

Neue Zugänge zum Winkelbegriff

Fachdidaktische Entwicklungsforschung zur Ausbildung des Winkelfeldbegriffs
bei Schülerinnen und Schülern der vierten Klassenstufe

Heiko Etzold

Dissertation
zur Erlangung des akademischen Grades
»doctor rerum naturalium«
(Dr. rer. nat.)
in der Wissenschaftsdisziplin
»Didaktik der Mathematik«

eingereicht an der
Mathematisch-Naturwissenschaftlichen Fakultät
der Universität Potsdam

Ort und Tag der Disputation: Potsdam, 11. März 2021

Soweit nicht anders gekennzeichnet, ist dieses Werk unter einem Creative Commons Lizenzvertrag lizenziert:

Namensnennung – Weitergabe unter gleichen Bedingungen 4.0 International. Dies gilt nicht für Zitate und Werke, die aufgrund einer anderen Erlaubnis genutzt werden.

Um die Bedingungen der Lizenz einzusehen, folgen Sie bitte dem Hyperlink:

<https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/deed.de>

Die Zeichnungen, die in die Abbildungen 11.1, 12.1, 12.2, 12.4, 14.2, 14.4, 14.11 und 15.1 sowie in Tabelle 16.1 integriert sind, stammen von Leon von Salisch, ebenfalls veröffentlicht unter der Lizenz »CC BY-SA 4.0«.

Hauptbetreuer

Prof. Ulrich Kortenkamp, Universität Potsdam

Zweitbetreuer

Prof. Andreas Filler, Humboldt-Universität zu Berlin

Gutachterin und Gutachter

Prof. Ulrich Kortenkamp, Universität Potsdam

Prof. Regina Bruder, Technische Universität Darmstadt

Prof. Andreas Filler, Humboldt-Universität zu Berlin

Online veröffentlicht auf dem

Publikationsserver der Universität Potsdam:

<https://doi.org/10.25932/publishup-50418>

<https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:kobv:517-opus4-504187>

Kurzzusammenfassung

Die Vielfältigkeit des Winkelbegriffs ist gleichermaßen spannend wie herausfordernd in Hinblick auf seine Zugänge im Mathematikunterricht der Schule. Ausgehend von verschiedenen Vorstellungen zum Winkelbegriff wird in dieser Arbeit ein Lehrgang zur Vermittlung des Winkelbegriffs entwickelt und letztlich in konkrete Umsetzungen für den Schulunterricht überführt.

Dabei erfolgt zunächst eine stoffdidaktische Auseinandersetzung mit dem Winkelbegriff, die von einer *informationstheoretischen Winkeldefinition* begleitet wird. In dieser wird eine Definition für den Winkelbegriff unter der Fragestellung entwickelt, welche Informationen man über einen Winkel benötigt, um ihn beschreiben zu können. So können die in der fachdidaktischen Literatur auftretenden Winkelvorstellungen aus fachmathematischer Perspektive erneut abgeleitet und validiert werden. Parallel dazu wird ein Verfahren beschrieben, wie Winkel – auch unter dynamischen Aspekten – informationstechnisch verarbeitet werden können, so dass Schlussfolgerungen aus der informationstheoretischen Winkeldefinition beispielsweise in dynamischen Geometriesystemen zur Verfügung stehen.

Unter dem Gesichtspunkt, wie eine Abstraktion des Winkelbegriffs im Mathematikunterricht vonstatten gehen kann, werden die *Grundvorstellungsidee* sowie die Lehrstrategie des *Aufsteigens vom Abstrakten zum Konkreten* miteinander in Beziehung gesetzt. Aus der Verknüpfung der beiden Theorien wird ein grundsätzlicher Weg abgeleitet, wie im Rahmen der Lehrstrategie eine *Ausgangsabstraktion* zu einzelnen Winkelaspekten aufgebaut werden kann, was die Generierung von Grundvorstellungen zu den Bestandteilen des jeweiligen Winkelaspekts und zum Operieren mit diesen Begriffsbestandteilen ermöglichen soll. Hierfür wird die Lehrstrategie angepasst, um insbesondere den Übergang von *Winkelsituationen* zu *Winkelkontexten* zu realisieren. Explizit für den Aspekt des Winkelfeldes werden, anhand der Untersuchung der Sichtfelder von Tieren, Lernhandlungen und Forderungen an ein Lernmodell beschrieben, die Schülerinnen und Schüler bei der Begriffsaneignung unterstützen.

Die Tätigkeitstheorie, der die genannte Lehrstrategie zuzuordnen ist, zieht sich als roter Faden durch die weitere Arbeit, wenn nun theoriebasiert *Designprinzipien* generiert werden, die in die Entwicklung einer interaktiven Lernumgebung münden. Hierzu wird u. a. das Modell der *Artifact-Centric Activity Theory* genutzt, das das Beziehungsgefüge aus Schülerinnen und Schülern, dem mathematischen Gegenstand und einer zu entwickelnden App als vermittelndes Medium beschreibt, wobei der Einsatz der App im Unterrichtskontext sowie deren regelgeleitete Entwicklung Bestandteil des Modells sind. Gemäß dem Ansatz der *Fachdidaktischen Entwicklungsforschung* wird die Lernumgebung anschließend in mehreren Zyklen erprobt, evaluiert und überarbeitet. Dabei wird ein qualitatives Setting angewandt, das sich der *Semiotischen Vermittlung* bedient und untersucht, inwiefern sich die Qualität der von den Schülerinnen und Schülern gezeigten Lernhandlungen durch die Designprinzipien und deren Umsetzung erklären lässt. Am Ende der Arbeit stehen eine finale Version der Designprinzipien und eine sich daraus ergebende Lernumgebung zur Einführung des Winkelbegriffs in der vierten Klassenstufe.

Abstract

The diversity of the concept »angle« can be both exciting and challenging when looking at how to access it in mathematics education in schools. In this thesis, based on different ideas of the angle concept, a training course for conveying the concept will be developed and translated into concrete implementations for school teaching.

First, there will be a didactical subject matter discussion of the angle concept, which will be accompanied by an *angle definition from information theory*. Through the didactical subject matter discussion, a definition for the angle concept will be developed which is guided by the question of what kind of information about an angle is needed in order to describe it. This way, the diverse ideas of the angle concept discussed in mathematics didactics literature can be once again derived and validated from a mathematical point of view. In parallel, a method will be described of how an angle - even one with dynamic aspects - can be handled in terms of information technology, so that conclusions can be drawn from a definition from information theory for dynamic geometry environments for instance.

Considering how abstraction of the angle concept can take place in mathematics education, the *Idea of Grundvorstellungen* will then be connected to the structural principle of the *Ascent From the Abstract to the Concrete*. Based on the connection of these two theories, a training course will be developed that aims to construct an *initial abstract* of certain aspects of the angle concept which, in turn, aims at enabling the generating of *Grundvorstellungen* towards components of the angle concept and at operating with it. For this, the structural principle will be adapted – specifically to realize the transition from *angle situations* to *angle contexts*. For one aspect, the angular field, there will be a description of learning actions and demands on a learning model that supports students' concept acquisition. The angular field, in this step, will be represented by vision fields of animals.

Activity theory, on which the structural principle is based, depicts the recurring theme throughout this thesis when generating *design principles* that lead towards the development of an interactive learning environment. For this, the *Artifact-Centric Activity Theory model* will be used in order to describe connections between students, the mathematical topic and the to-be-created app. The use of the app in classroom situations, as well as its rule-governed development, are components of the model. Following a *Design-Based Research* approach, this learning environment will then go through several cycles of test, evaluation and revision. For this purpose, a qualitative setting will be applied using *Semiotic Mediation*. It will be used to investigate how far design principles, as well as their implementation, impacts on the quality of student's learning actions. As an outcome of this thesis, a final version of the design principles and an ensuing learning environment that introduces the concept of »angular field« in grade four teaching will be created.

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	11
1.1	Motivation und Forschungsinteresse	11
1.2	Tätigkeitstheorie als roter Faden	12
1.3	Auswahl und Beschreibung des Forschungsansatzes	14
2	Ausgewählte Grundlagen der Tätigkeitstheorie	19
2.1	Instrumentelle Methode	20
2.2	Zone der nächsten Entwicklung	22
2.3	Tätigkeit, Handlung, Operation	23
2.4	Prinzipien der Tätigkeitstheorie	25
2.5	Lerntätigkeit	26

Teil I Das Winkelverständnis

3	Winkelvorstellungen	31
3.1	Entwicklung in der deutschsprachigen Mathematikdidaktik	31
3.2	Englischsprachige Diskussionen	34
3.3	Definition – Begriff – Vorstellung	36
3.4	Präzisierung der ersten Forschungsfrage	37
4	Die informationstheoretische Winkeldefinition	39
4.1	Beschreibung von Winkeln aus der Sicht von Informationen	40
4.2	Geometrische Analyse	41
4.3	Bestimmung des Abweichungsmaßes zweier Strahlen	44
4.4	Schlussfolgerungen	51
5	Erstes Zwischenfazit	53
5.1	Beantwortung der ersten Forschungsfrage	53
5.2	Präzisierung der zweiten Forschungsfrage	54

Teil II Ein Lehrgang zum Aufbau des Winkelverständnisses

6	Entwicklung geometrischen Denkens	57
6.1	Entwicklungsmodelle nach Piaget und van Hiele	57
6.2	Bezüge zum Winkelbegriff	61

7	Aufbau von Begriffen	71
7.1	Grundvorstellungsidee	71
7.2	Aufsteigen vom Abstrakten zum Konkreten	75
7.3	Zusammenfassung	82
8	Anwendung auf den Winkelbegriff	83
8.1	Anpassung der Gewinnung der Ausgangsabstraktion bei Winkelaspekten	83
8.2	Konkretisierung am Begriffsaspekt »Winkelfeld«	85
9	Zweites Zwischenfazit	91
9.1	Beantwortung der zweiten Forschungsfrage	91
9.2	Präzisierung der dritten Forschungsfrage	92
Teil III Entwicklung der Lernumgebung		
10	ACAT als tätigkeitstheoretisches Modell zur Werkzeugentwicklung	97
10.1	Strukturierung der App-Entwicklung und -Erprobung	99
10.2	Artefakt und Werkzeug	101
11	Designprinzipien	105
A	Aufspaltung in Aspekterarbeitung und Operieren mit Begriffsbestandteilen	105
B	Trennung zwischen Realität und Mathematik	105
C	Trennung zwischen Interaktionen und Einstellungen	106
D	Passung zwischen Inhalt, Lernhandlung und Lernmodell/Repräsentation	108
12	Entwicklung des Prototypen	111
12.1	Grundaufbau der App	111
12.2	Einbindung der App in den Unterricht	114
13	Erprobungsverfahren	121
13.1	Untersuchungsplan	121
13.2	Untersuchungsvorgehen	126
13.3	Gütekriterien	130
14	Entwicklungszyklen	137
14.1	Ergebnisse der ersten Erprobung und erste Anpassung der Lernumgebung	137
14.2	Ergebnisse der zweiten Erprobung und zweite Anpassung der Lernumgebung	150
14.3	Ergebnisse der dritten Erprobung und dritte Anpassung der Lernumgebung	157
15	Drittes Zwischenfazit	163
15.1	Diskussion der Erprobung	163
15.2	Beantwortung der dritten Forschungsfrage	166

16 Fazit	169
16.1 Zusammenfassung	169
16.2 Diskussion des Forschungsansatzes	172
16.3 Ausblick	173
16.4 Danke!	175
Verzeichnisse	
Abbildungsverzeichnis	179
Tabellenverzeichnis	181
Literaturverzeichnis	183
Anhang	
A Transkripte der Äußerungen	195
B Beispiel für Transkript der Bildschirmaufzeichnung	271
C Diskurs zur Codierung	273
D Reliabilitätskoeffizienten	289
E Codierung aller Durchgänge	295
F Gesprächs- und Beobachtungsnotizen	299

Zur Lesbarkeit dieser Arbeit

Leseflüssigkeit

In der vorliegenden Arbeit versuche ich, eine geschlechtersensible Sprache zu verwenden ohne dabei eine flüssige Lesbarkeit zu verhindern. In der Regel werde ich Formulierungen wie »Schülerinnen und Schüler« verwenden. Sollte dies zu komplizierten Sprachkonstruktionen führen (z. B. »eine für Schülerinnen und Schüler freundliche Winkeldefinition«), ziehe ich jedoch reduzierte Formulierungen vor (z. B. »schülerfreundliche Winkeldefinition«), wobei ich damit Schülerinnen und Schüler jeden Geschlechts ansprechen möchte. Auch in Abbildungen und Skizzen greife ich ggf. aus Platzgründen auf nur eines der beiden sprachlichen Geschlechter oder eine Mischform (z. B. »Schüler/-in«) zurück.

Transliteration

In dieser Arbeit werden einige Wissenschaftler russischsprachiger Herkunft, also kyrillischer Schreibweise, zitiert. Bei deren Nennung greife ich auf die Transliteration nach »ISO 9« (2021) zurück, wobei in Quellenverweisen die jeweilige Originalschreibweise genutzt wird. Die folgenden Schreibweisen stehen daher jeweils für dieselben Autoren:

- ▶ Vygotskij, Vygotsky, Wygotski (russisch: Выготский)
- ▶ Leont'ev, Leontjew (russisch: Леонтьев)
- ▶ Davydov, Dawydow (russisch: Давыдов)
- ▶ Gal'perin, Galperin (russisch: Гальперин)

Textgestaltung

Das Layout der Arbeit weist einen breiten Randbereich zur Unterstützung eines strukturierten Lesens auf. So finden sich Verweise auf andere Bereiche der Arbeit mit Angabe der entsprechenden Seitenzahl. Themenblöcke werden fett dargestellt und bieten Struktur innerhalb eines Abschnittes. Wesentliche Begriffe für den weiteren Verlauf der Arbeit sind fettkursiv gedruckt. Neben Abbildungen und Tabellen kann der Rand auch Hinweise und Kommentare enthalten, die den Haupttext näher erläutern.

↗ Verweis mit Seitenangabe

Themenblock

Begriff

Hinweis oder Kommentar

1 Einleitung

1.1 Motivation und Forschungsinteresse

Als ich in einer Vertretungsstunde, die ich einmal in einer zehnten Klasse hielt, die Eigenschaften der Sinusfunktion (mit Argumenten im Gradmaß) wiederholte, wollte ich von den Schülerinnen und Schülern wissen, wie ich mir denn vorstellen kann, den Sinus eines negativen Winkels zu bestimmen. Mein Ziel, auf die Definition am Einheitskreis zu sprechen zu kommen, wurde mit der Gegenfrage »Wie kann denn ein Winkel negativ sein?« unterbrochen. Obwohl die Schülerinnen und Schüler also seit mindestens der fünften Klassenstufe Winkel kannten und auch deren Maß bestimmen konnten, war ihnen in der zehnten Klassenstufe die Möglichkeit negativer Winkelmaße nicht bewusst. Ebenso waren sie erstaunt darüber (oder machten zumindest den Eindruck), dass das Maß eines Winkels auch größer als 360° sein kann.

Korrekterweise müsste hier von einem Winkel mit negativem Maß gesprochen werden, was ich aber in der konkreten Unterrichtssituation nicht für nötig hielt.

Dass diese Möglichkeit den Schülerinnen und Schülern bis zur zehnten Klassenstufe noch nicht bewusst ist, vielleicht ja auch, weil sie bis dahin noch nicht relevant ist, möchte ich hier nicht weiter werten. Für mich stellte sich in der Situation vielmehr die Frage, ob auf vorhandene Vorstellungen zum Winkelbegriff aufgebaut werden kann, wenn Winkelmaße unter 0° und über 360° eingeführt werden, ob diese neue Vorstellung isoliert neben den bisherigen steht oder gar bisherige Vorstellungen verändert werden müssen.

Diese Situation und die Inspiration der Arbeit naher Kollegen sollte für mich der Anlass sein, mich intensiver mit möglichen Vorstellungen zum Winkelbegriff und insbesondere dem Aufbau dieser Vorstellungen zu beschäftigen.

1.1.1 Erste Version der Forschungsfragen

Um tiefer in die Thematik eindringen zu können, möchte ich eine erste Version von Forschungsfragen entwickeln, die gleichzeitig eine Vision dieser Arbeit darstellen. Aus meiner Unterrichtserfahrung heraus besteht bei mir stets das Bedürfnis, Forschungsergebnisse direkt in eine praktische

Umsetzung überführen zu können – oder anders formuliert: Ich möchte Fragestellungen erforschen, die zu konkreten Unterrichtsvorschlägen führen.

Aus Sicht des stofflichen Gegenstandes »Winkel« stellt sich zunächst einmal die Frage, was unter diesem Begriff aus Schülersicht verstanden wird bzw. verstanden werden soll. Ich beziehe mich im Folgenden auf eine normative Sichtweise, also was aus stoffdidaktischer Sicht notwendig ist, um im Mathematikunterricht Problemstellungen im Zusammenhang mit Winkeln erfolgreich bearbeiten bzw. den Winkelbegriff konsistent aufbauen zu können. Hierfür verwende ich den mathematikdidaktisch geprägten Begriff der *Vorstellung*, der im Verlauf dieser Arbeit konkretisiert werden wird. Die erste Forschungsfrage soll daher in einer Entwurfsversion lauten:

Entwurf Erste Forschungsfrage

↗ Präzisierung auf S. 37

- ▶ Welche anschlussfähigen Vorstellungen von Winkeln sollen Schülerinnen und Schüler im Mathematikunterricht entwickeln?

Von der Beantwortung dieser Frage ist wesentlich die Gestaltung von Mathematikunterricht zur entsprechenden Thematik abhängig. Gestaltung bedeutet in diesem Fall einerseits, wie grundsätzlich der Aufbau des Winkelbegriffs im Laufe der Schulzeit vonstatten geht und andererseits, wie konkret eine Umsetzung im Unterricht dazu erfolgen kann. Die weiteren Fragen spiegeln diese beiden Interessen in einer zunächst noch sehr vage formulierten Version wider:

Entwurf Zweite Forschungsfrage

↗ Präzisierung auf S. 54

- ▶ Nach welchem Lernprozess sollen die Winkelvorstellungen bei Schülerinnen und Schülern aufgebaut werden?

Entwurf Dritte Forschungsfrage

↗ Präzisierung auf S. 92

- ▶ Wie kann eine Umgebung aussehen, die den entsprechenden Lernprozess unterstützt?

Die Präzisierung der letzten beiden Fragen kann, da alle Fragen aufeinander aufbauen, nur schrittweise nach tieferer Beschäftigung mit der Thematik und nach Beantwortung der jeweils vorherigen Fragen erfolgen. Entsprechend der drei Forschungsfragen gliedern sich auch die drei Teile dieser Arbeit. Auf die Schwerpunkte der einzelnen Kapitel wird in der Darstellung der Prozessschritte bei der Beschreibung des Forschungsansatzes im übernächsten Abschnitt genauer eingegangen.

1.2 Tätigkeitstheorie als roter Faden

In ihrem Aufbau verlangen die Forschungsfragen nach einer stofflichen Auseinandersetzung mit dem Winkelbegriff, der Konzeption eines Lehr-Lern-Prozesses und schließlich der Entwicklung einer passenden Lernum-

gebung hierfür. Als lehr-lern-theoretischen Hintergrund, der als Basis zur Beantwortung der Forschungsfragen dienen soll, habe ich die *Tätigkeitstheorie* gewählt, einen nach Giest (2016a, S. 47) »(moderat) konstruktivistischen Ansatz«.

Die Tätigkeitstheorie baut auf die *kultur-historische Schule* auf, einer in den 1920er-Jahren in der Sowjetunion entwickelten psychologischen Strömung (vgl. Giest & Lompscher, 2004, S. 107 f.). Zentral ist der Begriff der *Tätigkeit*, von Giest und Lompscher (2006, S. 27) bspw. folgendermaßen beschrieben:

Tätigkeit ist die spezifische menschliche Form der Aktivität, der Wechselwirkung mit der Welt, in der der Mensch diese und zugleich sich selbst verändert.

Im grundsätzlichen Verständnis beschreibt die entsprechende Theorie Lernen und Lehren als Interaktion zwischen Individuen, bei der sowohl der Lerngegenstand psychologisch auf das lernende Individuum einwirkt als auch dieses gleichzeitig auf sein Lernumfeld und damit im sozialen Kontext auf den Lerngegenstand selbst einwirkt (vgl. Giest & Lompscher, 2004, S. 112 f.). Der Lerngegenstand wird als Bestandteil des sozialen Lernumfeldes aufgefasst, die »Denk- und Lernfähigkeit des Kindes [...] [entwickelt sich] in hohem Maße unter dem Einfluß sozialer Bedingungen« (Mietzel, 2001, S. 99). Dies kann gleichzeitig als Erweiterung und Einschränkung einer konstruktivistischen Auffassung von Lernen und Lehren angesehen werden.

Insofern halte ich die Tätigkeitstheorie für geeignet, an einem konkreten stofflichen Gegenstand die Beschreibung des Lernprozesses sowie die Planung des Lehrprozesses theoretisch zu hinterlegen. In Kapitel 2 werden Grundlagen der Theorie näher vorgestellt.

Eine weitere Bedeutung erfährt die Bezugnahme auf die Tätigkeitstheorie als Anknüpfung und Fortführung der Tradition der Potsdamer Hochschullandschaft, in der auch diese Dissertation entsteht. So waren sowohl Joachim Lompscher von 1993 bis 1997 als auch Hartmut Giest von 1994 bis 2018 als bedeutende deutschsprachige Vertreter der Tätigkeitstheorie an der Universität Potsdam tätig (Rückriem und Giest, 2006, S. 165; »Vita Hartmut Giest«, o. J.). In der Mathematikdidaktik wurden wesentliche Beiträge an der Pädagogischen Hochschule Potsdam u. a. von Alfred Dietz von 1962 bis 1985 und Regina Bruder von 1975 bis 1991 geleistet – letztere verfolgt die tätigkeitstheoretischen Ansätze in der Mathematikdidaktik bis heute weiter (Bausch et al., 2015, S. 2; »Alfred Dietz«, 2016).

Zum Verhältnis von Tätigkeitstheorie und Konstruktivismus siehe z. B. Giest und Lompscher, 2006, S. 229 ff. bzw. Schmitt, 2017, S. 30 ff.

↗ Grundlagen der Tätigkeitstheorie, S. 19

1.3 Auswahl und Beschreibung des Forschungsansatzes

Fachdidaktische Entwicklungsforschung

Die konsekutiv formulierten Forschungsfragen zielen final auf die Entwicklung und Beforschung einer Lernumgebung ab, die zu einem konkreten Unterrichtszweck eingesetzt werden soll. Ein Forschungsansatz, mit dem ein solches »theoriebasiertes Designen« strukturiert angegangen werden kann, ist die an Prediger und Link (2012) orientierte *Fachdidaktische Entwicklungsforschung*.

Dabei gibt es für den Ansatz verschiedene Bezeichnungen, die sich auch jeweils aus einer detaillierteren inhaltlichen Betrachtung heraus ergeben (vgl. z. B. Wang und Hannafin, 2005, S. 7; Prediger und Link, 2012, S. 29). Ich verwende die Bezeichnung *Fachdidaktische Entwicklungsforschung*, da mein Vorgehen die »Generierung und Weiterentwicklung gegenstandsspezifischer Theorien zu Lernständen und Lerninhalten, zu Verläufen, Hürden, Wirkungsweisen und Bedingungen bei spezifischen fachlichen Lerngegenständen« (Prediger und Link, 2012, S. 29) zum Ziel hat. Dabei ziehe ich aber auch übergeordnete Ansätze zum *Design-Based-Research* heran.

Der spezifische fachliche Lerngegenstand ist hier der Winkelbegriff bzw. normative Vorstellungen zu diesem. Potenzial für die Entwicklung gegenstandsspezifischer Theorien liegen dabei sowohl im Lerninhalt (erste Forschungsfrage) als auch in den Bedingungen und der Gestaltung, unter denen der entsprechende Sachverhalt unterrichtet wird (zweite und dritte Forschungsfrage).

Ich spreche bewusst von einem Forschungsansatz und nicht einer Forschungsmethode, da hierbei nur eine prinzipielle Ausrichtung des Vorgehens gegeben wird. Konkrete Fragestellungen innerhalb der nach diesem Ansatz durchgeführten Forschung bedürfen dann wieder konkreter Methoden – abhängig von den jeweils zu untersuchenden Fragestellungen (vgl. Jahn, 2014, S. 6).

Zentrale Bestandteile des Forschungsansatzes

Prediger und Link (2012, S. 30, Hervorhebungen im Original) fassen den Forschungsansatz folgendermaßen zusammen:

Zentrale Prozessschritte sind die iterativ aufeinander bezogene Gestaltung und Beforschung von Lehr-Lernprozessen, *zentrale Produkte* die lokale Theorie sowie das Design (Lernumgebungen und Design-Prinzipien) [...].

Im Folgenden wird dargestellt, wie diese zentralen Bestandteile in der vorliegenden Arbeit abgebildet bzw. umgesetzt werden.

1.3.1 Prozessschritte

Als Prozessschritte haben sich nach Jahn (2014, S. 7 ff.) die Analyse der Ausgangslage, die Entwicklung der Intervention, die Durchführung von Zyklen sowie die Berichtslegung etabliert.

Für die Analyse der Ausgangslage ist sowohl eine Sichtung und Analyse existierender Arbeiten nötig, die sich »mit ähnlichen Problemen unter ähnlichen Umständen beschäftigen«, als auch eine Analyse und »umfangreiche Beschreibung des Kontextes«, der in der Forschungsarbeit untersucht wird (Jahn, 2014, S. 7). Zu letzterem gehören bspw. die konkreten Bedingungen, unter denen die Entwicklung und Erprobung des Designs erfolgen. Ziel der Phase ist »ein erster theoretischer Rahmen anhand von Gestaltungsrichtlinien (Design Principles) für die Entwicklung eines Prototyps«, der im Weiteren genauer untersucht wird. Im Rahmen dieser Arbeit wird die Analyse des Forschungsstandes sowie die stoffdidaktische Auseinandersetzung mit dem Winkelbegriff (Bezug zur ersten Forschungsfrage) vorwiegend in den Kapiteln 3 bis 5 erfolgen, die Vorarbeiten zur Entwicklung der Designprinzipien (Bezug zur zweiten Forschungsfrage) erfolgen schwerpunktmäßig in den Kapiteln 6 bis 10, die Darstellung der Designprinzipien (Teil der dritten Forschungsfrage) in Kapitel 11.

Analyse der Ausgangslage

↗ Designprinzipien, S. 105

In der darauf folgenden Entwicklung der Intervention muss darauf geachtet werden, dass der auf den Designprinzipien basierende Prototyp »auf den Zielkontext abgestimmt« ist (Jahn, 2014, S. 10). Das heißt u. a., dass praktische Herausforderungen nun einen wesentlichen Einfluss auf das konkrete Design haben, die ggf. im theoretischen Planungsprozess noch nicht von so hoher Relevanz waren. Im konkreten Forschungsvorhaben erfolgt das Design daher in enger Absprache mit der unterrichtenden Lehrkraft und bezogen auf die Schülerinnen und Schüler, die diese Intervention erfahren werden. Kapitel 12 stellt die Entwicklung des Prototypen dar – im konkreten Fall beinhaltet dies die Entwicklung einer App und ihre Einbindung in den Unterricht.

Entwicklung der Intervention

↗ Prototyp, S. 111

Der Prototyp wird nun in mehreren Zyklen erprobt, evaluiert und entsprechend der Ergebnisse modifiziert. Hierfür ist wiederum eine spezifische Forschungsmethodik zu suchen – abhängig von der konkreten Fragestellung und Zielsetzung bei der Umsetzung des Designs. Schwerpunkt dieser Phase ist die Identifikation von »Schlüsselementen, wie diese sich gegenseitig beeinflussen und warum sie für den Erfolg bzw. Misserfolg der Intervention ausschlaggebend sind« (Jahn, 2014, S. 10). Im konkreten Fall wird dies über eine Videobeobachtung zum Unterrichtseinsatz der App geschehen, aus der heraus mittels qualitativer Inhaltsanalyse Muster und Auffälligkeiten identifiziert und erklärt werden. Dies wird sowohl »mit

Zyklen der Erprobung, Evaluation und Modifikation

↗ Entwicklungszyklen, S. 137

Berichtslegung

↗ Zusammenfassung, S. 169

der Ausdifferenzierung der Gestaltungsrichtlinien als auch mit der Überarbeitung des Prototyps« einhergehen (Jahn, 2014, S. 10). Kapitel 13 bis 15 stellen das Erprobungsverfahren und die Zyklen dar.

Die Berichtslegung erfolgt im Rahmen dieser Arbeit fortlaufend. So werden die einzelnen Phasen in den bereits referenzierten Kapiteln durchgeführt und beschrieben. Mit der Zusammenfassung in Kapitel 16 soll sichergestellt werden, »dass andere Praktiker dadurch Impulse für ihre Praxis bzw. ihren Kontext erhalten. Die Reichweite der Gültigkeit der Ergebnisse sollte dabei deutlich werden, damit Dritte darin unterstützt werden, eigene Interpretationen für ihren Kontext anzustellen und Adaptionen der Intervention dafür vornehmen können« (Jahn, 2014, S. 12).

1.3.2 Produkte

Designprinzipien und Lernumgebung

Die sich im Rahmen dieser Arbeit entwickelnden Designprinzipien sollen anderen Forschenden und in der Praxis tätigen Lehrerinnen und Lehrern Anregungen für die Entwicklung von Lernumgebungen in verwandten Kontexten geben. Die Lernumgebung selbst, also die App inkl. ihres unterrichtlichen Einsatzes, ist das für die schulische Praxis entscheidende Produkt dieses Forschungsvorhabens. Um eine Verbreitung und zielgerichtete Nutzung zu ermöglichen, wird die App frei zur Verfügung gestellt und um einen Leitfaden für Lehrerinnen und Lehrer ergänzt (Etzold, 2019a; Etzold, 2019b).

Lokale Theorien

↗ Informationstheoretische Winkeldefinition, S. 39

↗ Anpassung des Aufsteigens vom Abstrakten zum Konkreten, S. 83

Während Jahn (2014, S. 7) die Designprinzipien selbst schon zu den »theoretischen Einsichten« zählt, werden sich im Laufe dieser Arbeit noch zwei weitere wesentliche lokale Theorien herauskristallisieren. Dies ist zum einen die mögliche mathematische Beschreibung des Winkels mithilfe der *informationstheoretischen Winkeldefinition* und daraus abgeleiteter Schlussfolgerungen. Zum anderen erfolgt eine *Anpassung von Teilen der Lehrstrategie des Aufsteigens vom Abstrakten zum Konkreten beim Winkelbegriff*.

1.3.3 Charakteristika Fachdidaktischer Entwicklungsforschung

Um den Forschungsansatz der Fachdidaktischen Entwicklungsforschung konsistent während der Phasen zu verfolgen und um gleichzeitig eine Grundlage für die Bewertung der durchgeführten Forschung zu haben, bediene ich mich der Charakteristika von *Design Research* nach van den Akker et al. (2013, S. 20). Dass diese Charakteristika auch auf den spezifischen Forschungsansatz der Fachdidaktischen Entwicklungsforschung übertragbar sind, zeigen z. B. Prediger und Link (2012, S. 35 ff.).

Charakteristikum	Beschreibung
interventionistisch	Die Forschung zielt auf das Designen einer Intervention in einem realistischen Setting.
iterativ	Die Forschung beinhaltet Zyklen aus Analysen, Design und Entwicklung, Evaluation und Überarbeitungen.
prozessorientiert	Der Fokus liegt im Verstehen und Verbessern von Interventionen – ein Black-Box-Modell aus Input/Output-Messungen wird vermieden.
nutzenorientiert	Der Wert eines Designs wird u. a. darin gemessen, welche Praktikabilität es für Nutzerinnen und Nutzer in realen Kontexten hat.
theorieorientiert	Das Design basiert (zumindest teilweise) auf einem Begriffsmodell und theoretischem Fundament, während die systematische Evaluation der fortlaufenden Prototypen der Intervention eine Theoriebildung bewirken.
Einbezug von Praktiker/-innen	Die Forschung setzt auf die aktive Beteiligung von oder Zusammenarbeit mit Praktikerinnen und Praktikern auf den verschiedenen Stufen und Aktivitäten im Forschungsprozess. Dies erhöht die Chance der tatsächlichen Relevanz und Praktikabilität der Intervention in Bildungskontexten, womit auch die Wahrscheinlichkeit einer erfolgreichen Implementierung steigt.

Tabelle 1.1: Charakteristika von Entwicklungsforschung (van den Akker et al., 2013, S. 20, eigene Übersetzung)

Anhand der Charakteristika ist auch erkennbar, dass die Fachdidaktische Entwicklungsforschung Bezüge zur *kausal-genetischen Methode* aufweist – ein in der Tätigkeitstheorie vertretener Forschungsansatz, der auch als *Ausbildungsexperiment* bezeichnet wird (vgl. Giest & Lompscher, 2006, S. 24, 95). Von besonderer Bedeutung sind dabei die Untersuchung der *Instruktion* durch die Lehrkraft sowie die Betonung der *gemeinschaftlichen Handlung* der am Lehr-Lern-Prozess beteiligten Personen (vgl. Giest, 2004, S. 50 f.)

In Abschnitt 16.2 wird rückblickend beschrieben, inwieweit das vorliegende Forschungsvorhaben die in der Tabelle dargestellten Charakteristika erfüllt hat.

↗ Erfüllung der Charakteristika Fachdid. Entwicklungsforschung, S. 172

2 Ausgewählte Grundlagen der Tätigkeitstheorie

Das hier vor den Beginn der eigentlichen Arbeit gesetzte Kapitel zu ausgewählten Grundlagen der Tätigkeitstheorie soll einen ersten Überblick zum roten Faden dieser Arbeit geben. Es werden Begrifflichkeiten und Zusammenhänge eingeführt, auf die im weiteren Verlauf implizit oder explizit Bezug genommen wird. Aus den Grundlagen der Tätigkeitstheorie kann hier selbstverständlich nur eine stark eingeschränkte und für das Verständnis dieser Arbeit notwendige Auswahl dargestellt werden. Gleichzeitig soll dieses Kapitel den nicht mit der Tätigkeitstheorie vertrauten Leserinnen und Lesern als ein erster und für mathematikdidaktische Zusammenhänge hilfreicher Überblick dienen.

Weiterhin wird auf die Darstellung der historischen Zusammenhänge verzichtet – wenngleich diese das grundsätzliche Verständnis der Theorie verbessern. Zur groben zeitlichen Einordnung seien zu einigen Autoren die Lebens- und Hauptwirkungszeiten erwähnt. Weiterhin sind einige Schriften angegeben, auf die im besonderen Maße Bezug genommen wird, deren Entstehungszeit aber teils deutlich vor den aus ihren Referenzen erkennbaren Angaben liegt.

Autor	Lebenszeit	Hauptwirkungszeit	abweichende Entstehungszeit ausgewählter Schriften
Vygotskij	1896 – 1934	ab 1924	1930: <i>Die instrumentelle Methode in der Psychologie</i> , referenziert als Wygotski, 1985 1930 – 1931: <i>Geschichte der höheren psychischen Funktionen</i> , referenziert als Vygotskij, 1992 1932 – 1934: <i>Das Problem der Altersstufen</i> , referenziert als Wygotski, 1987
Leont'ev	1903 – 1979	ab 1923	1959: <i>Probleme der Entwicklung des Psychischen</i> , referenziert als Leontjew, 1985b 1974: <i>Tätigkeit, Bewußtsein, Persönlichkeit</i> , referenziert als Leontjew, 1987
Davydov	1930 – 1998	ab 1953	1972: <i>Arten der Verallgemeinerung im Unterricht. Logisch-psychologische Probleme des Aufbaus von Unterrichtsfächern</i> , referenziert als Dawydow, 1977
Lompscher	1932 – 2005	ab 1958	1986: <i>Tätigkeit Lerntätigkeit Lehrstrategie. Die Theorie der Lerntätigkeit und ihre empirische Erforschung</i> , referenziert als Lompscher, 2006; Die weiteren referenzierten Schriften Lompschers entsprechen in etwa deren Entstehungszeit.

Informationen zu Vygotskij: Leontjew (1985a) und Wygotski (1987, S. 659); zu Leont'ev: »Leont'ev, Aleksej Nikolaevič« (2020) und Vorworte der referenzierten Werke; zu Davydov: »Davydov, Vasilij Vasil'evič (psiholog)« (2021) und Umschlagseite des referenzierten Werkes; zu Lompscher: Rückriem und Giest (2006) und Lompscher (2006, S. 7)

Tabelle 2.1: Leben und Wirken ausgewählter Vertreter der Tätigkeitstheorie

2.1 Instrumentelle Methode

Eine der wesentlichen Grundlagen der Tätigkeitstheorie ist die *Instrumentelle Methode* von Vygotskij. Diese nimmt auf das in der damaligen Psychologie etablierte Prinzip von Reiz/Stimulus (S) und Reaktion (R) Bezug (Vygotskij, 1992, S. 81) und setzt ihm einen *Mittlerstimulus* (X) dazwischen, der auch als *psychisches Werkzeug* bezeichnet wird (Wygotski, 1985).

Psychisches Werkzeug

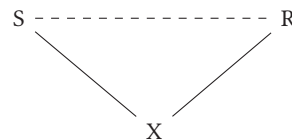


Abbildung 2.1: Instrumentelle Methode (nach Vygotsky, 1979, S. 40)

S–R	S–X und X–R
unmittelbare Verbindung	mittelbare Verbindung
natürlicher Prozess/Akt	künstlicher/instrumenteller Akt
elementarer Prozess	höhere Verhaltensform

Tabelle 2.2: Bezeichnungen zur Instrumentellen Methode nach Vygotski (1985) und Vygotskij (1992, S. 188)

Die »natürliche[...] Bildung einer Verknüpfung«, die direkt zwischen S und R erfolgt, wird damit durch die »mittelbare Herstellung der Verbindung« über X ersetzt. Letztere ist charakteristisch für »jede höhere Verhaltensform« (Vygotskij, 1992, S. 185 f.). Diese *höhere Qualität* wird durch folgende Argumentation noch deutlicher sichtbar (Vygotsky, 1979, S. 39 f.):

This intermediate link [...] [X] creates a new relation between S and R. [...] [An] individual must be actively engaged in establishing such a link. This sign also possesses the important characteristic of reverse action (that is, it operates on the individual, not the environment).

Beispiele psychischer Werkzeuge

Die Übersetzerin von Leontjew (1985a, S. 42) verweist hier auf den im Russischen gemeinsamen Wortstamm von *Zeichen* (знак/znak) und *Bedeutung* (значение/značenie).

Mensch als aktives Mitglied der Gesellschaft und kulturhistorische Entwicklung der psychischen Werkzeuge

Als Beispiele für psychische Werkzeuge zählt Vygotski (1985, S. 310) auf: »die Sprache, verschiedene Formen der Numerierung und des Zählens, mnemotechnische Mittel, die algebraischen Symbole, Kunstwerke, die Schrift, Schemata, Diagramme, Karten, Zeichnungen, alle möglichen Zeichen und ähnliches mehr«. Es ist also nicht relevant, ob es sich um reale Gegenstände, Visualisierungen oder um geistige Konzepte handelt. Entscheidend ist ihre psychische Wirkung, also ihre Funktion als *Zeichen* im Sinne als etwas mit einer Bedeutung Versehenes (Leontjew, 1985a, S. 42).

»Die psychischen Werkzeuge sind künstliche Gebilde«, d. h. sie sind eine »Errungenschaft der Menschheit [...] [als] Produkt der historischen Entwicklung«, während sich im Gegensatz dazu die natürlichen Prozesse »im Evolutionsprozess« entwickelten (Wygotski, 1985, S. 309 f.). Damit wird die gesellschaftliche Bedeutung der psychischen Werkzeuge betont und deren Nutzer, also der Mensch, als ein Mitglied der Gesellschaft angesehen, mit der er sich aktiv auseinandersetzt und die er damit auch aktiv verändert. Dies ist eine grundsätzliche Sichtweise der Tätigkeitstheorie. So formuliert Vygotskij (1992, S. 236) ein »Genetisches Grundgesetz der kulturellen Entwicklung«:

Jede Funktion tritt in der kulturellen Entwicklung des Kindes zweimal, nämlich auf zwei Ebenen in Erscheinung – zunächst auf der gesellschaftlichen, dann auf der psychischen Ebene (also zunächst zwischenmenschlich als interpsychische, dann innerhalb des Kindes als intrapsychische Kategorie).

Leontjew (1985b, S. 209) fasst dies so zusammen:

Der Grundmechanismus der psychischen Entwicklung des Menschen ist der Mechanismus der Aneignung sozialer gesellschaftlich ausgebildeter Formen und Arten der Tätigkeit.

Höhere psychische Prozesse können demnach »nur in der Wechselwirkung von Mensch zu Mensch entstehen« (Leontjew, 1987).

Der Weg von *interpsychischen* zu *intrapsychischen* Prozessen wird als *Interiorisierung* bezeichnet. *Äußere Tätigkeit* (z. B. mit realen Gegenständen) wird durch die bewusste Auseinandersetzung mit ihr und aufgrund der Aufdeckung ihrer Struktur zur *inneren Tätigkeit*. Dabei werden die äußeren Prozesse »verallgemeinert, verbalisiert, verkürzt, und vor allem werden sie zu einer Weiterentwicklung fähig, die über die Möglichkeiten der äußeren Tätigkeit hinausgeht« (Leontjew, 1987, S. 95).

Interiorisierung

Dies kann jedoch nur gelingen, weil äußere und innere Tätigkeit eine gleichartige Struktur aufweisen (Leontjew, 1987, S. 100) – nämlich ihre Hierarchie in Tätigkeit, Handlung und Operation, wie sie weiter unten noch genauer beschrieben wird.

Gleichzeitig erfolgt auch eine *Exteriorisierung* der inneren Tätigkeit nach außen (Leontjew, 1985b, S. 237) – nämlich in der schon erwähnten Zusammenarbeit mit anderen Menschen und der damit einhergehenden Vergegenständlichung der (psychischen) Werkzeuge (Rückriem, 2014, S. 94). Dies soll nicht heißen, dass hierbei »reale«, also »anfassbare« Gegenstände erzeugt werden müssen, sondern dass das Individuum seine intrapsychischen Prozesse durch Verbalisierung, Gesten, Zeichnungen o. ä. in der gemeinsamen Tätigkeit mit anderen nach außen trägt.

Exteriorisierung

Die Aneignung ist damit stets eine *Einheit* von Interiorisierung und Exteriorisierung (Lompscher, 1985a, S. 25).

Andere Quellen sprechen statt von *Interiorisierung/Exteriorisierung* auch von *Interiorisation/Exteriorisation* (z. B. Lompscher, 1985a, S. 25), *Internalisierung/Externalisierung* (z. B. Etzold et al., 2018, S. 93) bzw. auch von *Verinnerlichung/Entäußerung* (Lompscher, 1985a, S. 25). All die Bezeichnungen sollen als synonym angesehen werden.

Trotz des »Umweges« über das psychische Werkzeug ist eine Tätigkeit immer auf einen Gegenstand (ob stofflich oder ideell, in der Wahrnehmung

Gegenstandsbezogenheit

oder in der Phantasie) gerichtet (Leontjew, 1987, S. 102). Leontjew (1987, S. 85, Hervorhebung im Original) formuliert weiterhin:

Das grundlegende, oder wie man mitunter sagt, das konstituierende Merkmal der Tätigkeit ist ihre *Gegenständlichkeit*. Eigentlich ist im Begriff Tätigkeit implizit der Begriff ihres Gegenstandes enthalten. Der Ausdruck ›gegenstandslose Tätigkeit‹ ist ohne jeden Sinn.

Kaptelinin und Nardi (2012, S. 29) verweisen hier auf die Schwierigkeiten zur Unterscheidung von *Objekt* und *Gegenstand* in verschiedenen Sprachen.

Ein solcher Gegenstand wird auch als *Objekt* bezeichnet, während das sich mit ihm auseinandersetzende Individuum das *Subjekt* ist. In den im weiteren Verlauf dieser Arbeit zu untersuchenden Lernkontexten wird daher die *Subjekt-Werkzeug-Objekt-Beziehung* von hoher Bedeutung sein.

2.2 Zone der nächsten Entwicklung

Ein bedeutsamer, von Vygotskij geprägter Begriff, ist die *Zone der nächsten Entwicklung*. Kurz formuliert, sind dies die »noch nicht reifen, sich aber im Reifungsstadium befindenden Prozesse« eines Kindes (Wygotski, 1987, S. 80). Vygotskij formuliert diese Sichtweise als Gegenentwurf zur damals vorherrschenden Bestimmung des Entwicklungsniveaus eines Kindes über das selbstständige Lösen von Aufgaben. Dieses versteht das unselbstständige Aufgabenlösen mit keinerlei Bedeutung, ist also unsensibel gegenüber den Möglichkeiten, zu dem das Kind (mit Unterstützung anderer) imstande wäre (Wygotski, 1987, S. 81). Eng damit hängt der Begriff der *Nachahmung* zusammen (Wygotski, 1987, S. 82 ff., Hervorhebungen H. E.):

Wenn wir von Nachahmung reden, dann meinen wir keine mechanische, automatische, sinnlose Nachahmung, sondern eine einsichtige, auf dem Verstehen beruhende nachahmende Ausführung einer bestimmten geistigen Operation. Damit engen wir die Bedeutung des Terminus einerseits ein, indem wir ihn nur für Operationen gelten lassen, die mehr oder minder unmittelbar mit der *einsichtigen Tätigkeit* des Kindes verbunden sind. Andererseits erweitern wir seine Bedeutung, indem wir das Wort Nachahmung für jede Art von Tätigkeit eines bestimmten Typs anwenden, die das Kind *nicht selbstständig ausführt, sondern in Zusammenarbeit mit einem Erwachsenen oder einem anderen Kind*.

Die Zone der nächsten Entwicklung beschreibt also die Prozesse und Möglichkeiten, zu denen ein Kind zwar nicht selbstständig, aber durch Nachahmung im oben genannten Sinne in der Lage ist. Dagegen wird das, »was sich das Kind auf Grund der bisherigen Entwicklung aus der gesellschaftlichen Umwelt bereits angeeignet hat und was es deshalb als Anforderung mehr oder weniger selbstständig bewältigen kann«, als *Zone der aktuellen Leistung* bezeichnet (Lompscher, 1985a, S. 26).

Zone der nächsten Entwicklung

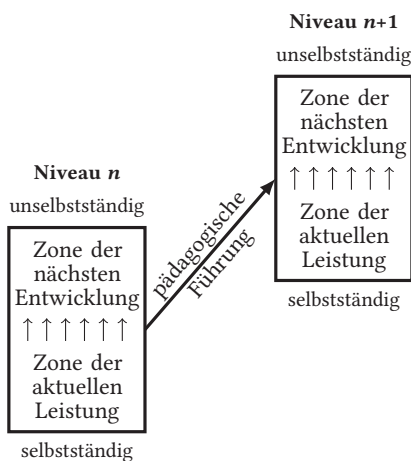


Abbildung 2.2: Schematische Darstellung der psychischen Entwicklung (nach Lompscher, 1985a, S. 26)

Zone der aktuellen Leistung

Dies führt im Umkehrschluss dazu, Unterricht an der Zone der nächsten Entwicklung auszurichten, ihn also »der Entwicklung des Kindes voraus-eilen zu lassen«, was für die »damalige Zeit revolutionär« war (Leontjew, 1985a, S. 48). Gleichzeitig wird die besondere Bedeutung der Lehrkraft sichtbar, die den Übergang von der Zone der aktuellen Leistung zur Zone der nächsten Entwicklung leitet.

2.3 Tätigkeit, Handlung, Operation

Aufgrund der bereits diskutierten Gegenstandsbezogenheit der Tätigkeit, ergibt sich diese immer aus einem *Motiv* bzw. aus *Bedürfnissen*. Leontjew (1987, S. 102) sagt sogar, dass der Gegenstand selbst dem Motiv bzw. dem Bedürfnis entspricht. Da der Mensch ein Mitglied der Gesellschaft ist und sein Bewusstsein durch diese geprägt ist, sind die Motive gesellschaftlich, also kultur-historisch geprägt.

Beispiel: Aus dem Bedürfnis heraus, mit weit entfernten Personen kommunizieren zu können, kann die Tätigkeit des zeitsynchronen digitalen Schriftwechsels, also eines Chats, initiiert werden.

Um die Tätigkeit zu realisieren, müssen *Handlungen* ausgeführt werden. Diese unterliegen *Zielen*, die das Handeln strukturieren (Leontjew, 1987, S. 103).

Ein Ziel kann hier sein, einen Text zu digitalisieren, bspw. über die Handlung des Verwendens einer entsprechenden Chat-Anwendung.

Dabei korrespondieren Handlung und Tätigkeit, jedoch sind sie nicht identisch. Das wesentliche Unterscheidungsmerkmal ist, dass bei Handlungen »Ziel und Motiv nicht zusammenfallen« (Leontjew, 1985b, S. 158) – sie sind vielmehr planvoll, so dass auch die Konsequenzen der Handlungen mit bedacht werden können. Handlungen können dabei jedoch nie unabhängig von der Tätigkeit betrachtet werden: »Wenn man aus einer Tätigkeit die sie realisierenden Handlungen eliminieren wollte, bliebe von der Tätigkeit überhaupt nichts übrig« (Leontjew, 1987, S. 104). Dabei muss die Tätigkeit nicht durch *genau eine* Handlung realisiert werden, es sind auch Handlungsketten möglich, die dann Teilzielen untergeordnet werden.

Teilhandlungen zur Realisierung des Chattens sind also das Öffnen einer bestimmten Anwendung, das Eingeben des Textes oder das Abschicken der Nachricht.

Wie nun das Ziel erreicht und auf welche Art und Weise die Handlung vollführt werden kann, ist von *Bedingungen* abhängig. Die damit zusammenhängenden »Verfahren der Verwirklichung einer Handlung« werden als

Tätigkeit und Motiv

Die Begriffe *Motiv*, *Motivation* oder gar *Volition* sollen hier nicht Bestandteil der Diskussion sein, siehe dazu z. B. Mietzel, 2001, S. 323 ff.

Handlung und Ziel

Operation und Bedingung

Operationen bezeichnet und erfolgen nicht zwangsweise bewusst und zielgerichtet, sondern in der Regel automatisiert (Leontjew, 1987, S. 106).

Steht zur Texteingabe eine mechanische Computer-Tastatur zur Verfügung, so kann (nach einiger Zeit der Übung) haptisch die richtige Taste gefunden und diese anschließend gedrückt werden. Hat man dagegen eine Tastatur auf einem Touch-Bildschirm, so wird in der Regel der entsprechende Bildschirmbereich optisch anvisiert und anschließend angetippt. Dies sind verschiedene Operationen, abhängig von der Gestaltung des verwendeten Werkzeugs.

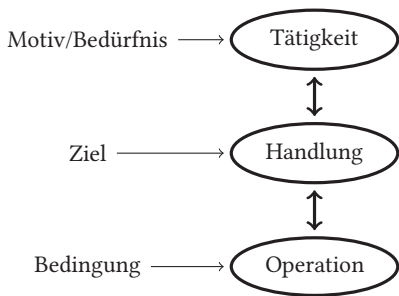


Abbildung 2.3: Struktur der Tätigkeit

In der Entwicklung komplexer Prozesse ist es nun möglich, dass Handlungen zu Operationen werden und damit ihre Zielgerichtetheit verlieren. Leontjew (1987, S. 107) bringt hier als gut verständliches Beispiel das Autofahren: In dessen Lernprozess ist das Gangeinlegen zunächst eine zielgerichtete Handlung, die aus Operationen wie dem Betätigen des Kupplungshebels und der Bewegung des Wählhebels bestehen. Sobald man aber Routine im Autofahren hat, wird diese Handlung in eine komplexere Handlung, wie z. B. der Geschwindigkeitsänderung, eingeordnet und damit selbst zur Operation. Das Schalten wird nicht mehr als eigenes Ziel verfolgt. Solche zuvor auf der Ebene des Handelns vorliegenden Operationen bezeichnet Leontjew als *bewusste Operationen*, denn »sie können unter bestimmten Bedingungen bewußt werden« (Leontjew, 1985b, S. 176, Hervorhebung im Original) – Giest und Lompscher (2006, S. 40) sprechen daher von *bewusstseinsfähigen Operationen*.

Deutsch	Russisch	Englisch
Tätigkeit	деятельность (deâtel'nost')	activity
Handlung	действие (dejstvie)	action
Operation	операция (operaciâ)	operation

Tabelle 2.3: Hierarchie der Tätigkeiten im Deutschen, Russischen und Englischen

Dieses Bewusstmachen führt dazu, dass Operationen wieder in Handlungen umgewandelt werden können. Man nehme an, eine Person sei imstande, ohne großes Nachdenken eine Krawatte zu binden und möchte dies nun einer anderen Person beibringen. Die als Operationen verinnerlichten Abläufe müssen dazu veräußert werden, erfolgen nun also selbst zielgerichtet und damit als Handlungen.

Genauso können Tätigkeiten ihre Motive verlieren, damit zu Handlungen werden und so »größeren« Motiven, also anderen Tätigkeiten zur Verfügung stehen (Leontjew, 1987, S. 109). Auch der umgekehrte Weg ist möglich: Handlungen erlangen eine für das Subjekt derart hohe Bedeutung, dass sie selbst zur Tätigkeit werden (Leontjew, 1987, S. 109).

Leontjew (1987, S. 110) zufolge haben nun sowohl die innere als auch die äußere Tätigkeit diese hierarchische Struktur, wodurch überhaupt erst Interiorisierungs- und Exteriorisierungsprozesse ermöglicht werden. Äußere Operationen werden zu inneren Operationen und umgekehrt, so wie äußere Handlungen zu inneren Handlungen und umgekehrt werden. Gleichzeitig bleiben Operation, Handlung und Tätigkeit unteilbar miteinander verbunden.

Die Untersuchung des Zusammenhangs von Handlungen und Operationen ist insbesondere dann von Interesse, wenn Maschinen bzw. Instrumente die Interaktion des Subjekts begleiten. Verfolgt beispielsweise das Subjekt das Motiv des Überprüfens einer Rechnung (\rightarrow Tätigkeit), so kann ein Teilziel das Bilden einer Summe von Zahlen sein (\rightarrow Handlung). Vollführt werden könnte dies über das schriftliche Addieren (\rightarrow Operation). Hat das Subjekt einen Taschenrechner zur Verfügung, kann dieser die Operation der Addition übernehmen. Dennoch realisiert der Taschenrechner damit die Handlung des Subjekts (Leontjew, 1987, S. 107f.) und ist demnach Bestandteil seiner Tätigkeit. Eine *Auslagerung* von Operationen ist demnach möglich – »Überhaupt ist es das Schicksal der Operationen, daß sie früher oder später zu Funktionen von Maschinen werden« (Leontjew, 1987, S. 107). Diese spätestens in den 1970er-Jahren aufgestellte Aussage verliert angesichts der Digitalisierung in keinster Weise an Bedeutung – ganz im Gegenteil – und mit der Tätigkeitstheorie ist eine Grundlage geschaffen, solche Auslagerungen zu beschreiben und ihren Einfluss auf die Tätigkeit des Subjekts zu untersuchen bzw. die Gestaltung von Werkzeugen für derartige Auslagerungen in den Fokus zu nehmen.

Handlungen und Operationen mit instrumentellen Mitteln

2.4 Prinzipien der Tätigkeitstheorie

Kaptelinin und Nardi (2012, S. 29 ff.) fassen die Tätigkeitstheorie in fünf Grundprinzipien zusammen. Diese bieten zwar prinzipiell keinen tieferen Aufschluss über die Hintergründe, sind aber ein hilfreicher Überblick bei der Entscheidung, inwieweit andere Modelle und Theorien in die Tätigkeitstheorie eingeordnet werden können bzw. wie Prozesse tätigkeitstheoretisch beschrieben, erklärt oder strukturiert werden können. Mit anderen Worten: Wenn eine Theorie mit diesen fünf Grundprinzipien vereinbar ist, dann liegt es nahe, Erkenntnisse und Gesetzmäßigkeiten der Tätigkeitstheorie stärker im Zusammenhang mit der Theorie zu verfolgen und zu nutzen. Die Autoren beispielsweise stellen diese Grundprinzipien in dem Werk *Activity Theory in HCI: Fundamentals and Reflections* dar, stellen also einen Bezug zur Schnittstelle zwischen Computern und dem Menschen als deren Anwender dar.

HCI = Human-Computer Interaction

Die oben erwähnte Gegenstandsbezogenheit, also dass Tätigkeiten immer auf ein Objekt gerichtet sind, bezeichnen die Autoren als *object-orientedness*. Damit ist zum Verständnis von Tätigkeiten die genaue Analyse des Objektes von hoher Bedeutung (Kaptelinin & Nardi, 2012, S. 29).

Objektorientierung

Die Struktur der Tätigkeiten, Handlungen und Operationen wird als *hierarchical structure of activity* bezeichnet. Die Autoren betonen hier, dass in konkreten Studien die Handlungen an erster Stelle stehen sollten, da

Hierarchische Struktur der Tätigkeit

diese einfacher als die Tätigkeiten oder Operationen über qualitative Forschungsmethoden bestimmt werden könnten (Kaptelinin & Nardi, 2012, S. 30).

Werkzeugvermittlung

Als *mediation* bzw. *tool mediation* bezeichnen Kaptelinin und Nardi (2012, S. 31) die Bezugnahme auf Vygotskijs Instrumentelle Methode, also dass Werkzeuge als Vermittler zwischen Subjekt und Objekt stehen und damit die psychische Repräsentation der Wirklichkeit werkzeugabhängig ist. Als Beispiel verweisen sie darauf, dass die »kognitive Landkarte« einer Person abhängig davon ist, ob diese Auto fährt oder nicht.

Dualität von Internalisierung und Externalisierung

Das Zusammenspiel aus *internalization and externalization* ist ein weiteres aufgeführtes Prinzip (Kaptelinin & Nardi, 2012, S. 31 f.) der Tätigkeitstheorie. Die Beschreibung entspricht in etwa den weiter oben dargestellten Zusammenhängen.

Entwicklung

Das fünfte Prinzip ist *development* (Kaptelinin & Nardi, 2012, S. 32 f.). Damit ist einerseits die Entwicklung als *Forschungsgegenstand* gemeint, also beispielsweise die Untersuchung der Entwicklung von Tätigkeiten zu Handlungen und von Handlungen zu Operationen oder aber auch spezifische Verinnerlichungen von artefaktbasierten Handlungen und Operationen, wie sie bei der Instrumentellen Genese untersucht werden. Andererseits ist die Entwicklung als *Forschungsmethode* gemeint, unter der Annahme, dass sich psychische Prozesse nur durch ihre Ausbildung selbst beobachten lassen. Dies wiederum korreliert mit dem bereits angesprochenen Ansatz des Ausbildungsexperiments: »Aktiv-verändernde Einwirkung auf Psychisches ermöglicht dessen tiefere und differenziertere Erkenntnis« (Lompscher, 2006, S. 89).

↗ Instrumentelle Genese, S. 101

2.5 Lerntätigkeit

Nachdem die bisherigen Überlegungen v. a. allgemeiner psychologischer Natur mit einzelnen Ausblicken auf die Gestaltung von Lernprozessen waren, soll nun noch kurz auf den Begriff der *Lerntätigkeit* eingegangen werden. Genauere Betrachtungen und Konsequenzen für die Entwicklung von Unterricht werden an späteren Stellen erfolgen.

↗ Aufsteigen vom Abstrakten zum Konkreten, S. 75; ACAT-Modell, S. 97

Lompscher (1985b, S. 39, Hervorhebung im Original) definiert:

Lerntätigkeit ist auf die Aneignung gesellschaftlichen Wissens und Könnens durch deren individuelle Reproduktion gerichtet. Sie entsteht und verläuft unter den Bedingungen gesellschaftlicher (insbesondere pädagogischer) Führung und sozialer Kommunikation und Kooperation. Sie wird mit Hilfe spezieller Mittel (Zeichensysteme, Lernstrategien, Lerntechniken)

realisiert und geht auf einem konkreten Niveau der Persönlichkeitsentwicklung und der Ausprägung individualtypischer Besonderheiten vorstatten.

Hierzu einige Anmerkungen:

- ▶ Genauso wie andere Tätigkeiten wird auch die Lerntätigkeit über Lernhandlungen realisiert, die sich aus Lernzielen ergeben. Die Ausgestaltung der Lernhandlungen hat damit einen hohen Stellenwert in der Unterrichtsplanung.
- ▶ Gegenüber anderen Tätigkeitsarten zeichnet die Lerntätigkeit aus, dass sie *primär* in Richtung des Subjektes wirkt. Bei anderen Tätigkeitsarten (z. B. der Arbeit, des Spiels) steht dagegen oftmals die Veränderung des Objektes im Vordergrund (Lompscher, 1985b, S. 35).
- ▶ Eine Spezifizierung der Begriffe *Wissen* und *Können* sowie verwandter Begriffe, v. a. für mathematikdidaktische Fragestellungen, stellt Feldt-Caesar (2017, S. 46 ff.), aufbauend auf Lompschers Definition der Lerntätigkeit, aus aktueller Forschungsperspektive dar.
- ▶ Der Begriff der *Aneignung* wird von Lompscher an verschiedenen Stellen ausführlich dargestellt. Entscheidend ist dabei stets, dass es sich um einen zwar von der Lehrkraft geführten, aber dennoch durch Interiorisierung und Exteriorisierung geprägten *individuellen* Prozess der Schülerin oder des Schülers handelt. Dies darf nicht mit der *Vermittlung* von Wissen verwechselt werden (Lompscher, 1985b, S. 25, 39). Die erwähnte pädagogische Führung besteht also darin, den Aneignungsprozess zu initiieren und zu begleiten, d. h. die für die Lerntätigkeit nötigen Motive zu schaffen, die speziellen Mittel im Sinne psychischer Werkzeuge auszuwählen und sich beim Niveau an der Zone der nächsten Entwicklung der Schülerinnen und Schüler zu orientieren.

↗ Lernhandlungen, S. 77

↗ Psychische Werkzeuge, S. 20

↗ Zone der nächsten Entwicklung, S. 22

Damit sollen die tätigkeitstheoretischen Grundlagen für diese Arbeit gelegt sein. An dieser Stelle möchte ich auch Hartmut Giest für die persönliche Beratung herzlich danken, die mir gerade in der Anfangsbeschäftigung mit der Thematik die Augen ein Stück weit geöffnet hat.

Teil I

Das Winkelverständnis

3 Winkelvorstellungen

3.1 Entwicklung in der deutschsprachigen Mathematikdidaktik

Wie schon in der Einleitung erwähnt, scheint es zum Winkelbegriff diverse Vorstellungen zu geben. So lassen sich sowohl der »tote Winkel« eines PKW als auch die Umdrehungen eines Wasserzählers mathematisch mit Winkeln beschreiben, obwohl doch diese beiden Situationen auf den ersten Blick keine Gemeinsamkeiten aufzuweisen scheinen.

Allerdings gibt es nicht nur viele verschiedene Vorstellungen, sondern in der didaktischen Literatur auch viele verschiedene Strukturierungsvorschläge für diese Vorstellungen. Die Bezeichnung »Vorstellung« wird hier zunächst unkritisch verwendet. Je nach Literatur werden auch andere Bezeichnungen wie »Aspekt«, »Begriff« usw. verwendet – und das auch in teils anderen Bedeutungen. Eine Ausdifferenzierung der Begrifflichkeiten und meiner spezifischen Nutzung ihrer erfolgt im Laufe dieser Arbeit.

Freudenthal unterscheidet vier Winkelbegriffe, wobei er den stereometrischen nicht so stark wichtet wie die anderen (Freudenthal, 1973, S. 441 f.):

Freudenthal (1973)

- ▶ stereometrischer Winkelbegriff
- ▶ elementargeometrischer Winkelbegriff
- ▶ goniometrischer Winkelbegriff
- ▶ analytischer Winkelbegriff

Die Unterscheidung erfolgt über die beteiligten Objekte (Geraden oder Halbgeraden) und ob diese geordnet bzw. ungeordnet in der orientierten oder unorientierten Ebene vorliegen (Freudenthal, 1973, S. 441). So ergeben sich auch verschiedene Maßbereiche der Winkel. Beispielsweise kann der stereometrische Winkel als Schnitt zweier ungeordneter Geraden in der unorientierten Ebene nur Maße zwischen 0° und 90° annehmen, während der goniometrische Winkel als geordnetes Halbgeradenpaar in der orientierten Ebene dagegen Werte modulo 360° annimmt. Der analytische Winkelbegriff geht aus dem goniometrischen durch eine unendliche Überlagerung dessen hervor und erlaubt damit beliebige Winkelmaße. Freudenthal geht in seinen anschließenden Diskussionen insbesondere auf die

Messung und mögliche Operationen mit den Winkeln ein (z. B. Spiegelung, siehe Freudenthal, 1973, S. 443 ff.) und beschreibt, inwieweit der gewählte Winkelbegriff die Mess- und Operationsmöglichkeiten beeinflusst. Zum elementargeometrischen, goniometrischen und analytischen Winkelbegriff betont er (Freudenthal, 1973, S. 449):

Keinen dieser drei [Winkelbegriffe] kann man entbehren. Sie sollen frühzeitig gebracht werden, und wie mir scheint, ungefähr gleichzeitig. Das hat dann auch den Vorteil, daß der Schüler gleich lernt, daß es drei Winkelbegriffe gibt, und wie sie sich unterscheiden.

Strehl (1983) Strehl strebt ein Wechselspiel aus »Veranschaulichung mathematischer Begriffe« und »Mathematisierung anschaulicher Vorstellungen« an. *An-schaulich* ist dabei im Sinne von »wirklichkeitsnah«, »lebensnah«, »echt« gemeint, während *Veranschaulichung* mit einem Wechsel der Repräsentationsebenen beim Zugänglichmachen der inhaltlichen Merkmale des Begriffs einhergeht (Strehl, 1983, S. 130 f.).

Zunächst sieht er im Winkelbegriff drei »anschauliche Grundvorstellungen [...] [, die] mit dem Wort ›Winkel‹ verbunden« werden (Strehl, 1983, S. 132 f.):

- ▶ Paar zweier Schenkel, wie es bei den Zeigern einer Uhr vorkommt
- ▶ Winkelfeld, wie z. B. die Ecke einer Tischplatte
- ▶ Drehung, z. B. beim bewegten Uhrzeiger

Den Erwerb des Begriffsverständnisses zum Winkel sieht Strehl dann als *Begriffssynthese*. In dem Sinne erfolgt »kein Abstraktions- und Verallgemeinerungsprozeß« – vielmehr werden die Bestandteile des Winkels, deren Zusammenhänge und mögliche Operationen »miteinander kombiniert« (Strehl, 1983, S. 134). Aus dem synthetischen Charakter folgert Strehl die Notwendigkeit eines schrittweisen Aufbaus bei der Mathematisierung der anschaulichen Vorstellungen (Strehl, 1983, S. 143 f.):

1. Winkel als Strahlenpaar
2. Kombination des Strahlenpaares mit dem dazwischen liegenden Winkelfeld
3. Orientierung der Strahlen führt zum »orientierten Winkel«

Krainer (1989) Krainer kritisiert Strehls Vorgehen als zu wenig problemorientiert und sieht in der dreischrittigen Mathematisierung »keine neuen anschaulichen Vorstellungen vom Begriff« geschaffen, sondern bezeichnet den Weg eher als »mathematischen Luxus« (Krainer, 1989, S. 38 f.). Er präsentiert weiterhin eine umfangreiche Übersicht zu den historischen Winkeldefinitionen. Nach ausführlicher Diskussion schlussfolgert er vier wesentliche

Vorstellungen, die im Mathematikunterricht herausgearbeitet werden sollen (Krainer, 1989, S. 387):

- ▶ Winkel ohne (Kreis-)Bogen / Winkel als Knick einer Gerade
- ▶ Winkel mit (Kreis-)Bogen bzw. Winkelfeld / Winkel als Teil der Ebene mit zwei von einem gemeinsamen Anfangspunkt ausgehenden geraden Linien
- ▶ Winkel mit Kreisbogenpfeil bzw. orientiertes Winkelfeld / Winkel als Ebenenteil, dessen »Entstehungsgeschichte« über die Drehung eines Schenkels beschrieben wird
- ▶ Winkel mit Umdrehungspfeil / »Umlaufwinkel« als beliebige Drehung um einen Punkt

Für die ersten beiden Vorstellungen betont er dabei einen *figuralen* Aspekt des Winkels, während die letzten beiden *relational* sind, da sie die Beziehung der Halbgeraden/Richtungen zueinander im Fokus haben. Krainer entwickelt diese Vorstellungen sehr stark nach dem *Prinzip der Operativen Begriffsbildung* (Krainer, 1989, S. 290 ff.) und hat damit den Anwendungscharakter als strukturierendes Element der vier Vorstellungen viel stärker im Blick als die mögliche mathematische Definition, wie es z. B. Freudenthal tat.

Zur Ausbildung der vier Vorstellungen bei den Schülerinnen und Schülern schlägt Krainer ein Aufgabensystem aus über 70 Aufgaben vor, das die Vielfältigkeit der Vorstellungen zum Winkel bewusst und explizit macht. Als Ergänzung zu Freudenthal sieht Krainer hier »sowohl eine Verbindung zu mathematischer Theoriebildung, als auch ein[en] Hinweis auf die Konkretisierung, wie der entsprechende Begriff im Unterricht zu behandeln wäre« (Krainer, 1989, S. 346).

Mitchelmore (1990) unterscheidet sieben mathematische Systeme sowie drei Wahrnehmungsbereiche von Winkeln. Dies erfolgt unter der Fragestellung, warum Schülerinnen und Schüler Lernschwierigkeiten mit Winkeln haben.

Mitchelmore (1990)

Die Wahrnehmungsbereiche, die er mit *Teilbegriffen* des Winkels in Verbindung bringt, sind klassifiziert in Winkel als:

- ▶ Ecken (wozu auch Winkelfelder gehören)
- ▶ Strahlenpaare
- ▶ Drehungen

Ursprung der Teilbegriffe sind demnach reale Situationen. Die sieben mathematischen Systeme ergeben sich dagegen, ähnlich wie bei Freudenthal, aus verschiedenen Kombinationen von Orientierung der Winkel und Gültigkeitsbereich der möglichen Winkelmaße.

Darauf aufbauend stellt Mitchelmore verschiedene Tabellen auf, in denen Gültigkeitsbereiche, Wahrnehmungsbereiche sowie sich daraus ergebende Äquivalenzen und Darstellungsmöglichkeiten von Winkeln gegenübergestellt werden (Mitchelmore, 1990, S. 34 ff.).

Die Vielzahl an Wahrnehmungsbereichen und Gültigkeitsbereichen sowie deren mangelnde Verknüpfung führen bei Schülerinnen und Schülern zu Schwierigkeiten mit Winkeln, zu deren Vermeidung Mitchelmore verschiedene Maßnahmen vorschlägt:

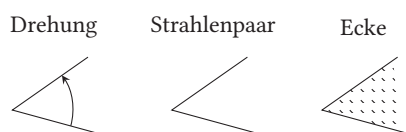


Abbildung 3.1: »Winkeldiagramme« nach Mitchelmore (1990, S. 31)

► In der Grundschule sollten alle drei Wahrnehmungsbereiche unterrichtet werden, der Schwerpunkt liegt hier im Sammeln praktischer Erfahrungen. Zur Unterscheidung sollen die drei Teilbegriffe mit verschiedenen »Winkeldiagrammen«, also Symboliken, repräsentiert werden, wobei das Strahlenpaar als Vermittler zwischen Ecken und Drehungen dient.

► In der Sekundarstufe I ist ein integriertes Begriffsverständnis zum Winkel bedeutsamer als eine formale Definition. Der Winkelbegriff soll als Idealisierung sichtbar werden, in dem alle Wahrnehmungsbereiche vorkommen. Der Schwerpunkt liegt demnach in der Verknüpfung der Teilbegriffe. Die Beschränkungen des Gültigkeitsbereiches und möglicher Äquivalenzen von Winkeln sind dann kontextabhängig und müssen von den Schülerinnen und Schülern entsprechend entschieden werden.

► Erst in der Sekundarstufe II sollte eine formale Winkeldefinition erfolgen.

3.2 Englischsprachige Diskussionen

3.2.1 Überblick

Auch in den englischsprachigen Ansätzen werden die Vielfältigkeit des Winkelbegriffs und die damit einhergehenden Schwierigkeiten für Schülerinnen und Schüler betont (z. B. Close, 1982; de Matos, 1999; Keiser, 2004; Christos und Georgios, 2007; Kaur, 2017). Die dabei vorgenommenen Strukturierungskriterien für eine Aufstellung der möglichen Winkelvorstellungen ähneln denen der bereits oben genannten Autoren. Bei de Matos (1999, S. 98 ff.) findet man ergänzend dazu noch Ansätze aus der Gestalttheorie.

Mehr noch als in der deutschsprachigen Mathematikdidaktik finden sich vielfältige Vorschläge für eine konkrete Art und Weise der Unterrichtsgestaltung bei der Einführung des Winkelbegriffs. Hinsichtlich der Operationen bildet dabei das Messen von Winkeln einen Schwerpunkt (z. B. Wilson und Adams, 1992; Clements et al., 1996; Browning et al., 2007; Moore, 2013; Crompton, 2015). Die Unterrichtsgestaltung erfolgt häufig mittels eigener Körpererfahrungen (z. B. Wilson und Adams, 1992; Fyhn, 2006; Munier et al., 2008; Smith et al., 2014) bzw. unter Zuhilfenahme digitaler Umgebungen zur Unterstützung der Begriffsvorstellung (z. B. Clements et al., 1996; Browning et al., 2007; Crompton, 2015; Kaur, 2017).

Bei all der Unterschiedlichkeit der Ansätze lässt sich übereinstimmend zusammenfassen: Der Winkelbegriff weist eine Vielfältigkeit auf, die es im Unterricht zu thematisieren gilt. Die Auswahl, *welche* Vorstellungen vermittelt werden sollen, wird v. a. durch deren Bezugssystem gelenkt – also ob man von der mathematischen Definition ausgeht, von realen Anwendungskontexten, von wahrnehmungsbedingten Theorien usw. Damit besteht eine erhebliche Abhängigkeit von der entsprechenden »Kultur des Mathematikunterrichts« – sei es auf nationaler Ebene, hinsichtlich des gegebenen Curriculums, aktueller mathematikdidaktischer Strömungen oder gar auf Schul- oder Klassenebene und abhängig von der jeweiligen Lehrkraft.

3.2.2 Abstraktionsprozess als Grundlage der Auswahl

Das Bezugssystem selbst kann aber auch aus der Art und Weise, *wie* der Winkelbegriff im Laufe der Schulzeit behandelt wird, bestimmt werden. Hierzu werde ich auf die Arbeiten von Mitchelmore und White aufbauen.

Die Autoren vertiefen die Gedanken von Mitchelmore (1990) und gehen davon aus, dass der Winkelbegriff bei Schülerinnen und Schülern im Laufe der Schulzeit schrittweise im Sinne eines Abstraktionsprozesses ausgebildet wird. Um dies zu stützen, haben die Autoren zahlreiche empirische Studien durchgeführt, deren Auswertung in ein dreistufiges Modell mündet. Das Modell wird hier nur kurz dargestellt, eine spezifische Diskussion erfolgt in Abschnitt 6.2.3.

1. *Situative Winkelbegriffe*: Kinder sammeln, noch vor Schuleintritt, in ihrem Alltag und im Spiel Erfahrungen zu verschiedenen Situationen, in denen Winkel eine Rolle spielen. Dabei werden die verschiedenen Situationen zu mentalen Klassen zusammengefasst. So gehören beispielsweise ein Spielzeugkran und ein echter Baukran zur selben Klasse. Das so entwickelte Wissen beschränkt sich jedoch jeweils auf ein solches Modell –

Mitchelmore und White (1998)

↗ Entstehung und Diskussion des Modells von Mitchelmore und White, S. 63

Situativer Winkelbegriff

Kontextueller Winkelbegriff

so kann z. B. ein Ventilator nicht mit einem Kran in Verbindung gebracht werden.

2. Kontextuelle Winkelbegriffe: In Situationen mit offensichtlichen Gemeinsamkeiten (z. B. bei der Drehung eines Ventilators und eines Kranarmes) werden gemeinsame geometrische Konfigurationen erkannt, woraus sich *kontextuelle Winkelbegriffe* entwickeln. Dabei kann bei jedem kontextuellen Winkelbegriff herausgearbeitet werden, was den zu ihm gehörenden spezifischen Situationen gemein ist, was sie voneinander abgrenzt und wie der Begriff an ihnen vergegenständlicht wird.

Die Schülerinnen und Schüler sind damit innerhalb eines Kontextes in der Lage, auch theoretisch über Situationen nachzudenken (z. B. gedanklich extreme Konfigurationen zu erzeugen).

- ▶ Drehung (unbegrenzt/begrenzt),
 - ▶ Zusammentreffen (treffend/kreuzend),
 - ▶ Neigung (Linie/Ebene),
 - ▶ Ecke (Ebenen/Kanten),
 - ▶ Biegung (Objekt/Pfad),
 - ▶ Richtung (Objekt/Pfad),
 - ▶ Öffnung (starr/beweglich)
- ↗ siehe auch Tabelle 6.2 auf S. 64

Die kontextuellen Winkelbegriffe entwickeln sich im Laufe des Grundschulalters. Mitchelmore und White (1998, S. 7) unterscheiden sieben Winkelkontexte, jeweils in zwei Qualitäten unterteilt. Dabei betonen die Autoren jedoch, dass sie zunächst einmal von diesen Kontexten ausgehen, ohne deren Auswahl durch empirische Befunde abgesichert zu haben (Mitchelmore & White, 1998, S. 8). In ihren empirischen Untersuchungen wird dann stets nur eine Teilmenge der Kontexte verwendet (vgl. Abschnitt 6.2.3, S. 65).

Abstrakter Winkelbegriff

3. Abstrakte Winkelbegriffe: Im Laufe der Sekundarstufe werden mehr und mehr die Gemeinsamkeiten verschiedener Kontexte erkannt und zwischen diesen ein mathematischer Kern herausgearbeitet. Die Schülerinnen und Schüler sind in der Lage, auch Winkelsituationen miteinander zu vergleichen, die verschiedenen Kontexten zugehörig sind, z. B. in Situationen unterschiedlicher Kontexte rechte Winkel zu erkennen.

Dabei muss es nicht zwingend *den einen* abstrakten Winkelbegriff geben – es reicht auch, wenn zunächst nur eine Auswahl an Kontexten zu einem abstrakten Winkelbegriff vereint werden kann. Ziel der Autoren ist jedoch letztlich das Erreichen des »standard general angle concept« – einem *abstrakten Standard-Winkelbegriff*.

3.3 Definition – Begriff – Vorstellung

Die zitierten Autoren verwenden für ihre Winkelsysteme verschiedene Bezeichnungen. So spricht Freudenthal (1973, S. 438) von vier *Winkelbegriffen*, während Strehl (1983, S. 145) von nur *einem* Winkelbegriff mit mehreren *Mathematisierungen* spricht. Bei allen genannten Autoren spielen außerdem *Vorstellungen* eine Rolle, Strehl (1983, S. 129 ff.) unterscheidet diese noch von *Veranschaulichungen*.

Bezugnehmend auf die Grundvorstellungsidee (vom Hofe, 1995), werde ich im Folgenden von *dem* Winkelbegriff sprechen. Dieser vereint dann mehrere *Grundvorstellungen* zu seinen *Aspekten*, also wie ein Winkel mathematisch beschrieben werden kann, und darüber, wie mit einem Winkel hinsichtlich des jeweiligen Aspektes *operiert* werden kann. Eine genauere Differenzierung bzw. die Zusammenhänge zwischen *Grundvorstellungen*, *Aspekten* und *Operationen* zu einem Begriff werden im Abschnitt 7.1.2 näher beschrieben.

↗ Grundvorstellungen zu Aspekten und Operationen, S. 72

Unter Nutzung dieser Bezeichnungen kann nun gesagt werden, dass Freudenthal (1973) und Krainer (1989) jeweils vier Winkelaspekte ausgearbeitet haben, bei Strehl (1983) sind es drei, bei Mitchelmore (1990) je nach Interpretation drei oder sieben. Angesichts der ausführlichen historischen Analyse durch Krainer und dessen Bezugnahme auf die erwähnten Autoren (bis auf Mitchelmore), kann davon ausgegangen werden, dass dessen Winkelaspekte die zuvor entwickelten zusammenführen und angemessen ausdifferenzieren. Die im Abstraktionsstufenmodell von Mitchelmore und White (1998) bezeichneten *Kontexte* können als die Grundvorstellungen zu *Aspekten* des Winkelbegriffs aufgefasst werden.

3.4 Präzisierung der ersten Forschungsfrage

Die in der Einleitung gewählte Formulierung der ersten Forschungsfrage – »Welche anschlussfähigen Vorstellungen von Winkeln sollen Schülerinnen und Schüler im Mathematikunterricht entwickeln?« – kann nun anhand der durchgeführten Literaturanalyse und unter Bezugnahme auf die verwendeten Begrifflichkeiten präzisiert werden:

- ▶ Welche *Aspekte* des Winkelbegriffs sollen Schülerinnen und Schüler im Mathematikunterricht entwickeln, so dass mit ihnen ein konsistent die mathematische *Abstraktion* verfolgender Aufbau des Winkelbegriffs ermöglicht wird?

Erste Forschungsfrage

Die *Aspekte* werden im Sinne meiner Interpretation der Grundvorstellungstheorie nach vom Hofe aufgefasst, siehe Abschnitt 7.1.2. Die *Abstraktion* des Winkelbegriffs wird nach dem entsprechenden Prozess von Mitchelmore und White verstanden, eine ausführlichere Darstellung erfolgt im Abschnitt 6.2.3.

Die von Krainer formulierten Aspekte scheinen eine erste Antwort auf diese Frage zu liefern, auch wenn mit Ihnen noch nicht die Abstraktionsmöglichkeit nach Mitchelmore und White vollumfänglich untersucht worden ist – wemgleich Mitchelmore und White (1998) auch auf Krainer (1989) Bezug nehmen. Es soll daher im folgenden Kapitel ein aus stofflicher Sicht

hergestellter Bezug zwischen den Aspekten und dem Abstraktionsweg geschaffen werden. Dafür wird das »standard general angle concept« als Anlass genommen, aus dem abstraktesten Kern des Winkelbegriffs noch einmal »rückwärts gewandt« zu fragen, wie dieser in einzelnen konkreten Situationen sichtbar wird und was die damit verbundenen Aspekte im Wesentlichen unterscheidet. Dieser Ansatz führt letztlich zu der von mir entwickelten *informationstheoretischen Winkeldefinition*, damit zur Rechtfertigung für eine konkrete Auswahl an Aspekten und somit auch letztlich zur Beantwortung der ersten Forschungsfrage.

4 Die informationstheoretische Winkeldefinition

Mitchelmore und White formulieren in ihrem Modell den *abstrakten Standard-Winkelbegriff* als »two lines meeting at a point with an angular relation between them« (Mitchelmore & White, 1998, S. 5). Dass diese Formulierung nicht zufriedenstellend ist, wird an mehreren Stellen sichtbar:

► Offensichtlich handelt es sich bei der Definition verbal um einen Zirkelschluss. Darauf gehen die Autoren auch ein, dies soll hier also nicht weiter diskutiert werden (vgl. Mitchelmore & White, 2000, S. 234 f.).

► Es gibt durchaus Situationen – und diese diskutieren die Autoren ebenfalls (Mitchelmore & White, 1998, S. 25) – in denen nur ein Schenkel erkennbar ist. Der zweite ließe sich zwar stets »hineininterpretieren«, ist aber nicht immer als Objekt vorhanden. Insbesondere bei Umdrehungen können niemals beide Schenkel gleichzeitig in Erscheinung treten, hier muss dann eine Anfangskonfiguration mit einer Endkonfiguration verglichen werden.

► Es wird von einer »Winkelrelation« zwischen den beiden Schenkeln gesprochen, wobei nicht klar wird, was damit gemeint ist. In den von den Autoren verwendeten »Winkelmodellen« (Mitchelmore & White, 1998, S. 10) kann immer ein Schenkel um den Scheitelpunkt gedreht werden. Statt also von einer »Relation« zwischen den beiden Schenkeln zu sprechen, könnte man genauso gut sagen, dass es eine gewisse »Abweichung« der zweiten von der ersten Richtung gibt. Diese wiederum ließe sich mit einem Abweichungsmaß beschreiben, beispielsweise als Anteile voller Umdrehungen.

↗ Winkelmodelle, S. 66

► Unstrittig dagegen ist die Hervorhebung des Scheitelpunktes als besonderen Punkt eines Winkels.

Besteht also der Wunsch, alle möglichen Situationen und Kontexte auf einen Kern zu reduzieren und tatsächlich nur *einen* allgemeinen, abstrakten Winkelbegriff zu formulieren, könnte man auch aus einer anderen Sichtweise fragen: Welche *Informationen* werden benötigt, um eine beliebige Winkelsituation bzw. einen beliebigen Winkelkontext beschreiben zu können?

Informationstheoretischer Ansatz

4.1 Beschreibung von Winkeln aus der Sicht von Informationen

Die reine Angabe zweier Strahlen reicht für eine vollständige Beschreibung nicht aus, da so nicht klar ist, was »dazwischen« passiert. Sind dagegen Informationen über einen Schenkel bekannt, so bedarf es nur noch des Abweichungsmaßes, so dass auch ein eventueller zweiter Schenkel ermittelt werden kann. In dem Abweichungsmaß (z. B. als Anteile von vollen Umdrehungen, genauso möglich aber auch im Gradmaß, Bogenmaß, in Neugrad, ...) kann dann durch ein Vorzeichen auch die Richtung der Umdrehung enthalten sein, wenn diese für eine Situation oder einen Kontext relevant ist.

Ein Winkel kann über die Angabe eines Strahls und eines Abweichungsmaßes beschrieben werden.

Da hier Informationen über das geometrische Objekt Winkel angegeben werden, wird im Folgenden von einer *informationstheoretischen Winkeldefinition* gesprochen.

Maß als Bestandteil des Objekts

Dabei ist es durchaus legitim, das Maß als Bestandteil des Objektes aufzufassen (Etzold, 2017, S. 42 f., Hervorhebungen und Fußnote im Original):

Üblicherweise wird der Winkel als Objektbegriff aufgefasst, dem dann ein Maß zugeordnet werden kann (siehe z. B. Filler, 2011, S. 32). Beachtet man, dass auch negative Winkelmaße bzw. solche über 360° möglich sind⁷, so muss also die Zuordnung eindeutig von der Menge der Winkel auf die Menge der reellen Zahlen (bzw. Gradzahlen) abbilden können. Dies heißt im Umkehrschluss jedoch auch, dass ein Winkel, dem das Maß 30° zugeordnet wird, als Objekt von einem Winkel, dem das Maß 390° zugeordnet wird, unterscheidbar sein muss. Es reicht damit also keinesfalls aus, ausschließlich die Lage der Schenkel und des Scheitelpunktes in der Ebene anzugeben – sondern es ist notwendig, hier noch eine *weitere Information* im Winkel-Objekt enthalten zu haben, die Auskunft darüber gibt, wie viele Umdrehungen im Winkel enthalten sind.

Neben der vorgeschlagenen mit Vorzeichen behafteten Zahl wären auch alternative, jedoch aus mathematischer Sicht äquivalente Formulierungen möglich. So könnte auch eine Richtung (gegen/im Uhrzeigersinn) sowie eine nichtnegative Zahl verwendet werden. Oder man spricht von einer bestimmten Anzahl voller Umdrehungen (mit Richtungsangabe oder Vorzeichen) sowie einem zusätzlichen Winkelmaß, das mindestens 0° aber kleiner als 360° sein muss (oder im Intervall $[0, 2\pi)$ bzw. $[0, 1)$ liegt, wenn man im Bogenmaß bzw. mit Anteilen voller Umdrehungen arbeiten möchte). Auch könnte ein weiteres geometrisches Objekt, wie eine Spirale, Bestandteil des Winkels sein, die dann die Zuordnung eines eindeutigen Maßes ermöglicht.

⁷Und solche Winkelmaße *muss* es geben, da sonst die Betrachtung trigonometrischer Funktionen nicht sinnvoll ist.

4.2 Geometrische Analyse

4.2.1 Algebraische Beschreibung der Winkel-Bestandteile

Der erste Schenkel als Strahl selbst kann durch einen Scheitelpunkt und eine Richtung beschrieben werden, letztere ist mathematisch wiederum durch einen Vektor repräsentierbar. Diese Beschreibung unterstützt damit auch den Richtungscharakter des Schenkels. Befindet man sich in der euklidischen Ebene, so kann also ein Winkel W über

$$W = ((x|y), (r_x|r_y), \varphi) \quad x, y, r_x, r_y \in \mathbb{R}, r_x \neq 0 \vee r_y \neq 0, \varphi \in \mathbb{W}_*$$

beschrieben werden. φ ist das Abweichungsmaß, das der Menge \mathbb{W}_* der Winkelmaßzahlen entstammt – je nachdem, für welches Maß man sich entscheidet. x und y sind die Koordinaten des Scheitelpunktes, r_x und r_y die Koordinaten des Vektors, der die Richtung des ersten Schenkels beschreibt. Die Elemente sind geordnet, damit die einzelnen Bestandteile des Winkels eindeutig zuordenbar sind.

Um nun mit Winkeln aus mathematischer Sicht operieren zu können, bietet sich ein Übergang in komplexe Zahlen an, da damit Drehungen einfach durch algebraische Operationen beschrieben werden können. Die Winkelbeschreibung wird also verändert zu:

$$W = (z, r, \varphi) \quad z \in \mathbb{C}, r \in \mathbb{C}^*, \varphi \in \mathbb{W}_{\text{rad}}$$

Dabei ist $\mathbb{C}^* := \mathbb{C} \setminus \{0\}$. Man beachte, dass hier von einem Abweichungsmaß im Bogenmaß ausgegangen wird, also $\mathbb{W}_{\text{rad}} = \mathbb{R}$ ist. Jedes andere Winkelmaß kann eineindeutig in dieses umgerechnet werden.

Die Definition eines Strahles über einen Punkt und einen Vektor ist jedoch nicht eineindeutig, da beispielsweise $(z, 1 + 2i)$ denselben Strahl wie $(z, 2 + 4i)$ darstellen würde. Eine Möglichkeit wäre, hier eine Normierung zu verlangen, beispielsweise auf den Betrag 1. Dies könnte jedoch den Eindruck vermitteln, die Schenkellänge hätte einen Einfluss auf das Winkel-Objekt. Daher muss vielmehr ein Kriterium herangezogen werden, das überprüft, ob zwei Vektoren $r_1, r_2 \in \mathbb{C}^*$ denselben Richtungssinn haben:

$$r_1 \ominus r_2 \Leftrightarrow \frac{r_1}{|r_1|} = \frac{r_2}{|r_2|}$$

Informationstheoretische Winkeldefinition in der euklidischen Ebene

- \mathbb{W}_{rad} Bogenmaß
- \mathbb{W}_{\circ} Gradmaß
- \mathbb{W}_{gon} Neugrad
- \mathbb{W}_{Um} Umdrehungen

Informationstheoretische Winkeldefinition im Komplexen

Gewähltes Maß	Umrechnung ins Bogenmaß, $\varphi \in \mathbb{W}_{\text{rad}}$
Gradmaß $\alpha \in \mathbb{W}_{\circ}$	$\frac{\alpha}{360^\circ} = \frac{\varphi}{2\pi}$
Neugrad $g \in \mathbb{W}_{\text{gon}}$	$\frac{g}{400 \text{ gon}} = \frac{\varphi}{2\pi}$
Umdrehungen $u \in \mathbb{W}_{\text{Um}}$	$u = \frac{\varphi}{2\pi}$

Tabelle 4.1: Umrechnungen verschiedener Abweichungsmaße

Gleicher Richtungssinn von Strahlen

Dabei beruft sich $\ominus : \mathbb{C}^* \times \mathbb{C}^* \rightarrow \{\text{wahr, falsch}\}$ letztlich auch auf die Normierung, jedoch kann mit den ursprünglichen Vektoren weitergearbeitet werden.

Gilt $\frac{r_1}{|r_1|} = \frac{r_2}{|r_2|}$, so ist $k = \frac{|r_2|}{|r_1|} > 0$.
 Gibt es ein solches $k > 0$, dann
 ist $\frac{r_2}{|r_2|} = \frac{kr_1}{|kr_1|} = \frac{kr_1}{k|r_1|} = \frac{r_1}{|r_1|}$.

Der gleiche Richtungssinn ist äquivalent dazu, dass es ein $k \in \mathbb{R}, k > 0$ mit $r_2 = k \cdot r_1$ gibt. Dies entspricht anschaulich der Skalierung des Vektors r_1 mit dem Skalierungsfaktor $k > 0$.

Der Vektor v des zweiten Schenkels lässt sich nun über $v = r \cdot e^{i\varphi}$ berechnen – dies entspricht gerade der Drehung des Vektors (bzw. der komplexen Zahl) r durch das Maß φ .

4.2.2 Kongruenzabbildungen

Wie können nun Kongruenzabbildungen mit der informationstheoretischen Winkeldefinition beschrieben werden? Dazu seien $T, R, S : \mathbb{C} \rightarrow \mathbb{C}$ die bekannten Operationen Verschiebung, Drehung und Spiegelung in der komplexen Ebene, während $\tilde{T}, \tilde{R}, \tilde{S} : \mathbb{C} \times \mathbb{C}^* \times \mathbb{W}_{\text{rad}} \rightarrow \mathbb{C} \times \mathbb{C}^* \times \mathbb{W}_{\text{rad}}$ die Winkel abbildet.

Verschiebung

Eine Verschiebung eines Winkels bedeutet, dass sein Scheitelpunkt verschoben wird, während die anderen Komponenten beibehalten werden.

$$\tilde{T}(z, r, \varphi) = (T(z), r, \varphi)$$

Drehung

Eine Drehung eines Winkels um einen Punkt geht einher mit der Drehung des Scheitelpunktes sowie der Drehung der Richtung; das Maß jedoch bleibt erhalten.

$$\tilde{R}(z, r, \varphi) = (R(z), R(r), \varphi)$$

Spiegelung

Eine Spiegelung eines Winkels an einer Achse bedeutet, dass einerseits der Scheitelpunkt an dieser gespiegelt werden muss. Andererseits muss die Richtung r an der Achse gespiegelt werden, worauf jedoch die Lage von z einen Einfluss hat. Hierfür können zunächst die beiden Punkte z und $z + r$ gespiegelt und aus den Spiegelpunkten wieder der Erstschenkel des gespiegelten Winkels bestimmt werden. Das Maß wechselt sein Vorzeichen, entsprechend der Orientierungsumkehr einer Spiegelung.

$$\tilde{S}(z, r, \varphi) = (S(z), S(z + r) - S(z), -\varphi)$$

Aus der Bijektivität von S folgt $S(z + r) - S(z) \neq 0$, denn sonst wäre $S(z + r) = S(z)$, also $z + r = z$, also $r = 0$. Damit ist sichergestellt, dass die Funktionswerte von \tilde{S} jeweils in $\mathbb{C} \times \mathbb{C}^* \times \mathbb{W}_{\text{rad}}$ liegen.

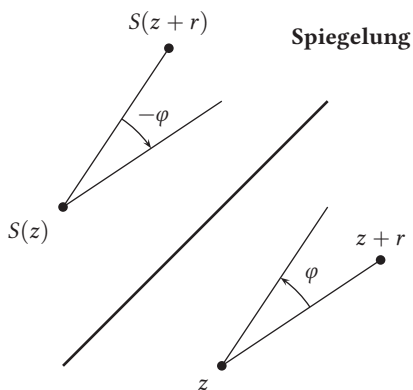


Abbildung 4.1: Spiegelung eines informationstheoretischen Winkels

4.2.3 Äquivalenz zweier Winkel

Welche Unterschiede können zwei Winkel aufweisen? Aufgrund der drei Elemente, die einen Winkel beschreiben, ergeben sich acht Möglichkeiten, aufgeführt in Tabelle 4.2. Als unstrittig, dass es sich um *verschiedene* Winkel handelt, können die Fälle ④, ⑥, ⑦ und ⑧ angesehen werden, also die, in denen $\varphi_1 \neq \varphi_2$ gilt. Im Fall ① kann man von *identischen* Winkeln sprechen, in den Fällen ②, ③ und ⑤ von *maßgleichen* Winkeln.

Ob nun zwei Winkel als *äquivalent* bezeichnet werden können, halte ich jedoch für kontextabhängig. Soll beispielsweise eine Drehung beschrieben werden, so interessiert nur das Drehzentrum $z \in \mathbb{C}$ sowie ein Drehmaß $\varphi \in \mathbb{R}$. Jeder Winkel der Form (z, r, φ) mit irgendeinem $r \in \mathbb{C}^*$ kann also diese Drehung beschreiben (Fälle ① und ③). Demnach sind all diese Winkel äquivalent zueinander hinsichtlich der Beschreibung der entsprechenden Drehung. Soll jedoch das Sichtfeld einer Person beschrieben werden, so ist die Lage der Schenkel durchaus relevant. Dann wären die Winkel (z, r_1, φ) und (z, r_2, φ) mit $r_1 \not\equiv r_2$ nicht äquivalent zueinander hinsichtlich der Beschreibung des Sichtfeldes.

Können nun die Fälle ①, ②, ③ und ⑤ vier verschiedenen Kontexten zugeordnet und damit vier Winkelaspekte bestimmt werden – womöglich genau die vier von Krainer (1989)? Nicht ganz! Zunächst entscheidet die »Interessenlage« darüber, welche Fälle betrachtet werden können. Ist bspw. die Information zum Scheitelpunkt nicht relevant, aber die Gleichheit von Erstrichtung und Abweichungsmaß, so können dem mehrere Fälle zugeordnet werden – nämlich ① mit Gleichheit der Scheitelpunkte und ② mit Ungleichheit. Wie schon diskutiert, kann mit ③ die Äquivalenz zweier Drehungen beschrieben werden, mit ⑤ auch, wenn das Drehzentrum nicht relevant ist, sondern nur die Drehweite. Fall ② beschreibt die Äquivalenz zweier Richtungsänderungen, bei denen die jeweiligen Erstrichtungen übereinstimmen. Innerhalb von Fall ① kann nun noch einmal unterschieden werden, ob der »Zwischenbereich« zwischen den Schenkeln relevant ist. Wenn ja, wie beim Sichtfeld, überwiegt der Feldcharakter. Wenn nein, ist nur der Knick zwischen den Schenkeln von Interesse.

Insofern lassen sich also tatsächlich Krainers Winkelaspekte wiederfinden und im Sinne von Mitchelmore und White in vier Kontexte unterscheiden. Angelehnt an die Formulierungen von Freudenthal (1973) und Krainer (1989) sollen diese Kontexte bzw. Aspekte die Bezeichnungen *Knick*, *Feld*, *Richtungsänderung* und *Umdrehung* erhalten. Für jeden Kontext K kann damit formuliert werden, wann zwei Winkel W_1 und W_2 als äquivalent zueinander hinsichtlich dieses Kontextes aufgefasst werden können, also wann $W_1 \stackrel{K}{\equiv} W_2$ gilt. Eine solche kontextabhängige Äquivalenz von Winkeln ist auch bei Mitchelmore (1990) schon sichtbar geworden.



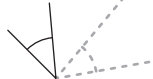





	$z_1 = z_2$	
①	$r_1 \ominus r_2$ $\varphi_1 = \varphi_2$	
	$z_1 \neq z_2$	
②	$r_1 \ominus r_2$ $\varphi_1 = \varphi_2$	
	$z_1 = z_2$	
③	$r_1 \oplus r_2$ $\varphi_1 = \varphi_2$	
	$z_1 = z_2$	
④	$r_1 \ominus r_2$ $\varphi_1 \neq \varphi_2$	
	$z_1 \neq z_2$	
⑤	$r_1 \oplus r_2$ $\varphi_1 = \varphi_2$	
	$z_1 \neq z_2$	
⑥	$r_1 \ominus r_2$ $\varphi_1 \neq \varphi_2$	
	$z_1 = z_2$	
⑦	$r_1 \oplus r_2$ $\varphi_1 \neq \varphi_2$	
	$z_1 \neq z_2$	
⑧	$r_1 \oplus r_2$ $\varphi_1 \neq \varphi_2$	

Tabelle 4.2: »Teilweise« Gleichheit von Winkeln

Knick, Feld, Richtungsänderung, Umdrehung

Tabelle 4.3: Kontextabhängige Äquivalenz zweier Winkel

Kontext K	Bedingung für $(z_1, r_1, \varphi_1) \stackrel{K}{\equiv} (z_2, r_2, \varphi_2)$	zugehörige Fälle
Knick	$z_1 = z_2, r_1 \ominus r_2$ und $\varphi_1 = \varphi_2$	①
Feld	$z_1 = z_2, r_1 \ominus r_2$ und $\varphi_1 = \varphi_2$	①
Richtungsänderung	$r_1 \ominus r_2$ und $\varphi_1 = \varphi_2$	①, ②
Umdrehung	$z_1 = z_2$ und $\varphi_1 = \varphi_2$	①, ③, ggf. ⑤

4.3 Bestimmung des Abweichungsmaßes zweier Strahlen

Eine typische Aktivität von Schülerinnen und Schülern ist das Messen eines Winkel, bei dem in der Regel ein (geordnetes) Strahlenpaar mit einem gemeinsamen Anfangspunkt gegeben ist und anhand dessen das Maß des Winkels bestimmt werden soll. Die gegebene geometrische Konfiguration ist kein Winkel im Sinne der informationstheoretischen Winkeldefinition – dennoch muss die Bestimmung des Abweichungsmaßes bei zwei gegebenen Strahlen mathematisch beschreibbar sein. Eine Schwierigkeit besteht darin, dass das Maß aufgrund möglicher Überdrehungen nicht eindeutig ist. Diese Mehrdeutigkeit jedoch ist mathematisch greifbar, wofür ein wenig ausgeholt werden muss.

4.3.1 Der komplexe Logarithmus

Im Folgenden wird davon ausgegangen, dass für $x \in \mathbb{R}, x > 0$, der Logarithmus $\log(x)$ als diejenige Zahl existiert, für die $x = e^{\log(x)}$ gelte. Dabei ist die Funktion $\log : (0, \infty) \rightarrow \mathbb{R}$ mit $x \mapsto \log(x)$ bijektiv und besitzt die Umkehrfunktion $\exp : \mathbb{R} \rightarrow (0, \infty)$ mit $y \mapsto e^y$.

Lässt sich nun aber auch für beliebige komplexe Zahlen der Logarithmus bestimmen? Wenn es für die komplexe Zahl $z \in \mathbb{C}$ ein $w \in \mathbb{C}$ gibt, mit dem $e^w = z$ gilt, folgt aus den Darstellungen $z = |z| \cdot e^{i \arg(z)}$ bzw. $w = x + iy$ (mit $x, y \in \mathbb{R}$):

$$z = |z| \cdot e^{i \arg(z)} = e^w = e^{x+iy} = e^x e^{iy},$$

also $e^x = |z|$ und $e^{iy} = e^{i \arg(z)}$ und damit

$$w = \log|z| + i \arg(z).$$

Dies lässt sich für $z \neq 0$ berechnen, also ist für $z \in \mathbb{C}^*$ die Existenz einer solchen Zahl w (und damit eines Logarithmus) gesichert. Dabei ist $\arg(z)$ bis auf Vielfache von 2π eindeutig bestimmt. Das heißt, dass es für ein und dieselben Zahlen $z_1 = z_2$ mit $z_1 = |z| \cdot e^{i \arg(z)}$ und $z_2 = |z| \cdot e^{i(\arg(z)+2\pi)}$ verschiedene Logarithmen $w_1 \neq w_2$ geben kann mit $w_1 = \log|z| + i \arg(z)$

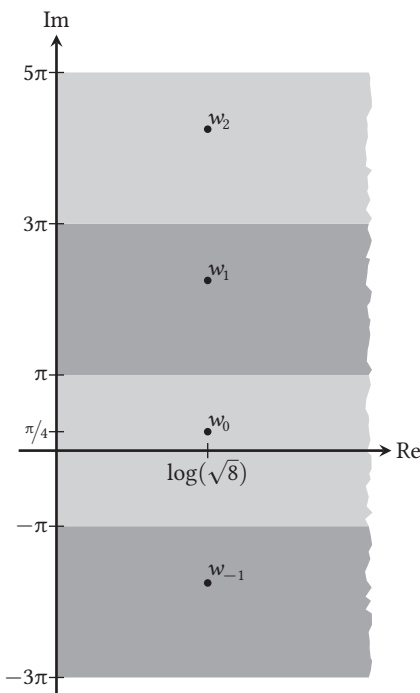


Abbildung 4.2: Logarithmen w_k für $z = 2 + 2i = \sqrt{8} e^{i\frac{\pi}{4}}$

und $w_2 = \log|z| + i(\arg(z) + 2\pi)$. Genauer: Sobald es für $z \in \mathbb{C}^*$ einen Logarithmus gibt, gibt es unendlich viele, die sich in ihrem Imaginärteil um Vielfache von 2π unterscheiden. Für $z = 0$ gibt es nun tatsächlich keinen Logarithmus, da $e^w \neq 0$ für alle $w \in \mathbb{C}$ gilt (für die Gesetzmäßigkeiten der komplexen Exponentialfunktion siehe z. B. Heuser, 2003, S. 395).

Nicht nur die Mehrdeutigkeit des Logarithmus ist störend, auch wäre es wünschenswert, dass die Logarithmusfunktion stetig oder sogar differenzierbar ist, da somit vielfältige Erkenntnisse der Funktionentheorie genutzt werden könnten. Lässt man beispielsweise für das Argument von z das Intervall $(-\pi, \pi]$ zu, so wäre ein zu $z_1 = -1 = e^{\pi i}$ gehörender Logarithmus $w_1 = i\pi$ und zu $z_2 = e^{(-\pi+\varepsilon)i}$ ein zugehöriger Logarithmus $w_2 = i(-\pi + \varepsilon)$ mit hinreichend kleinem $\varepsilon > 0$. Nun ist $\lim_{\varepsilon \rightarrow 0} |z_1 - z_2| = 0$, aber $\lim_{\varepsilon \rightarrow 0} |w_1 - w_2| = 2\pi$, also ist die Logarithmusfunktion in dieser Form an der Stelle $z = -1$ unstetig.

Ein Ausweg ist, eine solche Funktion zu »erzwingen« (vgl. Riemenschneider, 2006, S. 123):

Sei $G \subset \mathbb{C}^*$ ein Gebiet und $f : G \rightarrow \mathbb{C}$ stetig. Dann heißt f ein *Zweig des Logarithmus*, wenn für alle $z \in G$ gilt: $e^{f(z)} = z$.

Es ist zunächst überhaupt nicht klar, ob für jedes Gebiet solch eine Funktion existiert. Für die Umgebung $U_\varepsilon(-1)$ beispielsweise haben wir eine solche Funktion noch nicht gefunden. Für die Umgebung $U_\varepsilon(1)$ dagegen scheint es mit dem oben eingeführten Logarithmus keine Probleme zu geben, solange ε hinreichend klein ist.

Seien $f, g : G \rightarrow \mathbb{C}$ jeweils Zweige des Logarithmus, so gilt (vgl. Friesen, o.J.) $z = e^{f(z)} = e^{g(z)}$ für alle $z \in G$ und damit $1 = \frac{e^{f(z)}}{e^{g(z)}} = e^{f(z)-g(z)}$ (diese Rechnung ist wegen $e^w \neq 0$ für alle $w \in \mathbb{C}$ erlaubt). Daraus folgt dann $f(z) - g(z) = k(z) \cdot 2\pi i$ mit einer ggf. von z abhängigen Funktion $k : G \rightarrow \mathbb{Z}$. Wegen der Stetigkeit von f, g und \exp , ist aber auch k stetig und damit, da k eine ganzzahlige Funktion ist, sogar konstant. Zusammengefasst:

Sind $f, g : G \rightarrow \mathbb{C}$ Zweige des Logarithmus, so gibt es ein $k \in \mathbb{Z}$ mit $f(z) = g(z) + k \cdot 2\pi i$ für alle $z \in G$.

Beispiel: Es sei $G = \mathbb{C}_S := \mathbb{C} \setminus (-\infty, 0]$ die *geschlitzte Ebene*, also die komplexe Ebene ohne Null und ohne den negativen Bereich der reellen Achse. Darauf kann durch $f(z) := \log|z| + i \arg(z)$ mit $\arg(z) \in (-\pi, \pi)$ ein Zweig des Logarithmus definiert werden – dieser wird als *Hauptzweig des Logarithmus* bezeichnet (vgl. Frøyshov & Jurke, 2011, S. 19). Die Funktion $g(x) := \log|x| + i(\arg(x) + 2\pi)$ mit $\arg(x) \in (-\pi, \pi)$ ist dann ebenso ein

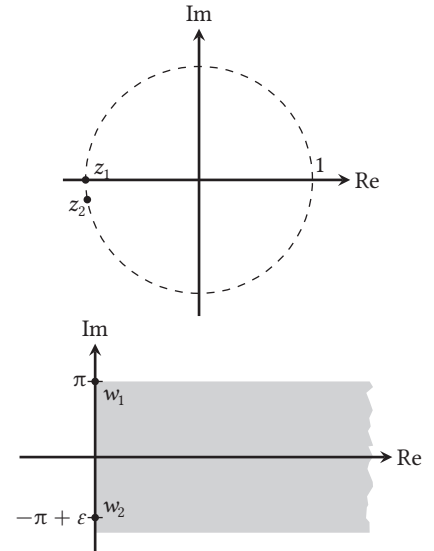


Abbildung 4.3: Unstetigkeit des Logarithmus

Zweig des Logarithmus

Mit der Forderung eines Gebietes wird gewährleistet, dass die Erkenntnisse der Funktionentheorie anwendbar sind. Tatsächlich ist jeder Zweig des Logarithmus auch holomorph mit $f'(z) = z^{-1}$, siehe Riemenschneider, 2006, S. 123.

Hauptzweig des Logarithmus

Zweig des Logarithmus. In der Abbildung 4.2 ist der hellgraue Streifen, in dem w_0 enthalten ist, das Bild $f(\mathbb{C}_S)$, wobei die oberen und unteren Ränder nicht dazu gehören. Entsprechend ist der dunkelgraue Streifen, in dem w_1 liegt, das Bild $g(\mathbb{C}_S)$, wieder ohne Ränder.

Es stellt sich nun die Frage, wie für ein Gebiet G entschieden werden kann, ob dort ein Zweig des Logarithmus existiert. Da bei den bisherigen Betrachtungen der Imaginärteil des Logarithmus immer ein Maß für den Winkel war, den die komplexe Zahl z , von der der Logarithmus bestimmt wurde, mit der positiven reellen Achse einnimmt, liegt es nahe, dass an dieser Stelle Unstetigkeitsstellen vermieden werden müssen (wie sie z. B. in der Umgebung $U_\varepsilon(-1)$ auftraten). Wir betrachten daher diesen Winkel genauer (vgl. Friesen, o.J.):

Zweig des Arguments

Sei $G \subset \mathbb{C}^*$ ein Gebiet und $\varphi : G \rightarrow \mathbb{R}$. Dann heißt φ ein *Zweig des Arguments*, wenn für jedes $z \in G$ die Zahl $\varphi(z)$ ein Argument von z ist, also die Darstellung $z = |z|e^{i\varphi(z)}$ gilt.

Für obiges Beispiel war $\varphi(z)$ das Standardargument von z zwischen $-\pi$ und π . Diese Funktion φ ist auf \mathbb{C}_S stetig und es gab keine Probleme bei der Bestimmung des Logarithmuszweiges. Die Stetigkeit von φ scheint also notwendig und vielleicht sogar hinreichend für die Existenz eines Logarithmuszweiges zu sein. Und dies ist tatsächlich so:

Auf einem Gebiet $G \subset \mathbb{C}$ existiert genau dann ein Zweig des Logarithmus, wenn es einen stetigen Zweig des Arguments gibt.

Beweis (vgl. Riemenschneider, 2006, S. 123 f.): Angenommen, $\varphi : G \rightarrow \mathbb{R}$ sei stetiger Zweig des Arguments. Dann ist durch $f(z) := \log|z| + i\varphi(z)$ eine stetige Funktion gegeben, die die Bedingung $e^{f(z)} = z$ für alle $z \in \mathbb{C}^*$ erfüllt, also ist f ein Zweig des Logarithmus.

Angenommen, $f : G \rightarrow \mathbb{C}$ sei Zweig des Logarithmus. Für $z \in G$ gilt dann $z = e^{f(z)} = e^{\operatorname{Re}(f(z))} e^{i\operatorname{Im}(f(z))} = |z|e^{i\operatorname{Im}(f(z))}$. Mit $\varphi(z) := \operatorname{Im}(f(z))$ ist ein stetiger Zweig des Arguments gefunden.

wegen $e^{a+ib} = e^a e^{ib} = |z|e^{ib}$ für $a, b \in \mathbb{R}$

Logarithmus und Winkel

Die oben geäußerte Vermutung bestätigt sich also: Ist $f : G \rightarrow \mathbb{C}$ ein Zweig des Logarithmus, so ist $\operatorname{Im}(f) : G \rightarrow \mathbb{R}$ ein (stetiges) Maß für den Winkel zwischen z und der positiven reellen Achse. Damit reicht es aus, für ein $z_0 \in G$ den Funktionswert $f(z_0)$ zu kennen. Aus dessen Imaginärteil lässt sich dann ermitteln, in welcher Periode des Winkels man sich gerade befindet und die restlichen Funktionswerte von f (und damit die restlichen Winkel) lassen sich (stetig) bestimmen.

Abbildung 4.4 zeigt den Graphen von $\text{Im}(f) : \mathbb{C}_S \rightarrow \mathbb{R}$ mit $f(1) = 0$, also den Imaginärteil des Hauptzweiges des Logarithmus, so dass die Winkel alle im Intervall $(-\pi, \pi)$ liegen.

Fasst man die bisherigen Überlegungen zusammen und identifiziert man den (Imaginärteil vom) Logarithmus von z mit dem Maß des Winkels, den z mit der reellen Achse einnimmt, so lässt sich zusammenfassen:

- ▶ Eine statische Sicht auf den Winkel von z ist immer nur bis auf Vielfache von 2π eindeutig. Einer komplexen Zahl kann also kein eindeutiger Winkel zugeordnet werden.
- ▶ »Bewegt« man sich in einem Gebiet, auf dem ein Zweig des Logarithmus existiert, so lassen sich aus dem Winkel des Startpunktes die Winkel aller weiteren stetig erreichten Punkte bestimmen.
- ▶ Auf \mathbb{C}_S hat der Imaginärteil von $f(z)$ eine Spannweite von 2π . Es ist also offensichtlich nicht möglich, auf diesem Gebiet Winkel von mehr als einer Periode zu durchlaufen.

Um nun dennoch bei einer Bewegung in \mathbb{C}^* einen größeren Bereich an Winkeln durchlaufen zu können, sollen einige Möglichkeiten vorgestellt werden.

Wechsel des Logarithmuszweiges. Nähert man sich dem Punkt -1 von oben (also bspw. über $-1 + i\varepsilon$, $\varepsilon > 0$) über den Hauptzweig an und erreicht die -1 , so könnte man an dieser Stelle mit dem nächsten Zweig fortfahren. Man bewegt sich dann auf einer *Riemannschen Fläche*, auf der der Logarithmus eindeutig (und holomorph) ist (vgl. Riemenschneider, 2006, S. 125).

Geeignetes Gebiet. Wählt man als Gebiet einen spiralförmigen Schlauch, so kann man in diesem Winkelbereiche erreichen, die mehr als 2π umfassen. Dies gilt verallgemeinert für alle einfach zusammenhängenden Gebiete in \mathbb{C}^* (Frøyshov & Jurke, 2011, S. 20), die man dann wiederum auch mit Löchern versehen darf (vgl. Riemenschneider, 2006, S. 124).

Parametrisierung des Weges. Es wird eine stetige Kurve $\gamma : [a, b] \rightarrow G$ definiert, wobei für ein $t_0 \in [a, b]$ wieder der »Startwinkel« für $z_0 = \gamma(t_0)$ definiert werden muss. Dann beschreibt $\text{Im}(f(\gamma(t)))$ mit $t \in [a, b]$ den durchlaufenen Winkelbereich. γ kann dann beispielsweise ein mehrfach durchlaufener Kreis sein.

All die genannten Überlegungen führen zwingend zu einer »bewegenden« Sichtweise: Entweder bewegt man sich stetig innerhalb des geeigneten Gebietes (das z. B. einen spiralförmigen Charakter hat) oder die Parametrisierung unterstützt den dynamischen Aspekt der Bestimmung eines Winkelmaßes.

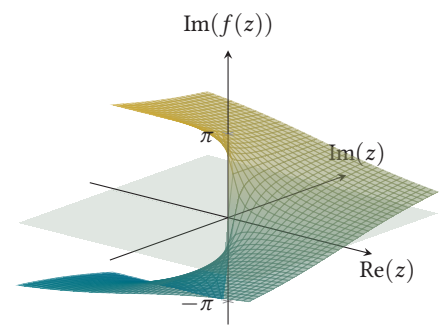


Abbildung 4.4: Imaginärteil des Hauptzweiges des Logarithmus

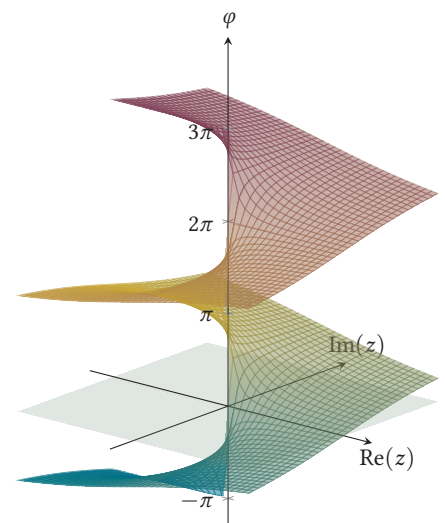


Abbildung 4.5: Riemannsche Fläche des Logarithmus

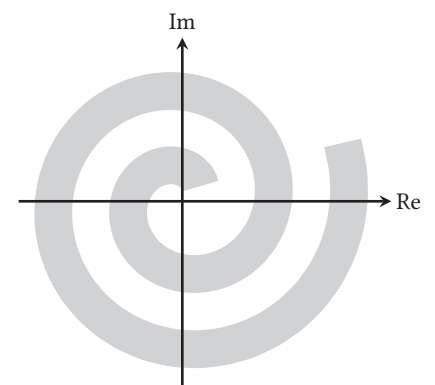


Abbildung 4.6: Gebiet, auf dem ein Zweig des Logarithmus existiert

4.3.2 Numerische Bestimmung des Abweichungsmaßes

Die oben dargestellten Überlegungen haben gezeigt, dass zu einer komplexen Zahl das Maß des Winkels bestimmt werden kann, den sie mit der reellen Achse einnimmt – eindeutig bis auf Vielfache von 2π .

Für konkrete Anwendungsfälle interessieren nun aber auch numerische Werte. Da der informationstheoretische Ansatz insbesondere auch für informationsverarbeitende Maschinen – also jegliche Form von Computern – geeignet ist, und deren Einsatz im Mathematikunterricht durchaus bedeutungsvoll ist, sollen hierfür noch einige Grundlagen geschaffen werden, wie eine derartige Verarbeitung aussehen kann.

Statische Sichtweise

Gegeben seien zwei Strahlen der Richtungen r und v ($r, v \in \mathbb{C}^*$) mit einem gemeinsamen Scheitelpunkt. Wegen der Uneindeutigkeit des Abweichungsmaßes φ zwischen r und v muss man zunächst den Maßbereich zwischen 0 und 2π (oder andere halboffene Intervalle der Länge 2π) einschränken.

Für das Standardwinkelmaß sind in verschiedenen Programmiersprachen in der Regel Lösungen implementiert, wie z. B. die atan2-Funktion.

Im Folgenden bezeichne $\text{StW} : \mathbb{C}^* \rightarrow [0, 2\pi)$ das Standardwinkelmaß einer komplexen Zahl. Dieses kann bspw. aus dem Imaginärteil des Hauptzweiges des Logarithmus generiert werden, wenn man negative Funktionswerte um 2π vermehrt und entlang der negativen reellen Achse den Funktionswert π festlegt. Im Prinzip könnte man auch gleich den Hauptzweig mit der Erweiterung der negativen reellen Achse nehmen; es ist also nicht relevant, ob die Funktion auf $[0, 2\pi)$ oder beispielsweise auf $[-\pi, \pi)$ abbildet. Wichtig ist, dass es ein halboffenes Intervall der Länge 2π ist. Die Entscheidung fiel aber hier wegen der intuitiveren Anschaulichkeit auf das Intervall $[0, 2\pi)$.

Das Abweichungsmaß φ_0 des Winkels, der r als Erstrichtung hat, lässt sich dann bestimmen mit

$$\varphi_0 = \text{StW}(v) - \text{StW}(r).$$

Wegen $\text{StW}(\mathbb{C}^*) = [0, 2\pi)$ ist jedoch $\varphi_0 \in (-2\pi, 2\pi)$, so dass hier noch einmalig die Periode korrigiert werden muss:

$$\text{WENN } \varphi_0 < 0, \text{ DANN } \varphi_0 := \varphi_0 + 2\pi$$

Dynamische Sichtweise

Bei der dynamischen Bestimmung von Winkelmaßen soll der Einfachheit halber zunächst die Bewegung einer Zahl $z \in \mathbb{C}^*$ um den Nullpunkt herum betrachtet und das Abweichungsmaß des Winkels, den z mit der reellen Achse einnimmt, bestimmt werden.

Im Rahmen einer technischen Lösung muss die Bewegung (z. B. eines Fingers auf einem Touch-Bildschirm) von z nachverfolgt und gezählt werden, wie oft der Nullpunkt schon umrundet worden ist. Anhand der Anzahl der Umdrehungen und der Position kann dann auf das Winkelmaß geschlossen werden. Dazu darf die Bewegung »nicht zu schnell« sein, d. h. der aktuelle und der vorherige Punkt dürfen »winkelmäßig« nicht zu weit auseinander liegen. Davon ist auszugehen, solange man nicht zu nah am Nullpunkt operiert. Eine genauere Quantifizierung dieser Forderung erfolgt weiter unten.

Beschreibt $(z_n)_{n \in \mathbb{N}}$, $z_n \in \mathbb{C}^*$, die Folge der Punkte, so ist die Winkelmaßfolge $(\varphi_n)_{n \in \mathbb{N}}$ rekursiv durch

$$\begin{aligned}\varphi_0 &= \text{StW}(z_0) \\ \varphi_{n+1} &= \text{round}\left(\frac{\varphi_n - \text{StW}(z_{n+1})}{2\pi}\right) \cdot 2\pi + \text{StW}(z_{n+1})\end{aligned}$$

bestimmt. Was passiert hier anschaulich? Das vorherige Winkelmaß φ_n wird mit dem neuen Standardwinkelmaß $\text{StW}(z_{n+1})$ hinsichtlich seiner Periode (Division durch 2π) verglichen. Weichen die Maße kaum voneinander ab, ist das Ergebnis sehr klein und verschwindet durch die Rundung (round). Kommt es jedoch zu Periodensprüngen (in dem Fall an der positiven reellen Achse), dann unterscheiden sich die Winkelmaße um etwas mehr oder weniger als ganzzahlige Vielfache von 2π , so dass die Rundung eine ganze Zahl ergibt. Durch die anschließende Multiplikation mit 2π wird das entsprechende Maß der vollen Periode bestimmt. Letztlich wird dazu noch das aktuelle Standardwinkelmaß $\text{StW}(z_{n+1})$ addiert.

Erwähnenswert ist an dieser Stelle, dass sich bei diesem Algorithmus auch bei »vielfacher Umdrehung« keine Fehler vermehren, da jede eventuelle Ungenauigkeit durch die Rundung vermieden wird. Das so ermittelte Winkelmaß ist also immer so genau, wie es die Standardwinkelmaß-Funktion der entsprechenden Software erlaubt. Dies folgt aus folgender Überlegung:

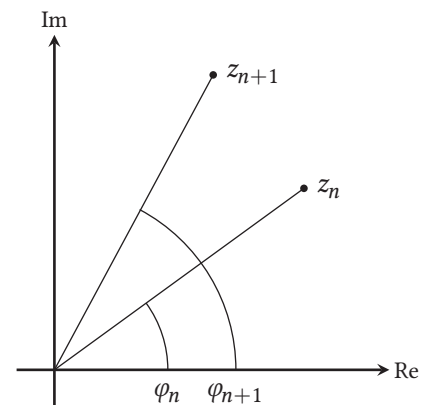


Abbildung 4.7: Rekursive Winkelmaßbestimmung

Ursprünglich bestand die Idee, die Bestimmung des komplexen Logarithmus über eine Potenzreihe zu entwickeln. In einem Gespräch mit Ulrich Kortenkamp fiel dann auf, dass die höheren Potenzen gar nicht benötigt werden, um die Genauigkeit zu verbessern. Daraus ist dann der oben dargestellte Algorithmus entstanden.

Es ist

$$\begin{aligned} W_{n+1} &= \underbrace{\text{round}\left(\frac{W_n - \text{StW}(z_{n+1})}{2\pi}\right)}_{=: k_{n+1}} \cdot 2\pi + \text{StW}(z_{n+1}) \\ &= k_{n+1} \cdot 2\pi + \text{StW}(z_{n+1}) \end{aligned}$$

mit dem »Periodenzähler« $k_{n+1} \in \mathbb{Z}$ und dem »Restwinkel« $\text{StW}(z_{n+1})$.
Dabei ist

$$\begin{aligned} k_{n+1} &= \text{round}\left(\frac{W_n - \text{StW}(z_{n+1})}{2\pi}\right) \\ &= \text{round}\left(\frac{k_n \cdot 2\pi + \text{StW}(z_n) - \text{StW}(z_{n+1})}{2\pi}\right) \\ &= \text{round}\left(k_n + \frac{\text{StW}(z_n) - \text{StW}(z_{n+1})}{2\pi}\right) \\ &= k_n + \text{round}\left(\frac{\text{StW}(z_n) - \text{StW}(z_{n+1})}{2\pi}\right) \\ k_{n+1} - k_n &= \text{round}\left(\frac{\text{StW}(z_n) - \text{StW}(z_{n+1})}{2\pi}\right) \end{aligned}$$

Nun stellt sich die Frage, welchen Wert $\text{round}\left(\frac{\text{StW}(z_n) - \text{StW}(z_{n+1})}{2\pi}\right)$ annehmen kann. Dazu sei an die Bedingung einer »nicht zu schnellen Bewegung« erinnert. Diese kann durch die Forderung erfüllt werden, dass sich die Positionen von z_n und z_{n+1} maximal um einen Quadranten unterscheiden. Durch einen hinreichend großen Abstand zur 0 und einer entsprechend genauen Abtastung von $(z_n)_{n \in \mathbb{N}}$ ist dies technisch problemlos umsetzbar. Es gilt für die einzelnen Quadranten:

Diese Forderung ist natürlich deutlich größer, als es in der Realität der Fall sein wird, soll hier aber ausreichen.

$$\begin{aligned} \text{I} &:= \{z \in \mathbb{C}^* : \text{Re}(z) > 0, \text{Im}(z) \geq 0\} & \text{StW}(\text{I}) &= \left[0, \frac{\pi}{2}\right) \\ \text{II} &:= \{z \in \mathbb{C}^* : \text{Re}(z) \leq 0, \text{Im}(z) > 0\} & \text{StW}(\text{II}) &= \left[\frac{\pi}{2}, \pi\right) \\ \text{III} &:= \{z \in \mathbb{C}^* : \text{Re}(z) < 0, \text{Im}(z) \leq 0\} & \text{StW}(\text{III}) &= \left[\pi, \frac{3}{2}\pi\right) \\ \text{IV} &:= \{z \in \mathbb{C}^* : \text{Re}(z) \geq 0, \text{Im}(z) < 0\} & \text{StW}(\text{IV}) &= \left[\frac{3}{2}\pi, 2\pi\right) \end{aligned}$$

Liegen z_n und z_{n+1} im gleichen oder in den benachbarten Quadranten I/II, II/III bzw. III/IV, so ist $\text{StW}(z_n) - \text{StW}(z_{n+1}) \in (-\pi, \pi)$, woraus folgt:

$\text{round}\left(\frac{\text{StW}(z_n) - \text{StW}(z_{n+1})}{2\pi}\right) = 0$. Damit bleiben zwei Fälle übrig:

$$\begin{aligned} z_n \in \text{I} \text{ und } z_{n+1} \in \text{IV} &\Rightarrow \text{StW}(z_n) - \text{StW}(z_{n+1}) \in (-2\pi, -\pi) \\ &\Rightarrow \text{round}\left(\frac{\text{StW}(z_n) - \text{StW}(z_{n+1})}{2\pi}\right) = -1 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} z_n \in \text{IV} \text{ und } z_{n+1} \in \text{I} &\Rightarrow \text{StW}(z_n) - \text{StW}(z_{n+1}) \in (\pi, 2\pi) \\ &\Rightarrow \text{round}\left(\frac{\text{StW}(z_n) - \text{StW}(z_{n+1})}{2\pi}\right) = 1 \end{aligned}$$

Zusammengefasst gilt also:

$$k_{n+1} - k_n = \begin{cases} -1 & z_n \in \text{I} \text{ und } z_{n+1} \in \text{IV} \\ 1 & z_n \in \text{IV} \text{ und } z_{n+1} \in \text{I} \\ 0 & z_n \text{ und } z_{n+1} \text{ in gleichen oder sonstigen} \\ & \text{benachbarten Quadranten} \end{cases}$$

So wie es anschaulich zu erwarten ist, erhöht sich damit die Periode bei der Bewegung vom IV. in den I. Quadranten um 1, bei der Rückbewegung vermindert sie sich um 1 und ansonsten bleibt sie unverändert. Der »Periodenzähler« ist damit stets exakt, also bestimmt der »Restwinkel« die Genauigkeit der Berechnung.

Alle bisherigen Berechnungen betrafen die Bewegung eines Punktes um den Nullpunkt und den Winkel, den dieser Punkt mit der reellen Achse einnimmt. Werden dagegen zwei Schenkel r und v ($r, v \in \mathbb{C}^*$) um den Nullpunkt bewegt, beschrieben über die Folge $((r_n, v_n))_{n \in \mathbb{N}}$, ändert sich der Algorithmus entsprechend:

$$\begin{aligned} \varphi_0 &= \text{StW}(v_0) - \text{StW}(r_0); \quad \text{WENN } \varphi_0 < 0, \text{ DANN } \varphi_0 := \varphi_0 + 2\pi \\ \varphi_{n+1} &= \text{round}\left(\frac{\varphi_n - [\text{StW}(v_{n+1}) - \text{StW}(r_{n+1})]}{2\pi}\right) \cdot 2\pi \\ &\quad + [\text{StW}(v_{n+1}) - \text{StW}(r_{n+1})] \end{aligned}$$

Erfolgt die Bewegung nicht um den Nullpunkt, kann in einer internen Verarbeitung die Situation entsprechend verschoben werden.

4.4 Schlussfolgerungen

Ziel dieses Kapitels war es nicht, eine schülerfreundliche Winkeldefinition zu entwickeln. Vielmehr ging es darum, aus einer höheren mathematischen Perspektive auf die Winkeldefinition zu blicken und ein System zu

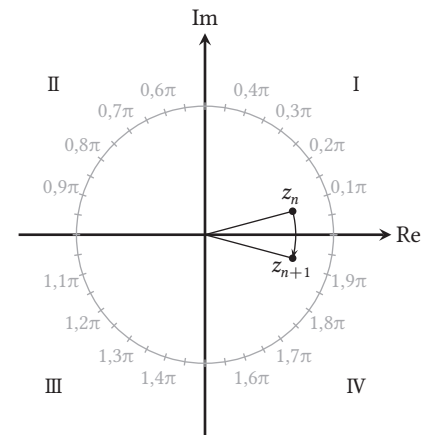


Abbildung 4.8: Periodenübergang vom I. zum IV. Quadranten

entwickeln, das aus theoretischer Sicht mit den in der mathematikdidaktischen Forschung diskutierten Winkelvorstellungen vereinbar ist.

Aufgrund dieses Vorgehens lassen sich aber wiederum aus der Mathematik heraus begründbare Schlussfolgerungen für den schulischen Umgang mit Winkeln ziehen, die später Einfluss auf die Entwicklung der unterstützenden Lernumgebung haben werden:

↗ Betonung der Bestandteile, S. 84

► Wesentlich bei der Betrachtung von Winkeln sind dessen Bestandteile. Diese sind geometrisch und hinsichtlich ihrer Bedeutung für den entsprechenden Winkelkontext ausführlich zu analysieren.

↗ Kontextabhängiges Operieren, S 85

► Ob zwei Winkel als äquivalent anzusehen sind, ist vom Kontext abhängig. Dies wiederum beeinflusst, welche Operationen, je nach Kontext, schwerpunktmäßig mit Winkeln durchgeführt werden.

Weiterhin ist sichtbar geworden:

► Überschreitet das Winkelmaß ein Intervall der Länge 2π , ist dies nur durch eine dynamische Sichtweise realisierbar. Dies und die Möglichkeit der Beschreibung einer kontextabhängigen Äquivalenz stützen die vier wesentlich verschiedenen Winkelaspekte Knick, Feld, Richtungsänderung und Umdrehung.

► Übliche Operationen mit Winkeln (Kongruenzabbildungen, Bestimmen des Winkelmaßes) lassen sich mithilfe der informationstheoretischen Winkeldefinition beschreiben. Dabei können aus der Mathematik heraus Einschränkungen (geeignete Gebiete) definiert und die Algorithmen für numerische Berechnungen direkt abgeleitet werden.

5 Erstes Zwischenfazit

5.1 Beantwortung der ersten Forschungsfrage

Die Diskussionen der beiden vorangegangenen Kapitel führen zu dem Schluss, dass Schülerinnen und Schüler vier Winkelaspekte entwickeln sollen:

Knick, Feld, Richtungsänderung und Umdrehung

Wesentlich für die Unterscheidung der Aspekte ist die Relevanz und Bedeutung einzelner Winkelbestandteile.

Beim Knick als Abweichung von einer Geraden ist der Scheitelpunkt die Knickstelle, und die Schenkel beschreiben die jeweiligen geradlinigen Teilstücke.

Beim Feld ist der zwischen den Schenkeln befindliche Bereich der Ebene von Bedeutung, der Scheitelpunkt kann dann als »Quelle« des Feldes mit den Schenkeln als Begrenzung angesehen werden.

Bei einer Richtungsänderung kann der Scheitelpunkt als »Standpunkt« aufgefasst werden und die Schenkel beschreiben jeweils eine »Blickrichtung«.

Bei der Umdrehung ist der Scheitelpunkt das Drehzentrum, während die Schenkel als geometrische Objekte – also Strahlen – gar nicht eine so hohe Bedeutung erfahren. Vielmehr dienen sie als »Hilfsmittel«, den Anfangs- und Endzustand miteinander vergleichen zu können – interpretierbar als »Greifer« zur Durchführung der Drehung.

Neben ihrer Funktion als Unterscheidungsmerkmal dienen die Winkelbestandteile auch wesentlich der Abstraktion des Winkelbegriffs – sowohl bei der Entwicklung eines Aspekts (also im Sinne Mitchelmore und Whites beim Übergang von der Situation zum Kontext) als auch dem Finden von Gemeinsamkeiten mehrerer Aspekte (Übergang vom Kontext zur Abstraktion).

Eine Präferenz für einzelne Aspekte kann zunächst nicht abgeleitet werden – vielmehr ist der Aspektreichtum und damit ein Sichtbarmachen der Vielfältigkeit des Begriffs von hoher Relevanz.

Erste Forschungsfrage:

Welche *Aspekte* des Winkelbegriffs sollen Schülerinnen und Schüler im Mathematikunterricht entwickeln, so dass mit ihnen ein konsistent die mathematische *Abstraktion* verfolgender Aufbau des Winkelbegriffs ermöglicht wird?

5.2 Präzisierung der zweiten Forschungsfrage

Die zweite Forschungsfrage lautete in ihrem Entwurf: »Nach welchem Lernprozess sollen die Winkelvorstellungen bei Schülerinnen und Schülern aufgebaut werden?« Mit Beantwortung der ersten Forschungsfrage sind nun bereits die nötigen Aspekte bekannt, die einen Abstraktionsprozess nach Mitchelmore und White zumindest ermöglichen. Nun stellt sich die Frage, wie dieser Abstraktionsprozess konkret in einem Lehr-Lern-Setting gestaltet werden kann. Dies ist damit auch die Stelle, an der auf die Tätigkeitstheorie als angenommenes Grundverständnis für Lehr-Lern-Prozesse in dieser Arbeit Bezug genommen werden muss.

In ihrer präziseren Form lautet damit die zweite Forschungsfrage:

Zweite Forschungsfrage

- Wie kann ein auf tätigkeitstheoretischen Grundsätzen basierender Lehr-Lern-Prozess gestaltet werden, der die aus der ersten Forschungsfrage abgeleiteten Winkelaspekte in der dort geforderten Form aufbaut?

Durch den Bezug auf die erste Forschungsfrage muss bei der Analyse des Lehr-Lern-Prozesses auch spezifisch auf Erkenntnisse der Grundvorstellungstheorie nach vom Hofe und des Abstraktionsmodells von Mitchelmore und White eingegangen werden.

Daher erfolgen im nächsten Teil Untersuchungen zum Begriffsaufbau und zur Abstraktion allgemein sowie konkret zu Winkeln – jeweils mit der Aussicht auf die Gestaltung von dazu passendem Unterricht.

Teil II

Ein Lehrgang zum Aufbau des Winkelverständnisses

6 Entwicklung geometrischen Denkens

6.1 Entwicklungsmodelle nach Piaget und van Hiele

Bei den in Kapitel 3 vorgestellten Konzepten zur Analyse von Winkelvorstellungen bot jenes von Mitchelmore und White (1998) einen ersten Aufschluss darüber, in welcher Art und Weise der Winkelbegriff während der Schullaufbahn an Verallgemeinerung gewinnt. Die Autoren betonen dabei, dass durchaus noch Forschungsbedarf zu konkreten unterrichtlichen Umsetzungsmaßnahmen besteht (Mitchelmore & White, 2001, S. 537 ff.). Dennoch war das Modell ausschlaggebend für die darauf folgende mathematische Betrachtung, die Entwicklung der informationstheoretischen Winkeldefinition in Kap. 4 und die Validierung der vier ausgewählten Winkelaspekte.

Ziel dieses Abschnittes ist es nun, das Modell von Mitchelmore und White (1998) einzuordnen in etablierte Entwicklungsmodelle geometrischen Denkens. In der deutschsprachigen Mathematikdidaktik wird – wenn überhaupt und trotz einiger Kritik – vorwiegend auf die Modelle von Piaget und van Hiele zurückgegriffen (vgl. Hattermann et al., 2015, S. 201 f.).

6.1.1 Entwicklungsstadien nach Piaget

Aufbauend auf die Stadien kognitiver Entwicklung nach Piaget (siehe z. B. Mietzel, 2001, S. 78 ff.) untersuchen Piaget und Inhelder (1975) die Entwicklung geometrischen Denkens von Kindern. Sie heben dabei die Unterscheidung zwischen *Wahrnehmung* und *Vorstellung* hervor (Piaget & Inhelder, 1975, S. 21 f., S. 523). Während die Wahrnehmung schon recht früh ausgeprägt ist – Aebli stellt im entsprechenden Vorwort das Beispiel eines Würfels dar, der vom Kind auch bei beliebiger Drehung und Verschiebung weiterhin als Würfel wahrgenommen wird (vgl. Piaget & Inhelder, 1975, S. 11) – entwickelt sich die Vorstellung langsamer innerhalb der Stadien und wird von dem Autor und der Autorin meist über Experimente gemessen, in denen die Kinder etwas zeichnen oder bei denen sie mit zur Verfügung gestellten Materialien operieren.

Grundsätzlich besteht die Annahme, dass räumliche Vorstellung als *verinnerlichte Handlung* aufgefasst werden kann. Durch die Auseinandersetzung eines Kindes mit seiner Umwelt assimiliert es diese oder kann sie

Alter	Stadium
bis ca. 2 Jahre	sensomotorisch
bis ca. 7 Jahre	voroperational
bis ca. 11 Jahre	konkret-operational
ab ca. 11 Jahre	formal-operational

Tabelle 6.1: Entwicklungsstadien nach Piaget (Mietzel, 2001, S. 78 ff.)

durch Veränderung innerer Schemata akkomodieren (vgl. Mietzel, 2001, S. 71 ff.). Dies setzt im Rahmen geometrischer Inhalte natürlich die Handlung des Kindes mit realen Gegenständen voraus, beschränkt sich aber nicht auf diese. Piaget und Inhelder (1975, S. 527) fassen zusammen:

Nun begreift man, inwiefern die räumliche Vorstellung eine verinnerlichte Handlung ist und nicht einfach die bildliche Vorstellung irgendeiner äußeren Tatsache, etwa des Ergebnisses einer Handlung. Tatsächlich kann die räumliche Vorstellung dieses Ergebnis nur voraussehen und sogar auch nur das Ergebnis einer vorherigen Handlung rekonstruieren, indem sie selbst aktiv wird, d. h. indem sie mit den symbolisierten Gegenständen operiert, wie das Handeln mit den realen Gegenständen operiert, anstatt sie lediglich zu evozieren.

Geometrische Vorstellungen erfolgen dem Autor und der Autorin zufolge in drei Qualitäten. Die folgenden Beschreibungen orientieren sich an Franke und Reinhold (2016, S. 93 ff.):

Topologische Beziehungen

Innerhalb der voroperationalen Phase bilden sich *topologische Beziehungen*, mit denen ein Kind bspw. in der Lage ist, Offenheit/Geschlossenheit oder die Un-/Begrenztheit von Figuren zu erkennen. Auch Nachbarn von Objekten können angegeben werden, wobei jedoch noch keine Ordnungsrelationen existieren.

In der konkret-operationalen Phase werden die topologischen Beziehungen ergänzt um *projektive Beziehungen* und *euklidische Beziehungen*, die »zusammen konstruiert [werden], wobei sie sich gegenseitig stützen« (Piaget & Inhelder, 1975, S. 31).

Projektive Beziehungen

Zu den projektiven Beziehungen gehören u. a. das Erkennen von Schattenbildern und das Lesen zweidimensionaler Darstellungen von dreidimensionalen Zusammenhängen. Zu letzterem erfolgen im Unterricht oft typische Aufgaben wie das Erkennen und Zuordnen von Landschaftsbildern, die aus verschiedenen Richtungen aufgenommen wurden. Entsprechende Übungen sind auch mit Sichtfeldern und verschiedenen Blickwinkeln im Klassenraum möglich (Etzold, 2016).

Euklidische Beziehungen

Bestandteil der euklidischen Beziehungen sind v. a. das Erkennen von Invarianten. Das heißt einerseits, dass sich Objekte bei Kongruenzabbildungen nicht verändern; andererseits dass entsprechende Größen auch gemessen werden können. Piaget und Inhelder (1975, S. 371 ff.) legen in ihren Untersuchungen einen Schwerpunkt auf Ähnlichkeiten und Proportionen, deren Erkennen und Nutzen charakteristisch für euklidische Beziehungen sind. Der hohe Stellenwert des Messens war für Piaget et al. (1975) Anlass für ein weiteres Werk zur Untersuchung über *Die natürliche Geometrie des Kindes*.

Bezug zur Tätigkeitstheorie

Der Ansatz der Verinnerlichung von Handlungen legt einen Vergleich zur

Tätigkeitstheorie nahe, allerdings kann nicht von identischen Annahmen ausgegangen werden.

So führt Piagets Annahme vom Wechselspiel zwischen Assimilation und Akkomodation stets zu einer Anpassung des Kindes an die gegebene Umwelt. Dieser *individuelle Konstruktivismus* weicht in der Tätigkeitstheorie jedoch einem *vermittelnden Lernen* (Mietzel, 2001, S. 99), so dass die *Aneignung* von zentraler Bedeutung ist. Einen ausführlichen Vergleich stellt Rausch (1984) in dem Buch *Galperin und Piaget - Eine Analyse und ein Vergleich. Handlung und Lernprozess in Beziehung zur handlungstheoretischen Betrachtungsweise* dar – kurz zusammengefasst auch in einer Tabelle ab S. 216 im entsprechenden Werk.

↗ Aneignung, S. 26

6.1.2 Entwicklungsniveaus nach van Hiele

In den 1950er Jahren haben Dina van Hiele-Geldof und Pierre M. van Hiele ein Abstraktionsmodell zum geometrischen Denken aufgestellt (Fuys et al., 1988, S. iii). Demnach erfolgt geometrisches Denken auf fünf aufeinander aufbauenden Niveaus:

1. *Räumlich-anschauungsgebundenes Denken*: Die Schülerinnen und Schüler erkennen, benennen, vergleichen und operieren mit geometrischen Objekten aufgrund deren Gestalt.
2. *Geometrisch-analysierendes Denken*: Die Schülerinnen und Schüler analysieren Figuren anhand ihrer Bestandteile bzw. der Zusammenhänge ihrer Bestandteile und entdecken erfahrungsgebunden Eigenschaften bzw. Regeln zu einer Klasse von Figuren (z. B. anhand Falten, Messen, Nutzen von Gittern oder Diagrammen).
3. *Geometrisch-abstrahierendes Denken*: Die Schülerinnen und Schüler bilden logische Zusammenhänge bezüglich vorher entdeckter Eigenschaften/Regeln, wobei sie informellen Argumenten folgen.
4. *Geometrisch-schlussfolgerndes Denken*: Die Schülerinnen und Schüler (bzw. Studentinnen und Studenten) weisen Sätze deduktiv nach und begründen Zusammenhänge über ein Netzwerk von Sätzen.
5. *Strenge, abstrakte Geometrie*: Die Schülerinnen und Schüler (bzw. Studentinnen und Studenten) begründen Sätze in verschiedenen Axiomensystemen und vergleichen bzw. analysieren diese Systeme.

Die deutschsprachigen Bezeichnungen entstammen Hattermann et al. (2015, S. 202), die inhaltlichen Beschreibungen sind orientiert an der englischsprachigen Übersetzung van Hieles durch Fuys et al. (1988, S. 5). Je nach verwendeter Quelle beginnt die Nummerierung mit 0. oder 1. (vgl. van Hiele, 1986, S. 41)

In einer etwa 30 Jahre jüngeren Publikation macht van Hiele (1986, S. 40) darauf aufmerksam, dass die Entwicklung der Niveaus in einer Zeit erfolgte, als der Geometrieunterricht noch vollständig axiomatisch aufgebaut war. Das Gefühl einer »unterschiedlichen Sprache« zwischen Lehrenden

und Lernenden im Unterrichten von Mathematik war die hauptsächliche Motivation zur Entwicklung der Niveaus (van Hiele, 1986, S. 39).

Schulgeometrie streng axiomatisch aufzubauen, war in den 1980er Jahren und ist auch heute nicht mehr der Fall, weshalb ich bei den letzten beiden Niveaus auch Studentinnen und Studenten erwähnt habe. Auch van Hiele (1986, S. 47) sieht das fünfte Niveau als nicht relevant für die schulische Bildung an.

Bezug zur Tätigkeitstheorie

Fuys et al. (1988, S. 7) zufolge ist bei der Arbeit innerhalb eines Niveaus durchaus ein Bezug zum nächst höheren angedacht:

The van Hieles point out that it is possible to present material to students above their actual level. For example, students are given properties for rectangles and memorize them rather than discovering properties themselves [...] This results in a “reduction” of the subject matter to a lower level.

↗ Zone der nächsten Entwicklung, S. 22

Dies erinnert an die *Zone der aktuellen Leistung* und *Zone der nächsten Entwicklung*, wie sie in der Tätigkeitstheorie von Interesse sind. Dazu passt auch, dass das Erreichen des nächst höheren Niveaus durch einen Vermittlungsprozess gelenkt wird (van Hiele, 1986, S. 50):

The transition from one level to the following is not a natural process; it takes place under influence of a teaching–learning program.

Damit unterscheiden sich die Niveaustufen von denen von Piaget, der von einer *natürlichen Reifung* ausging. Gleichzeitig erwähnt van Hiele (1986, S. 40) den Einfluss Piagets in dem Sinne, dass die Niveaus an Operationen mit den geometrischen Objekten gekoppelt sind.

Ähnlich der *Nachahmung* im tätigkeitstheoretischen Sinne macht van Hiele (1986, S. 53 f.) für die Übergänge von einem Niveau zum jeweils nächst höheren einen konkreten, fünfstufigen Vorschlag: *Vertrautmachen* mit den geometrischen Objekten; *Geführte Orientierung* über konkrete Aufgabenstellungen, um die erwünschten geometrischen Beziehungen hervorzuheben; *Explizitmachen* der geometrischen Beziehungen und Nutzung einer entsprechenden Sprache bzw. Symbolik; *Freie Orientierung* über Aufgaben, anhand derer die Begriffszusammenhänge vertieft werden; *Integration* des neu Gelernten in das bisherige Begriffs- und Regelnetzwerk. Ein ähnliches Vorgehen wird sich später in der Lehrstrategie des *Aufsteigens vom Abstrakten zum Konkreten* wiederfinden.

↗ Aufsteigen vom Abstrakten zum Konkreten, S. 75

6.2 Bezüge zum Winkelbegriff

6.2.1 Piagets Beschäftigungen mit Winkeln

In den Untersuchungen von Piaget et al. wird an zwei Stellen ein intensiver Bezug zu Winkeln hergestellt.

Einerseits erfolgt dies bei der Betrachtung von Ähnlichkeiten (Piaget & Inhelder, 1975, S. 371 ff.). Hierbei dienen Winkel als Bestandteile von Dreiecken (oder anderen Figuren), die z. B. bei Modellfiguren durch Übereinanderlegen miteinander verglichen werden. Systematisch führen Kinder eine solche Untersuchung am Ende der konkret-operationalen Phase durch, also etwa ab einem Alter von 9 Jahren (Piaget & Inhelder, 1975, S. 379). Es sei jedoch zu erwähnen, dass die Untersuchungen die Ähnlichkeit von Dreiecken über die Gleichheit von Winkeln und Parallelität von Seiten im Fokus haben. Welche Vorstellung konkret von einem Winkel besteht, wird nicht diskutiert.

Andererseits ist der Winkel im Zusammenhang mit der Messung von zentraler Bedeutung (Piaget et al., 1975, S. 213 ff.). Dabei ist es Aufgabe der Versuchspersonen, eine geometrische Konfiguration (siehe Abbildung 6.1) zu übernehmen und der Autor und die Autorinnen untersuchen die dafür genutzten Messstrategien. Neben der erwarteten Zunahme an Präzision bei der Messung und der Minderung nur anschaulichen Vorgehens wird jedoch deutlich, dass sich alle Messungen auf Längenmessungen der in der Konfiguration zur Verfügung stehenden Strecken oder selbst eingezeichneter Hilfsstrecken beziehen (Piaget et al., 1975, S. 214 ff.). Insofern bieten auch diese Untersuchungen keinen direkt Aufschluss darüber, welche *Vorstellungen* Kinder von Winkeln haben bzw. in den einzelnen Entwicklungsphasen haben können.

Die Erkenntnisse der Piagetschen Schule zu Winkeln werden daher nicht leitend für die weiteren Untersuchungen in dieser Arbeit sein. Hinsichtlich der Entwicklung geometrischen Denkens sei anzumerken, dass insbesondere beim Winkelfeld sowohl topologische (z. B. Nicht-/Begrenztheit) als auch projektive (Ausrichtung) wie euklidische Zusammenhänge (Konfiguration aus Scheitelpunkt und Schenkeln) von Bedeutung sind. Insofern bietet sich den Entwicklungsstufen zufolge eine Behandlung erst am Ende der konkret-operationalen Phase an, was aber auch dem üblichen Vorgehen am Übergang von der Primar- zur Sekundarstufe entspricht.

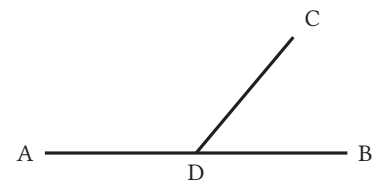


Abbildung 6.1: Konfiguration zum Übertragen eines Winkels nach Piaget et al. (1975, S. 214)

6.2.2 Nutzung der van Hiele-Niveaus durch Scally beim Winkelbegriff

Spezifisch für den Winkelbegriff hat Scally (1987) für die ersten drei Niveaus nach van Hiele Indikatoren formuliert, mithilfe derer das jeweilige Niveau bei Schülerinnen und Schülern identifiziert werden kann. Diese beziehen sich auf das Lösen von sechs Aufgaben, die in einem Pre-Posttest-Design einer Vergleichs- und einer Kontrollgruppe gestellt wurden. Als Intervention erfuhr die Kontrollgruppe einen Unterrichtsgang mit LOGO.

Die in dem Test formulierten Aufgaben bestanden aus dem Zeichnen verschiedener Winkel, dem Identifizieren von Winkeln in einer realen und einer mathematischen Situation, dem Ordnen von ausgeschnittenen Winkel-Modellen, dem Schätzen von Winkelgrößen, auch in Bezug auf die Richtung von Drehungen, dem Erkunden von Winkelpaaren sowie der Begründung zur Innenwinkelsumme eines Dreiecks (vgl. Scally, 1987, S. 47 f.).

Zusammenfassend kann für die drei Niveaus gesagt werden (vgl. Scally, 1987, S. 48 ff.):

- ▶ Auf dem Niveau des räumlich-anschauungsgebundenen Denkens zeichnen und erkennen die Schülerinnen und Schüler Winkel innerhalb komplexer Figuren. Sie können Eigenschaften und Bestandteile von Winkeln benennen, nutzen diese aber nicht, um Winkel zu charakterisieren. Demnach unterscheiden Schülerinnen und Schüler auch nicht zwischen relevanten und irrelevanten Merkmalen von Winkeln.
- ▶ Auf dem Niveau des geometrisch-analysierenden Denkens verwenden die Schülerinnen und Schüler angemessene Begrifflichkeiten beim Analysieren und Vergleichen von Winkeln. Dabei fokussieren sie sich jedoch nicht ausschließlich auf notwendige und hinreichende Eigenschaften bei der Beschreibung von Winkeln. Beim Schätzen von Winkelmaßen nehmen sie auf Referenzgrößen (wie z. B. 90°) Bezug. Die Schülerinnen und Schüler können verallgemeinerte Aussagen zu Winkeln treffen (insbesondere Existenz- und Allaussagen), jedoch noch keine logischen Beziehungen (z. B. Implikationen) herstellen.
- ▶ Auf dem Niveau des geometrisch-abstrahierenden Denkens können logische Schlussfolgerungen gezogen werden, so z. B. auch beim Identifizieren hinreichender und notwendiger Eigenschaften, die Winkel charakterisieren. Die Schülerinnen und Schüler nutzen (informelle) Argumente oder Beweisschritte und können durch deduktive Schlüsse problemhaltige Aufgaben lösen. Dabei erfassen sie jedoch den Nutzen der Deduktion nicht in einem axiomatischen Sinne, auch unterscheiden sie nicht formal zwischen einem Satz und seiner Umkehrung und es fällt ihnen schwer, zwischen Axiomen und Theoremen zu unterscheiden.

Die formulierten Niveaus sind sehr stark daran orientiert, wie Winkel repräsentiert werden und wie diese Repräsentationen genutzt werden – und weniger an den dahinter liegenden Vorstellungen des Begriffs. Gerade in den von Scally aufgezählten Punkten des dritten Niveaus fällt auf, dass diese kaum mehr spezifisch auf Winkel eingehen.

Scally stellte fest, dass die mit LOGO unterrichtete Gruppe insbesondere bei den letzten drei Aufgaben höhere Niveaus erzielte und bezieht dies auch auf das »LOGO-Curriculum« (Scally, 1987, S. 52). Wie konkret der Unterricht mit LOGO erfolgt ist, wird dabei jedoch nicht beschrieben und es wird auch kein entsprechender Verweis angegeben. Scally erwähnt zur Durchführung: »A course in Turtle geometry was taught to one ninth grade class each semester (sixteen weeks per class) in two urban high schools during the past academic year« (Scally, 1987, S. 47). In der Diskussion ihrer Studie geht sie lediglich darauf ein, dass die eingesetzte LOGO-Umgebung ein »relationales Verständnis« von Geometrie unterstützt (Scally, 1987, S. 52). Angesichts der LOGO-Sprache und des damit zusammenhängenden Schildkrötenverhaltens scheint ein solcher Kurs jedoch die Vorstellung eines Winkels als Knick zu bevorzugen, insbesondere in Abgrenzung zur Richtungsänderung bzw. Drehung: »the Logo treatment emphasized the difference between the angle of rotation and the angle formed as the turtle traced a path« (Clements & Battista, 1989, S. 465). Dies kann insbesondere im ersten van Hiele-Niveau zu Schwierigkeiten führen: Werden beispielsweise mit LOGO zwei Linien gezeichnet, die über den Befehl der Rechtsdrehung um 20° miteinander verbunden sind, ergibt sich die Gestalt eines Winkels mit einem Maß von 160° . Die »Entstehungsgeschichte« des Winkels ist damit nicht mehr sichtbar, da auch die ursprüngliche Bewegungsrichtung (in Abbildung 6.2 gestrichelt gezeichnet) nicht dargestellt wird.

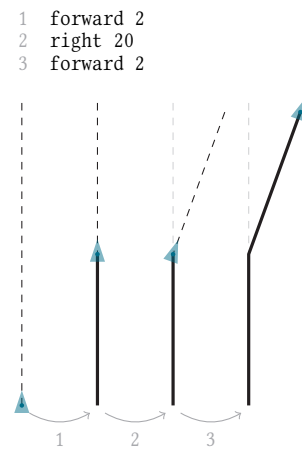


Abbildung 6.2: Schildkrötenverhalten bei Logo

6.2.3 Einordnung von Mitchelmore und White

Mitchelmore und White nehmen in ihrem dreistufigen Vorgehen aus Winkelsituationen, -kontexten und -abstraktionen auf Scally (1987) Bezug (Mitchelmore & White, 2000, S. 210):

The only example we have been able to find of an attempt to develop a specific theory of angle concept development is Scally's (1986, 1987) application of van Hiele theory. However, her approach is limited to features of abstract angle diagrams and does not deal with the genesis of these abstractions.

Was den Autoren also fehlt, ist ein möglicher Abstraktionsweg, der sich an der schülergemäßen Entwicklung des Begriffsverständnisses orientiert und nicht nur die Interpretation von Darstellungen beinhaltet.

In Anlehnung an die (zumindest ersten drei) von Hiele-Niveaus bauen Mitchelmore und White (1998) ganz spezifisch für den Winkelbegriff einen solchen Weg auf, indem ausgehend von *verschiedenen* Anschauungen (also Situationen) mathematisiert (also zu Kontexten geführt) und integriert wird (was zu den Abstraktionen führt). Als Grundlage für meine unterrichtliche Gestaltung und spätere Entwicklung der Lernumgebung soll daher noch etwas ausführlicher auf das Modell der beiden Autoren eingegangen werden.

Entwicklung der Winkelkontexte

Ausgehend von realen Situationen, die mithilfe von Winkeln beschrieben werden können (sogenannte *Physikalische Winkelsituationen*), bauen Mitchelmore und White (1998, S. 5 ff.) eine Klassifikation, bestehend aus Ähnlichkeiten zwischen den Situationen, auf. Dabei orientieren sich die Autoren u. a. auch an Krainer (1989) und nehmen bei der Klassifizierung Bezug auf die mathematischen Beschreibungen von Winkeln nach Mitchelmore (1990).

1. Drehung: Rotation um eine echte oder gedachte Achse	
(a) unbegrenzt	Karussell, Ventilator, Körperdrehung, Drehtür, Alarmleuchte, Leuchtturm
(b) begrenzt	Radio-/TV-/Ofenknopf, Schraubkopf, Wasserhahn, Kippfenster/-tür, Wippe, Schaukel, Scheibenwischer, Pendel
2. Zusammentreffen: ein Objekt, bestehend aus zwei verschiedenen linearen Komponenten	
(a) auftreffend	Abzweig, Taschenmesser, Zirkel, Zeiger einer Uhr, Buchstabe »T«
(b) kreuzend	Straßenkreuzung, Gitter, Schere, Buchstabe »X«
3. Neigung: Abweichung von der Horizontalen oder Vertikalen	
(a) Linie	schräger Mast/Baum, Eisenbahnsignal, Tischbein, Wasserablauf, Höhe der Sonne, Wasserwaage
(b) Ebene	Dach, Rampe, Mauer, Dachfenster
4. Ecke: Teil eines starren Objektes in der Nähe einer Kante oder Spitze	
(a) Ebenen	Wand, Keil, Bergkamm
(b) Kanten	Tischplatte, Fliese, Zeichendreieck, Pfeilspitze, Bleistiftspitze
5. Biegung: Serie zweier oder mehrerer aufeinander folgender linearer Abschnitte	
(a) Objekt	Bumerang, Pfeilung bei Flugzeugflügeln, Biegung in einer Straße
(b) Pfad	Abprall, Ablenkung, Logo-Pfad
6. Richtung: Abweichung einer Geraden von einer festen (ggf. gedachten) Geraden	
(a) Objekt	Kompass-Richtung, relative Position
(b) Pfad	Bewegung eines Balls, einer Person, eines Boots, eines Flugzeugs
7. Öffnung: Bereich, begrenzt durch zwei Strahlen mit einem gemeinsamen Anfangspunkt	
(a) starr	Fächer
(b) beweglich	Rasensprenger, Taschenlampen-Licht

Tabelle 6.2: Klassifikation physikalischer Winkelsituationen nach Mitchelmore und White (1998, S. 7, eigene Übersetzung mit ausgewählten Beispielen)

Die so erstellte Klassifikation führt zu den sieben Paargruppierungen an

Physikalischen Winkelkontexten, die Mitchelmore und White jedoch als »tentative«, also vorläufig oder provisorisch bezeichnen, da sie von den Autoren und nicht von den Kindern erstellt worden sind (Mitchelmore & White, 1998, S. 8).

Empirische Untersuchung

Die Autoren führen dann mehrere empirische Untersuchungen mit Kindern verschiedener Altersstufen durch (Mitchelmore & White, 1998; Mitchelmore & White, 2000; Mitchelmore & White, 2001), in denen sie das vorhandene Verständnis von Winkeln untersuchen. Hauptaugenmerk der Untersuchungen ist die Identifizierung eines *standard general angle concept*: »two lines meeting at a point with an angular relation between them« (Mitchelmore & White, 1998, S. 5). Es soll an dieser Stelle nicht weiter diskutiert werden, ob dies eine (mathematisch) sinnvolle Definition ist – siehe dazu auch das Kapitel zur informationstheoretischen Winkeldefinition. Konkret untersuchen die Autoren beispielsweise, wie Kinder Winkelsituationen und -kontexte miteinander verknüpfen.

↗ Informationstheoretische Winkeldefinition, S. 39

Exemplarisch gehe ich jetzt auf die bei Mitchelmore und White (1998) dargestellte Untersuchung ein, da diese das prinzipielle Vorgehen am genauesten beschreibt und aus ihr die von den Autoren entwickelte Theorie am klarsten abgeleitet wird.

In der Untersuchung wurden den Kindern sechs Gegenstände, die jeweils eine typische Winkelsituation repräsentieren, zur Verfügung gestellt, an denen das auf Winkel bezogene Wissen der Schülerinnen und Schüler untersucht wurde. Dies erfolgte in mehreren Aufgabentypen, die ich im Folgenden inkl. ihrer Ergebnisse vorstellen möchte.

Untersuchung von Gegenständen

Roboter, Schere, Rennstrecke, Plättchen, Straßen, Cricket

Zunächst sollten die Kinder verschiedene Konfigurationen des jeweiligen Gegenstands demonstrieren, inkl. möglicher Grenzfälle (Mitchelmore & White, 1998, S. 11). Dies fiel den Kindern prinzipiell leicht, allerdings hatten sie zum Teil Schwierigkeiten in der Verbalisierung ihrer Handlungen (Mitchelmore & White, 1998, S. 13 f.). Extremfälle wurden nur dann angebracht, wenn sie den Kindern sinnvoll erschienen – auch wenn die nicht sinnvollen theoretisch möglich gewesen wären: »It seems likely that most approximately correct responses in the slopes, corners and bent objects contexts were occasioned by reluctance and not by any inability to imagine the extreme case.« (Mitchelmore & White, 1998, S. 14)

Um den Begriffsumfang des Winkelkontextes zu ermitteln, wurde nach ähnlichen Situationen gefragt. Auch hier entsprachen die Ergebnisse den Vermutungen, dass die gegebene Situation als Stellvertreter eines breiteren Kontextes wahrgenommen wird – wenn auch nicht immer exakt so,

Nutzung von Winkelmodellen

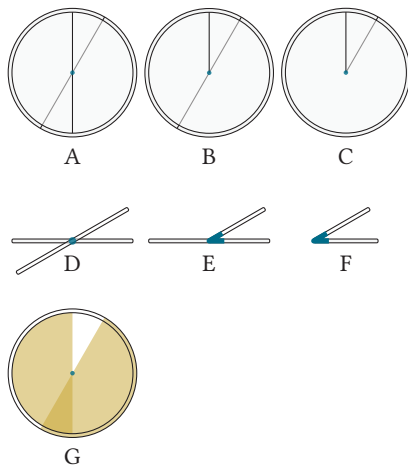


Abbildung 6.3: Winkelmodelle, angelehnt an Mitchelmore und White (1998, S. 10)

wie in der Kategorisierung der Winkelkontexte angenommen (Mitchelmore & White, 1998, S. 14).

In einem weiteren Schritt erhielten die Kinder Winkelmodelle, die sie mit den ihnen gegebenen Situationen vergleichen sollten. Für jede Situation sollte entschieden werden, ob das Modell passt, welches Modell am besten passt und welcher Bestandteil des Modells für welchen Bestandteil der konkreten Situation steht. Die Modelle waren entweder drehbare transparente Doppelscheiben mit aufgezeichneten Schenkeln (A, B, C) bzw. halbttransparent aufgemalten Feldern (G) oder aneinander gesteckte Strohhalme (D, E, F). Dabei repräsentierten einige Schenkel Strahlen, einige Geraden. Die Nutzung der Modelle wurde in vier Kategorien eingeteilt, abhängig davon, wie stark die Passung zwischen den Modellbestandteilen, insbesondere Schenkeln, und den Bestandteilen der realen Situation war (Mitchelmore & White, 1998, S. 15). Aus den Ergebnissen lesen die Autoren heraus, dass das Verständnis vom *standard angle* umso tiefer ist, je präziser das Modell genutzt wird. Bei den meisten Winkelsituationen waren bei kaum einem Modell Schwierigkeiten in der Modell-Situations-Zuordnung zu erkennen, wobei die Modelle C, F und G bevorzugt wurden (also die, in denen besonders gut eine V-Figur erkennbar ist). In der »bent paths«-Situation dagegen hatten die Schülerinnen und Schüler erhebliche Schwierigkeiten – dort konnten fast ausschließlich mit den Modellen C und F erfolgreiche Zuordnungen erfolgen (Mitchelmore & White, 1998, S. 15 f.).

Im Anschluss sollten je zwei Situationen miteinander verglichen werden, wofür wieder die Winkelmodelle genutzt werden konnten. Erfolgte deren Nutzung im Vorfeld wie gewünscht, also mit korrekter oder nahezu korrekter Zuordnung zwischen Modell- und Situationsbestandteilen, so waren die Schülerinnen und Schüler auch erfolgreich beim Vergleich zweier Situationen. Erfolgte die Modellnutzung im Vorfeld nicht erfolgreich, half diese nun auch nicht, zwei Situationen (verschiedener Kontexte) miteinander zu vergleichen (Mitchelmore & White, 1998, S. 17). Dass eine korrekte Modellnutzung hilfreich beim Herstellen von Bezügen verschiedener Kontexte sein kann, hebt die Bedeutung der Gestaltung und Nutzung geeigneter Modelle für den Abstraktionsprozess beim Winkel hervor. Dies wird sich in dieser Arbeit an späteren Stellen in den Lernmodellen und Designprinzipien wiederfinden. Konkret beobachteten Mitchelmore und White (1998, S. 24), dass die Modelle oft kontextuell genutzt werden, obwohl eine abstrakte (also kontextübergreifende) Interpretation möglich gewesen wäre. Sie schlussfolgern daraus eine notwendige Gestaltung der Modelle derart, dass stärker unterscheidbar sein muss, ob sie kontextuelle oder abstrakte Winkel repräsentieren. Angelehnt an die Lernmodell-Definition beim Aufsteigen vom Abstrakten zum Konkreten (vgl. Abschnitt 7.2) kann vielmehr gefordert werden, dass die Modelle

↗ Designprinzipien, S. 105

↗ Lernmodell, S. 79

den Weg zur Abstraktion (vom Situativen zum Kontextuellen oder vom Kontextuellen zum Abstrakten) beinhalten sollen. Wie genau das erfolgen kann, muss an konkreten Situationen, Kontexten und Abstraktionen untersucht werden und erfolgt im Rahmen dieser Arbeit exemplarisch am Übergang von der Situation der Sichtfelder von Tieren zum Kontext des Winkelfeldes.

Als letztes wurden noch Bezüge zum Bezeichner »Winkel« hergestellt, der bis dahin in der Untersuchung gegenüber den Schülerinnen und Schülern keine Erwähnung fand. Die Kinder sollten erläutern, inwieweit die Situation »Winkel« darstellt. Hierbei waren die Kinder prinzipiell erfolgreich, Schwierigkeiten hatten sie jedoch bei Drehungen. Außerdem fokussierten sie bei Linien und Ecken eher den Scheitelpunkt als die Schenkel (Mitchelmore & White, 1998, S. 18). Die Autoren erkennen jedoch, dass die Identifizierung eines Standardwinkels in zwei verschiedenen Kontexten noch nicht die Verknüpfung der Kontexte garantiert. Auch ist eine Beschränkung auf einen Schenkel eine häufig auftretende Nicht-Standardvorstellung (Mitchelmore & White, 1998, S. 19). Die aufgestellten Kontexte halten die Autoren prinzipiell für richtig, wobei einige kleine Anpassungen sinnvoll wären (Mitchelmore & White, 1998, S. 18):

Category 1 (turns) seems to be correct, but Category 2 (meetings) may need further subdivision according to whether the objects are fixed or moveable. On the other hand, the division of Categories 3 and 4 (slopes and corners) into two subcategories seems doubtful in both cases. Category 5(a) is poorly defined because angled bends are not clearly differentiated from curved bends, and Category 5(b) only seems to include rebounds. No doubt research using other situations or contexts not included in the present study will suggest further minor modifications, but the general outline would seem to be confirmed.

In einer späteren Publikation reduzieren die Autoren die Anzahl der Kontexte auf sechs (Kreuzungen, Ecken, Biegungen, Neigungen, begrenzte und unbegrenzte Drehungen, siehe Mitchelmore und White, 2000, S. 217) bzw. sprechen von drei Clustern (Ecke, Neigung und Drehung, siehe Mitchelmore und White, 2000, S. 232).

Ableitung des Abstraktionsmodells

Aus den gewonnenen Untersuchungsergebnissen leiten die Autoren ihr Abstraktionsstufenmodell ab, bestehend aus *situativen*, *kontextuellen* und *abstrakten Winkelbegriffen*, wie bereits in Abschnitt 3.2.2 dargestellt.

↗ Kurzdarstellung des Modells von Mitchelmore und White, S. 35

Als wesentliche Aussage ist hervorzuheben, dass die Entwicklung des Winkelbegriffs als ein *schrittweises Herausarbeiten von Gemeinsamkeiten* angesehen wird – zunächst von Situationen, dann von Kontexten (Mitchelmore & White, 1998, S. 19).

Formalisierung

Schlussfolgerungen und Zusammenfassung

Mitchelmore und White (1998, S. 24 f.) ziehen einige Schlussfolgerungen für die unterrichtliche Umsetzung:

- ▶ Das Erkennen von Gemeinsamkeiten zwischen Situationen bzw. zwischen Kontexten sollte stärker gefördert werden.

↗ Aufsteigen vom Abstrak-
ten zum Konkreten, S. 75

Hier stellt sich die Frage, wie eine solche Förderung aussehen kann. Eine Möglichkeit, die im weiteren Verlauf dieser Arbeit dargestellt wird, bietet die Lehrstrategie des Aufsteigens vom Abstrakten zum Konkreten, in der eine Winkelsituation analysiert, anschließend mit Unterstützung der Lehrkraft zu einem Winkelkontext geführt und dieser dann wiederum auf andere Situationen desselben Kontextes angewandt werden kann.

Auch das Messen von Winkeln kann helfen, Kontexte miteinander zu vergleichen. Mitchelmore und White (2000, S. 234) gehen hier auf eine der Hauptschwierigkeiten des Winkelmessens, nämlich die Identifizierung der beiden Schenkel, ein. Diese Notwendigkeit kann nun gleichzeitig Unterstützung bieten, die Gemeinsamkeiten zweier Kontexte zu erkennen. Konkretere Untersuchungen zum Messen von Winkeln finden sich z. B. bei Dohrmann (2018).

- ▶ Gerade bei Drehungen fällt es den Schülerinnen und Schülern schwer, Winkel zu erkennen, da keine Schenkel sichtbar sind.

An dieser Stelle können digitale Umgebungen helfen, die z. B. die Schenkel virtuell darstellen, so dass mit diesen anschließend auch operiert werden kann. Möglicherweise bieten hier auch Lösungen mit Augmented Reality einen Ansatz. Letztlich führt dies zu der Frage nach geeigneten Winkelmodellen, die mit dem Kontext in Verbindung gebracht werden können und dabei helfen, die Schenkel zu identifizieren. Solche Überlegungen sind nicht nur beim Kontext der Drehung relevant.

Entsprechende Ansätze finden sich beispielsweise bei Crompton (2015), die einen spezifischen Unterrichtsgang sowie eine digitale Umgebung entwickelt hat, mit denen die Niveausteigerungen des geometrischen Denkens zu Winkeln nach Scally unterstützt werden sollen. Sie bezieht sich dabei auf den Begriff des *context-aware ubiquitous learning* (Crompton, 2015, S. 20):

Context-aware ubiquitous learning is a situation in which the student is interacting with a real-world environment while using a mobile technology to support his oder her learning.

In der konkreten technischen Lösung wird über von den Schülerinnen und Schülern erstellten Fotos eine dynamische Geometrieumgebung gelegt, in der Winkel dar- und eingestellt werden können. Je nachdem, wo die Kinder Winkel in ihrer Umgebung entdeckt und fotografiert haben, werden damit verschiedene Kontexte angesprochen.

Ein weiteres Beispiel liefert Kaur, die den Umdrehungs- und Richtungsänderungsaspekts des Winkelbegriffs in Schulbüchern als unterrepräsentiert bzw. schlecht umgesetzt ansieht (Kaur, 2017, S. 46). In ihrer Arbeit entwickelt sie mehrere dynamische Umgebungen, an denen die Kinder arbeiten. Dabei untersucht sie die Kommunikation, insbesondere den Diskurs, während des Lernprozesses – im Speziellen auch die von den Schülerinnen und Schülern durchgeführten Gesten (Kaur, 2017, S. iv). Sie geht ebenfalls auf die Schwierigkeit ein, dass beim »turn«-Aspekt die Schenkel des Winkels als solche nicht zwingend erkennbar sind (Kaur, 2017, S. 58).

Kaur (2017, S. 16) spricht von einem »angle as a turn«, der nach meiner Strukturierung die Aspekte Richtungsänderung und Umdrehung subsummiert.

► Der unterrichtliche Aufbau und die Reihenfolge der Kontexte sollten abhängig von der Anzahl sichtbarer Schenkel erfolgen, beginnend mit Situationen, in denen beide Schenkel sichtbar sind. Ist anhand dieser ein abstraktes Wissen aufgebaut, kann mit den anderen Kontexten fortgefahren werden, bei denen einer der beiden Schenkel erst konstruiert werden muss oder gar beide Schenkel nicht sichtbar sind. An anderer Stelle konkretisieren die Autoren dies mit einem vierschrittigen Vorschlag (Mitchelmore & White, 2001, S. 532):

1. Develop an agreed language (both graphic and verbal) for describing various corner situations where both lines of the angle are clearly visible
2. Using this language, explore the similarity between such situations and corner situations where both lines of the angle are visible but not clearly defined.
3. Explore the similarity between angle situations where both arms of the angle are visible and angle situations where only one line of the angle is visible.
4. Explore the similarity between angle situations where both arms of the angle are visible and angle situations where no line of the angle is visible.

Geht man von einer reduzierten Anzahl der vier Kontexte *Knick*, *Feld*, *Richtungsänderung* und *Umdrehung* aus, so bietet es sich an, mit den Winkelfeldern zu beginnen. Bei diesen werden die meisten Bestandteile sichtbar (Scheitelpunkt, beide Schenkel als Begrenzungen sowie der zwischen den Schenkeln relevante Bereich), so dass eine Kontextualisierung in Sinne der soeben erfolgten Diskussion am besten möglich ist. Anschließend können Knicke oder Richtungsänderungen behandelt werden, woraufhin die Umdrehungen folgen. Dabei sollten die Kontexte tatsächlich jeder für

↗ Beantwortung der ersten Forschungsfrage, S. 53

sich sauber aufgebaut und erst anschließend zu einer gemeinsamen Abstraktion geführt werden. Mitchelmore und White (2001, S. 538) schreiben hierzu: »Students should become more familiar with the characteristics of the separate contexts before they are directed to similarities between contexts«.

Abbildung 6.4 stellt das sich daraus ergebende Modell noch einmal übersichtlich mit exemplarischen Situationen dar.

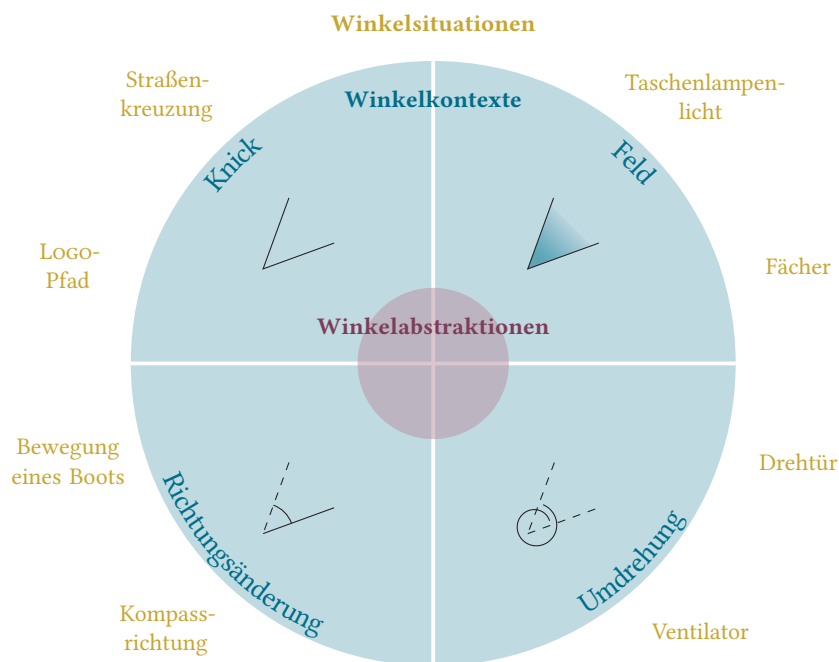


Abbildung 6.4: Abstraktionsmodell mit den vier Winkelkontexten

Es lässt sich zusammenfassen, dass sich die Winkelabstraktionsstufen nach Mitchelmore und White (1998) mit den aktuell in der Mathematikdidaktik vorherrschenden Ansichten zu Abstraktionen im Geometrieunterricht vertragen und daher eine Grundlage für die Entwicklung eines Unterrichtsgangs zum Winkelbegriff bieten. Neben der spezifischen Anwendung auf den Winkelbegriff und seinem integrierten Ansatz für einen Unterrichtsgang sind als Stärken des Modells eine Vereinbarkeit mit der übersichtlichen Anzahl an Winkelaspekten nach Krainer sowie die mathematisch stringente Beschreibbarkeit und Umsetzbarkeit in dynamischen Geometriesystemen mithilfe der informationstheoretischen Winkeldefinition zu nennen.

7 Aufbau von Begriffen

In diesem Kapitel werden zwei eng mit der Begriffsbildung zusammenhängende Theorien in Beziehung gesetzt: Die Grundvorstellungsidee und die Lehrstrategie des Aufsteigens vom Abstrakten zum Konkreten. Auf spezifische mathematikdidaktische Hintergründe zur Begriffsbildung wird an einigen Stellen verwiesen, für eine tiefere Beschäftigung sei bspw. auf Vollrath (1984), Zech (1998, S. 255 – 282), Vollrath und Roth (2012, S. 227 – 246) oder Weigand (2015) verwiesen.

7.1 Grundvorstellungsidee

Bei der Anwendung mathematischer Begriffe in Problemlöseprozessen sowie ihrer Übertragung auf neue Situationen müssen Schülerinnen und Schüler mit ihnen tragfähige Vorstellungen verbinden können (Weigand, 2015, S. 262). Hierfür hat in der deutschsprachigen Mathematikdidaktik die sogenannte *Grundvorstellungsidee* nach vom Hofe (1995) hohe Bedeutung (Weigand, 2015, S. 262). Demnach sind *Grundvorstellungen* mentale Modelle, die beim Übersetzen zwischen Realität und Mathematik zum Tragen kommen. Sie ermöglichen es, zu entscheiden, ob »Inhalte oder Verfahren zu einer bestimmten Sachsituation passen könnten und umgekehrt, welche Situationen sich mit bestimmten mathematischen Inhalten modellieren lassen« (vom Hofe, 2003, S. 5). Grundvorstellungen beschreiben »Beziehungen zwischen mathematischen Inhalten und dem Phänomen der individuellen Begriffsbildung« (vom Hofe, 1995, S. 97). Das heißt insbesondere, dass Grundvorstellungen nicht für sich allein zwischen der Realität und der Mathematik stehen, sondern auf sie in der individuellen Auseinandersetzung einer Schülerin oder eines Schülers bei entsprechenden Übersetzungsprozessen zurückgegriffen wird.

7.1.1 Grundvorstellungen und ihre Charakteristika

Trotz dieser »subjektiven Schattierungen« weisen die individuellen Erklärungsmuster der Schülerinnen und Schüler »einen gemeinsamen Kern« auf (vom Hofe, 1995, S. 97), der Grundvorstellungen charakterisiert. Um hieraus für die Unterrichtsplanung und -durchführung Schlüsse ziehen zu können, betont vom Hofe (1995, S. 97 f.) drei Aspekte der Grundvorstellungsidee:

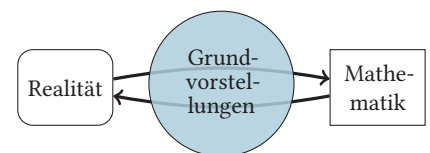


Abbildung 7.1: Grundvorstellungsidee (angelehnt an vom Hofe, 2003, S. 5)

Sinnkonstituierung »Sinnkonstituierung eines Begriffs durch Anknüpfung an bekannte Sach- oder Handlungszusammenhänge bzw. Handlungsvorstellungen«: Realerfahrungen bzw. auf bereits bestehende Vorstellungen aufbauende Erfahrungen sind demnach die Grundlage für die Auseinandersetzung mit Begriffen. Erst diese geben den Begriffen einen *Sinn* bzw. eine *Bedeutung*. Je nachdem, ob es sich direkt um Realerfahrungen handelt oder um Erfahrungen, die auf bereits gebildete Begriffe und ihrer Darstellungsmittel aufbauen, spricht man von *primären* bzw. *sekundären* Grundvorstellungen (vom Hofe, 2003, S. 6). So sind also innermathematische Schlussfolgerungen durchaus möglich (und erwünscht) – jedoch müssen diese an vorherige Erfahrungen anschließen.

Aufbau von Repräsentationen, operatives Handeln auf Vorstellungsebene »Aufbau entsprechender (visueller) Repräsentationen bzw. »Verinnerlichungen«, die operatives Handeln auf der Vorstellungsebene ermöglichen«: Reale Handlungserfahrungen reichen demnach nicht aus, sondern diese müssen *verinnerlicht* werden. Das heißt einerseits, dass man bei der weiteren Beschäftigung mit einem Begriff nicht zwingend auf reale Handlungen angewiesen ist, andererseits aber auch, dass ein evtl. kalkülhaftes Vorgehen mit den vorherigen Handlungserfahrungen in Bezug gebracht werden soll und damit begründet ablaufen muss.

Anwendung auf Wirklichkeit »Fähigkeit zur Anwendung eines Begriffs auf die Wirklichkeit durch Erkennen der entsprechenden Struktur in Sachzusammenhängen oder durch Modellieren des Sachproblems mit Hilfe der mathematischen Struktur«: Das heißt, beim Übergang zwischen Realität und Mathematik – egal in welche Richtung – ist die Einsicht des Schülers oder der Schülerin in die mathematische Struktur unverzichtbar. Es reicht also nicht, auf phänomenologischer Ebene eine Vorstellung davon zu haben, wie einen Begriff *in etwa* mit der Realität zusammenhängt, sondern es muss *der Kern* des Begriffs in der Realität wiedererkannt bzw. aus ihr abstrahiert werden.

↗ Empirisches und theoretisches Denken, S. 75

7.1.2 Grundvorstellungen zu Aspekten und Operationen

Die Begriffsaspekte sind nicht mit den drei Aspekten der Grundvorstellungsidee zu verwechseln.

Ich unterscheide bei der Betrachtung mathematischer Begriffe zwischen Grundvorstellungen zu den *Aspekten* des Begriffs und Grundvorstellungen beim *Operieren* mit dem Begriff (bzw. einzelner Aspekte dessen). So beinhaltet beispielsweise der Zahlbegriff die Aspekte Kardinalzahl und Ordinalzahl (und noch einige andere), die beim Addieren die Grundvorstellungen Zusammenlegen und Weiterzählen aufbauen bzw. dieser bedürfen (Krauthausen, 2018, S. 44; Hefendehl-Hebeker & Schwank, 2015, S. 101).

Auch Greefrath et al. (2016, S. 17, Hervorhebung im Original) nehmen eine solche Unterscheidung vor: »Ein *Aspekt* eines mathematischen Begriffs ist

ein Teilbereich des Begriffs, mit dem dieser fachlich charakterisiert werden kann. [...] Eine *Grundvorstellung* zu einem mathematischen Begriff ist eine inhaltliche Deutung des Begriffs, die diesem Sinn gibt.« Den Autoren nach entstammen Aspekte einer »*fachwissenschaftliche[n]* Analyse[...]«, während Grundvorstellungen »*fachdidaktischer Art*« sind.

Auf diese Weise halte ich eine Trennung im schulischen Kontext – gerade für die Primar- und frühe Sekundarstufe – jedoch nicht für zielführend, da sie in der dargestellten Form davon ausgeht, dass Begriffsaspekte allein keinen Sinnbezug haben müssen. Indem mit Aspekten operiert wird, erhalten diese jedoch (genauso wie die Operationen selbst) stets eine Bedeutung und werden somit *Bestandteil* der Grundvorstellungen zu einem Begriff. So spricht auch vom Hofe explizit von »Grundvorstellungen zum Begriff der natürlichen Zahlen« und von denen »zur Addition natürlicher Zahlen« (vom Hofe, 2003, S. 6). Obwohl sich also verschiedene Aspekte mathematisch in verschiedenen Definitionsansätzen widerspiegeln können (Kardinalzahlen als Klassen gleichmächtiger Mengen, Ordinalzahlen über die Peano-Axiome, siehe Padberg, 2007, S. 17), sind sie aus meiner Sicht nicht rein fachwissenschaftlich und ohne Sinnbezug ableitbar. Schon allein die Tatsache, dass zu einem Begriff verschiedene Definitionsansätze existieren, zeigt doch, dass diese jeweils spezifische Ziele verfolgen und mit ihnen entsprechende Vorstellungen einhergehen.

In dieser Sprechweise bestehen bei mir Grundvorstellungen zu einem Begriff also *sowohl* aus den Bedeutungen der Begriffsaspekte *als auch* aus denen der Operationen mit den Aspekten. Aspekte und Operationen sind untrennbar und stoffdidaktisch als Einheit zu entwickeln. Auch vom Hofe (1995, S. 123) formuliert zu den Grundvorstellungen, dass diese nicht »vom mathematischen Inhalt [...] in Form einer eindeutigen Ableitung« heraus gesetzt seien, sondern stets »auf ein didaktisches Ziel gerichtet« sind. Damit unterscheiden sich diese *Aspekte* von denen von Greefrath et al. (2016, S. 17 f.) dahingehend, dass sie eben *auch* fachdidaktischer und *nicht nur* fachwissenschaftlicher Natur sind. Dass *Begriffsaspekte* als *Bestandteile* von Grundvorstellungen etabliert sind, zeigen auch die Sprechweisen in Veröffentlichungen, in denen die Bildung spezifischer Grundvorstellungen untersucht wird, wie z. B. bei den schon erwähnten Zahlaspekten (Krauthausen, 2018, S. 44), bei Bruchzahlaspekten (Padberg und Wartha, 2017, S. 21 ff.; dort werden *Aspekt* und *Grundvorstellung* teils synonym genutzt und auch nicht klar voneinander abgegrenzt, in einer vorherigen Auflage wird nur von *Aspekten* gesprochen, siehe Padberg, 2012, S. 29 f.) oder auch bei Variablenaspekten (Henn & Filler, 2015, S. 15, ebenfalls mit Mischung der Bezeichnungen).

Die Unterscheidung in Aspekt und Operation wird im weiteren Verlauf der Arbeit noch eine hohe Bedeutung haben.

Zahl- aspekt	Addieren	Subtra- hieren	...
Kardinal- zahl	Zusammen- legen	Weg- nehmen	
Ordinal- zahl	Weiter- zählen	Rückwärts- zählen	
⋮	⋮	⋮	

Tabelle 7.1: Grundvorstellungen zum Zahlbegriff (vgl. Krauthausen, 2018, S. 44)

Aspekte und Operationen als stoffdidaktische Einheit

Aspekt	Operat. 1	Operat. 2	...
GV _a	GV _{a1}	GV _{a2}	
GV _b	GV _{b1}	GV _{b2}	
⋮	⋮	⋮	

Tabelle 7.2: Schema für Grundvorstellungen zu Aspekten und Operationen

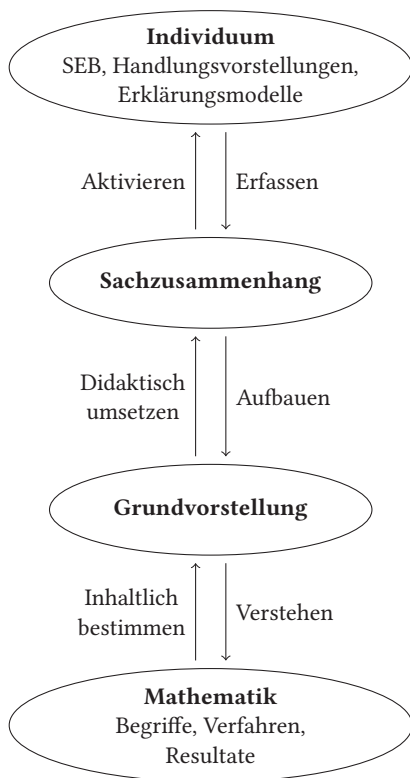


Abbildung 7.2: Ausbilden von Grundvorstellungen (nach vom Hofe, 1995, S. 124)
SEB: Subjektive Erfahrungsbereiche

7.1.3 Ausbilden von Grundvorstellungen

Nach vom Hofe haben Grundvorstellungen einen *normativen* Charakter und sind damit eine »*didaktische Kategorie des Lehrers*«. Denen stellt er die »*individuellen Erklärungsmodelle des Schülers*«, also »*Schülervorstellungen*« gegenüber. Die erwähnte didaktische Kategorie wird dabei »aus inhaltlichen Überlegungen hergeleitet [...] und [beschreibt] Deutungsmöglichkeiten eines Sachzusammenhangs bzw. dessen mathematischen Kern« (vom Hofe, 1995, S. 123, Hervorhebungen im Original). Er trifft die Annahme, dass sich Grundvorstellungen bei Schülerinnen und Schülern ausbilden lassen und schlägt dazu ein Strukturmodell vor (Abb. 7.2), das die Unterrichtsplanung beschreiben und leiten kann. Zu diesem formuliert er (vom Hofe, 1995, S. 124 f., Hervorhebungen im Original):

Die *didaktische Umsetzung* der Kategorie, d. h. die Konstruktion bzw. Identifikation eines entsprechenden *Sachzusammenhangs*, sollte den strukturellen Kern des aufzubauenden Begriffs in einer dem Schüler gemäßen Art repräsentieren. Die inhaltlichen Elemente und die methodische Struktur des Sachzusammenhangs bilden Ausgangspunkte für entsprechende Lern- bzw. Interaktionsprozesse und sollten dazu geeignet sein, beim Schüler *Erfahrungsbereiche* zu *aktivieren*, die es diesem ermöglichen, den *Kern des Sachzusammenhangs* aus der Perspektive seiner Vorstellungs- und Handlungsmöglichkeiten zu *erfassen*. Auf der Grundlage solcher Schritte kann dann der Schüler langfristig die entsprechenden *Grundvorstellungen aufbauen*, sie in das System seiner Erklärungs- und Handlungsmöglichkeiten integrieren und – in einem seinen individuellen Bedingungen entsprechendem Ausmaß – am *Kern des mathematischen Begriffs* teilhaben, d. h. diesen »*verstehen*«.

Dabei werden einige für die weitere Arbeit zentrale Punkte sichtbar:

- Die Konstruktion bzw. Identifikation des Sachzusammenhangs scheint eine höchst anspruchsvolle Herausforderung an die Unterrichtsplanung zu sein. So reicht es eben nicht, einfach nur *irgendein* Beispiel für den mathematischen Begriff zu finden, sondern dieses muss eines sein, an dem der Kern des Begriffs besonders zum Tragen kommt und das von den Schülerinnen und Schülern gut verstanden werden kann. Ob es sich dabei um ein Beispiel oder mehrere handeln soll und ob die Erarbeitung des Begriffs bspw. induktiv oder deduktiv erfolgen sollte, kann aus den Forderungen noch nicht abgeleitet werden.
- Der Sachzusammenhang soll in seiner didaktischen Funktion spezifische inhaltliche Elemente und eine spezifische methodische Struktur zur Auslösung der Lern- und Interaktionsprozesse besitzen. Um dies zu gewährleisten, müssen bei seiner Konstruktion einige Fragen geklärt werden: Über welche Handlungserfahrungen verfügen die Schülerinnen und Schüler bereits? Welche Lern- und Interaktionsprozesse sind gewünscht?

Sind die Schülerinnen und Schüler zu diesen fähig? Und ist der Sachzusammenhang für diese Prozesse geeignet gewählt und aufbereitet?

► Wie konkret die Grundvorstellungen aufgebaut werden, beschreibt vom Hofe nicht weiter. Aufbauend auf die Handlungserfahrungen schlagen Wartha und Schulz (2011, S. 11) hierfür eine schrittweise Verinnerlichung vom »Handeln am geeigneten Material« über die Beschreibung der »Materialhandlung mit Sicht auf das Material«, »ohne Sicht auf das Material« bis hin zur Arbeit, Übung und Automatisierung auf »symbolischer Ebene« vor.

Diese drei Punkte zeigen, dass bei der Entwicklung eines auf Grundvorstellungen ausgerichteten Unterrichts die Mittel der Tätigkeitstheorie eine hilfreiche Orientierung bieten können. So kann auf weitere Erkenntnisse aufgebaut werden, die Lernprozesse durch Handlungen beschreiben und erklären sowie Orientierung bei der Entwicklung solcher Unterrichtsgänge bieten.

7.2 Aufsteigen vom Abstrakten zum Konkreten

Eng mit der Anwendung der Tätigkeitstheorie auf Lehr-Lern-Prozesse verbunden ist die Lehrstrategie des *Aufsteigens vom Abstrakten zum Konkreten* (Giest und Lompscher, 2006, S. 219 f.). Ihren Ursprung hat diese in der Unterscheidung zwischen empirischem und theoretischem Denken, wie es Dawydow (1977, S. 238 ff.) ausführlich darstellt. Nach Lompscher (1996, S. 2) ist dabei das »empirische[...] Denken, das auf unmittelbar gegebene Merkmale und Beziehungen gerichtet ist«, Voraussetzung dafür, theoretisches Denken zu entwickeln, mit welchem die »Entwicklung von Tiefenstrategien und das wachsende Verständnis für wesentliche Merkmale und Relationen gemeint« ist. Wie schon bei den Aspekten der Grundvorstellungsidee angedeutet, darf es nicht beim empirischen Denken bleiben, wenn der Kern eines Begriffs verstanden werden soll.

Grundsätzlich gliedert die Lehrstrategie den Unterrichtsgang in zwei Phasen (Lompscher, 1989, S. 71): Die »Gewinnung von Ausgangsabstraktionen« und die »Anwendung des so gewonnenen Abstrakten zur geistigen Durchdringung und Reproduktion des Konkreten«, auch als »Abarbeiten von Konkretisierungsreihen« bezeichnet (Lompscher, 1996, S. 6). In der ersten Phase sind nach Lompscher (1996, S. 4 ff.) die »Lernzielformulierung«, die »Ausbildung von Lernhandlungen« sowie die »Lernmodellbildung« enthalten. Eine genauere Beschreibung der Phasen erfolgt weiter unten.

Neben der tätigkeitstheoretischen Orientierung bietet die Lehrstrategie zwei weitere Anknüpfungspunkte:

Empirisches und theoretisches Denken

Phase 1: Gewinnung der Ausgangsabstraktion ($K^0 \rightarrow AA$)

Phase 2: Abarbeiten von Konkretisierungsreihen ($AA \rightarrow K'$)

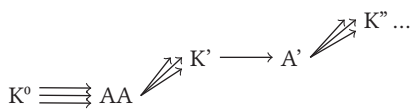


Abbildung 7.3: Schematische Darstellung des Aufstiegs vom Abstrakten zum Konkreten (nach Lompscher, 1996, S. 4)

Einerseits ist sie mit den Winkelabstraktionsstufen nach Mitchelmore und White (1998) umsetzbar. Mit Bezug auf Dawydow (1977) formuliert Rembowski (2015, S. 187) beispielsweise: »Schließlich ist der empirische Begriff auf einen eindeutigen Kontext bezogen, während der theoretische Begriff sich auf die Integration verschiedener Kontexte bezieht«. Diese Form der Integration ist bei Mitchelmore und White (1998) tatsächlich zwei mal vorgesehen: So werden zunächst verschiedene *Winkelsituationen* zu einem *Winkelkontext* integriert und anschließend verschiedene *Winkelkontexte* noch einmal zu *Winkelabstraktionen*. Ein solch mehrfaches Durchlaufen der Lehrstrategie ist durchaus angedacht (vgl. Abb. 7.3).

Andererseits lässt sich ein klarer Bezug des Aufstiegs vom Abstrakten zum Konkreten zur Grundvorstellungsidee herstellen. Diesen stellt auch Rembowski (2015, S. 185 ff.) schon dar, verzichtet dabei jedoch auf die ausführliche Beschreibung des Ablaufes der Lehrstrategie und geht auch nicht auf ihr Wesensmerkmal der *Lernhandlungen* ein. Diese jedoch sind essentiell, wenn man vom tätigkeitstheoretischen Hintergrund ausgeht. Außerdem bieten die einzelnen Phasen und die Orientierung an Lernhandlungen ein hohes Potenzial, die Entwicklung einer Lernumgebung zum gewünschten Gegenstandsbereich zu leiten und Querbezüge zu den drei Aspekten der Grundvorstellungsidee herzustellen. Dies soll im Folgenden geschehen. Dem Ziel, ein strukturiertes Vorgehen zu entwickeln, nach dem der Winkelbegriff (bzw. einzelne Aspekte dessen) im Sinne eines theoretischen Denkens aufgebaut werden kann, soll sich dabei über drei Schritte angenähert werden:

- ▶ Zunächst werden die Phasen der Lehrstrategie unabhängig von konkreten Themenbereichen vorgestellt und mit der Grundvorstellungsidee in Bezug gesetzt. Daraus werden allgemeine Schlussfolgerungen für die Entwicklung einer Lernumgebung gezogen.
- ↗ Anwendung auf Winkelaspekte, S. 83
- ▶ Anschließend erfolgt mit der Anwendung der Lehrstrategie auf Winkelaspekte eine Anpassung bzw. Spezifizierung der ersten Phase (Gewinnung der Ausgangsabstraktion).
- ↗ Konkretisierung am Winkelfeld, S. 85
- ▶ Letztlich wird die angepasste Strategie ganz konkret auf den Aspekt des Winkelfeldes angewandt, so dass für diesen Gegenstandsbereich spezifische *Lernhandlungen* entwickelt und Forderungen an das *Lernmodell* formuliert werden können.

7.2.1 Gewinnung der Ausgangsabstraktion

Lernzielbildung

Zunächst erfolgt eine Motivation der Schülerinnen und Schüler, Lompscher (1996, S. 4) zufolge, durch eine Anforderungssituation in der *Zone der nächsten Entwicklung*. Das heißt, dass die Schülerinnen und Schüler die gegebene Problemstellung zwar in ihrer *Zone der aktuellen Leistung* verstehen, aber mit ihrem bisherigen Wissen und ihren Kompetenzen noch nicht vollständig in der Lage sind, sie zu lösen. Es werden einige Lösungsversuche unternommen und anschließend bestimmt, »was wir nicht wissen bzw. können, um die Anforderung zu bewältigen«. Daraus erfolgt die Lernzielbestimmung.

Zone der nächsten Entwicklung

Zone der aktuellen Leistung

Die Anforderungssituation zu Beginn wird auch als »sinnlich Konkretes« bezeichnet (Giest & Lompscher, 2006, S. 223). Ich verwende im Folgenden die Bezeichnung *Ausgangskonkretum* – angelehnt an die spätere Ausgangsabstraktion.

Ausgangskonkretum

Das Ausgangskonkretum muss damit Forderungen erfüllen, die auch an den *Sachzusammenhang* der Grundvorstellungsidee schon gestellt worden sind: Es muss von den Schülerinnen und Schülern erfasst werden können und den Kern der zu vermittelnden mathematischen Idee beinhalten.

◁ Bezug zu Grundvorstellungen

Für die Planung heißt das, dass eine konkrete, schülergerechte Situation geschaffen werden muss, anhand derer das später zu vermittelnde Allgemeine des Gegenstandsbereiches eine wesentliche Bedeutung hat. Anders formuliert: Die (aus dem Lerngegenstand erwünschte) Abstraktion muss helfen, die konkrete Problemstellung besser lösen bzw. verstehen zu können, damit seitens der Schülerinnen und Schüler die Motivation entstehen kann, sich mit dem Abstrakten auseinanderzusetzen. Solch eine Problemstellung ist zu finden!

◁ Entwicklung der Lernumgebung

Ausbildung von Lernhandlungen am Ausgangskonkretum

Es erfolgen nun Handlungen an und mit dem Lerngegenstand, um diesen zu verändern und dadurch besser zu verstehen und »wesentliche Merkmale und Relationen« aufzudecken (Lompscher, 1996, S. 5).

Dies ist nur möglich, wenn der Lerngegenstand in irgendeiner Form verdinglicht zur Verfügung steht. Dabei muss es sich nicht zwingend um einen realen Gegenstand handeln, auch zeichnerische oder interaktive Darstellungen sind möglich. In jedem Fall wird aber eine *Repräsentation* benötigt, die es erlaubt, mit dem Lerngegenstand zu operieren. Welche Opera-

tionen dabei möglich und sinnvoll sind, hängt natürlich vom zu betrachtenden Begriff ab und muss in der didaktischen Analyse herausgearbeitet werden.

Lernhandlungen

Die in dem Zusammenhang durchgeführten *Handlungen* zielen darauf ab, durch sie das Wesen des Begriffs zu erarbeiten. Daher werden sie auch als *Lernhandlungen* bezeichnet (Lompscher, 1985b, S. 46, Hervorhebung im Original):

↗ Tätigkeit, Handlung, Operation, S. 23

Lernhandlungen sind relativ geschlossene und abgrenzbare, zeitlich und logisch strukturierte Abschnitte im Verlauf der Lerntätigkeit, die ein konkretes Lernziel realisieren, durch bestimmte Lernmotive angetrieben werden und entsprechend den konkreten Lernbedingungen durch den Einsatz äußerer und verinnerlichter Lernmittel in einer jeweils spezifischen Folge von Teilhandlungen vollzogen werden.

Dabei müssen »Lerngegenstand und Lernhandlung als eine Einheit betrachtet« werden (Lompscher, 1996, S. 5). Es ist also darauf zu achten, dass einerseits die Handlungen tatsächlich dabei helfen, den Lerngegenstand besser zu verstehen. Andererseits müssen die Repräsentation des Lerngegenstands sowie Unterstützungsinstrumente derart gestaltet sein, solche Handlungen überhaupt zu ermöglichen bzw. auszubilden.

Bezug zu Grundvorstellungen ▷

Vergleichbare Überlegungen traten auch beim Ausbilden von Grundvorstellungen auf: Über welche Handlungserfahrungen verfügen die Schülerinnen und Schüler bereits? Welche Lern- und Interaktionsprozesse sind gewünscht? Sind die Schülerinnen und Schüler zu diesen fähig? Und ist der Sachzusammenhang für diese Prozesse geeignet gewählt und aufbereitet?

Um die Lernhandlungen zu verinnerlichen, schlägt Lompscher (1996, S. 5) die sogenannte »Etappenweise Interiorisation« nach Gal'perin vor, die auch Zech (1998, S. 277) spezifisch für die Ausbildung mathematischer Begriffe darstellt. Demnach erfolgt die Ausbildung subjektiv neuer Handlungen im Anschluss an eine Orientierungsgrundlage in vier Etappen von einer »materiellen oder materialisierten Handlung« (Arbeit mit den konkreten Objekten bzw. ihren Repräsentationen) über »äußere Sprache« (Beschreibung der Handlung durch lautes Sprechen oder Aufschreiben) und »äußeren Sprechens für sich« (nur wesentliche Teilergebnisse werden lautsprachlich geäußert) zur »innere[n] Sprache« (gedanklicher Vollzug der Handlung), siehe Lompscher (1985a, S. 66 f.)

Bezug zu Grundvorstellungen ▷

Die Verbindung zum Aufbau von Grundvorstellungen ist hierbei die Bedeutsamkeit des Sprechens über die Handlungen und die schrittweise Verinnerlichung dieser, wie es auch Wartha und Schulz (2011, S. 11) dargestellt haben. Tabelle 7.3 zeigt die Vergleichbarkeit beider Ansätze.

Etappenweise Ausbildung subjektiv neuer Handlungen nach Gal'perin (Lompscher, 1985a, S. 66 f.)	Phasenweiser Aufbau von Grundvorstellungen nach Wartha und Schulz (2011, S. 11)
<i>Materielle oder materialisierte Handlung</i>	Das Kind handelt am geeigneten Material.
Handlungsausführung in Form <i>äußeren Sprechens</i> , d. h. laut- oder auch schriftsprachlich	Das Kind beschreibt die Materialhandlung mit Sicht auf das Material.
Handlungen in Form <i>»äußeren Sprechens für sich«</i>	Das Kind beschreibt die Materialhandlung ohne Sicht auf das Material.
Handlungen in Form <i>inneren Sprechens</i>	Das Kind arbeitet auf symbolischer Ebene, übt und automatisiert.

Während Zech (1998, S. 277) das Vorgehen nach Gal'perin als »eher deduktiv« bezeichnet und gegenüber einem »traditionellen eher induktiven Vorgehen« abgrenzt, betont Giest (2016b, S. 19), dass in der Lehrstrategie des Aufsteigens vom Abstrakten zum Konkreten weder von Induktion noch von Deduktion oder einer Mischung aus beidem die Rede sein kann, da »Induktion und Deduktion im Sinne der Formen des Schlussfolgerns unsensibel hinsichtlich der Unterscheidung alltäglicher und wissenschaftlicher Begriffe, formal-empirischer und inhaltlich-theoretischer Verallgemeinerung, der Abstraktion bezogen auf Oberflächen- und Tiefenmerkmale« seien. In den nächsten Schritten wird darauf nochmals genauer eingegangen.

Die Lernzielbildung mit der Schaffung des Ausgangskonkretums sowie die Ausbildung der Lernhandlungen finden sich in der Grundvorstellungs-idee in der *Sinnkonstituierung* wieder, denn es kann damit an »bekannte Sach- oder Handlungszusammenhänge bzw. Handlungsvorstellungen« angeknüpft werden (vom Hofe, 1995, S. 97).

Ausgehend von der Problemstellung ist nun also Bestandteil der Unterrichtsplanung, die für die objektiven Anforderungen des Lerngegenstands notwendigen Lernhandlungen unter Beachtung der subjektiven Voraussetzungen der Schülerinnen und Schüler zu bestimmen (vgl. Lompscher, 1996, S. 5). Den Lernhandlungen muss dabei eine Verallgemeinerbarkeit hinsichtlich der inneren Struktur des zu behandelnden Begriffs innewohnen.

Lernmodellbildung

Unter Anleitung werden sich die Schülerinnen und Schüler nun der Invarianten des auszubildenden Begriffs bewusst, woraus das Bedürfnis entsteht, das »neue Wissen in einer von variierenden Erscheinungen gesonderten [...] Form zu fixieren« (Lompscher, 1996, S. 5). Dies ist zum Beispiel über eine *systematische Variation* der Begriffsbestandteile möglich (Vollrath & Roth, 2012, S. 239), die beim Verallgemeinern der Lernhandlungen reflektiert werden und somit die Begriffsstruktur aufdecken.

Tabelle 7.3: Gegenüberstellung der etappenweisen Verinnerlichung von Handlungen nach Gal'perin und dem schrittweisen Aufbau von Grundvorstellungen

◁ Bezug zu Grundvorstellungen

◁ Entwicklung der Lernumgebung

Ausgangsabstraktion Es wird eine *Ausgangsabstraktion* entwickelt, die zunächst aus einer (ggf. verbalen) Formulierung des Wesens des Lerngegenstands besteht, dies ist bei Begriffen also in der Regel eine *Definition*. Unterstützt wird diese über ein oder mehrere *Lernmodelle*. Dabei handelt es sich um »sinnliche Stützen geistigen Handelns und anschauliche Orientierungsgrundlage[n]« (Giest & Lompscher, 2006, S. 225).

Lernmodell

Auf welche Art und Weise die Lernmodelle genau gestaltet sind, hängt selbstverständlich vom Lerngegenstand und den Lernhandlungen ab. Es kann sich dabei bspw. um strukturierte Darstellungen handeln (z. B. Satzstrukturmodelle, s. Lompscher, 1985a, S. 66; Flussdiagramme zur Beschreibung von Naturvorgängen, s. Lompscher, 1996, S. 7), aber auch digitale Lernmodelle, mit denen interagiert werden kann (z. B. digitale Stellenwerttafel, s. Kortenkamp und Etzold, 2018, S. 207 ff.), sind denkbar – und ein solches wird im Laufe dieser Arbeit auch entwickelt. Entscheidend ist, dass die Lernmodelle die wesentlichen Merkmale und Relationen des Begriffs enthalten und damit die »abstrakte Struktur des Gegenstands *zusammen* mit dem prinzipiellen Weg [...], der zur Aufdeckung der Struktur geführt hat«, abbilden (Lompscher, 1996, S. 6, Hervorhebung H. E.).

Dass es sich bei der Gewinnung der Ausgangsabstraktion nicht um ein induktives Vorgehen der Begriffsbildung handelt, lässt sich damit begründen, dass eben nicht aus einer Vielzahl an Beispielen (und Gegenbeispielen) das Gemeinsame herausgearbeitet und damit verallgemeinert wird, sondern dass an nur einem (für den Lerngegenstand möglichst repräsentativen) Beispiel das Abstrakte formuliert und in hohem Maße auch von der Lehrperson (im Kontext der gemeinsamen Erarbeitung) vorgegeben wird. »Induktives Vorgehen meint weiterhin, dass von verschiedenen Fällen ausgehend auf die Verallgemeinerung hingeführt, statt von einem Fall ausgehend verallgemeinert, wird« (Rembowski, 2013, S. 16).

Bezug zu Grundvorstellungen ▷

Die Lernmodelle unterstützen damit den »*Aufbau entsprechender (visueller) Repräsentationen*« und ermöglichen »operatives Handeln auf der Vorstellungsebene« (vom Hofe, 1995, S. 98), womit wieder der Bezug zu den Aspekten der Grundvorstellungsidee sichtbar wird.

Entwicklung der Lernumgebung ▷

Die Entwicklung eines Lernmodells ist damit ein entscheidender Punkt bei der Unterrichtsplanung. In ihm müssen die aus der Beschäftigung mit dem Ausgangskonkretum herausgebildeten Lernhandlungen mit ihrer Verallgemeinerbarkeit und das Wesen des Begriffs vereint sein.

7.2.2 Abarbeiten von Konkretisierungsreihen

Anschließend an die Gewinnung der Ausgangsabstraktion erfolgt mit der »Analyse des Konkreten unter dem Aspekt des Abstrakten« (Lompscher,

1996, S. 7) das eigentliche Aufsteigen, nach dem die Lehrstrategie bezeichnet ist. Das heißt, konkrete Objekte werden betrachtet und analysiert, auch unter charakteristischer Verwendung (und ggf. Modifizierung) der ausgebildeten Lernhandlungen, und es erfolgt somit eine tiefgründigere Beschäftigung mit dem Sachverhalt. Dabei werden die »Besonderheiten [konkreter Objekte] im Rahmen des Wesens« des übergeordneten Sachverhaltes verstanden und erklärt (Lompscher, 1996, S. 7). Zwei Punkte sind noch einmal gesondert hervorzuheben:

► Der Lernprozess ist mit der Gewinnung der Abstraktion noch nicht beendet. Die Ausgangsabstraktion ist vielmehr Anknüpfungspunkt für die weitere Behandlung, um überhaupt in den Lerngegenstand geistig eindringen zu können. Bei den auf diese Weise untersuchten Beispielen ist daher auch vom »geistig Konkreten« die Rede (Giest & Lompscher, 2006, S. 223). Die Bezeichnung der Lehrstrategie betont die Bedeutung dieses Schrittes.

► Gleichzeitig beginnt die Lehrstrategie aber auch nicht erst an dieser Stelle. Die Gewinnung der Ausgangsabstraktion ist ein wesentlicher Bestandteil des Lernprozesses – aber eben noch nicht ihr Ende. Nur durch das Zusammenspiel aus Gewinnung der Ausgangsabstraktion und dem Abarbeiten von Konkretisierungsreihen ist insgesamt statt einer formalen (bzw. empirischen) Abstraktion eine inhaltliche (bzw. theoretische) Abstraktion möglich (Giest & Lompscher, 2006, S. 223).

Das Abarbeiten von Konkretisierungsreihen ist dabei nicht deduktiv. Wäre es dies, so müssten aus der Abstraktion heraus Schlussfolgerungen gezogen und damit Beispiele geschaffen (bzw. beschrieben) werden. Allerdings wird hier das Abstrakte auf gegebene oder gefundene Beispiele angewandt, d. h. die Beispiele werden mit dem Abstrakten verglichen, analysiert, aber eben nicht aus der Theorie heraus entwickelt.

Damit wird auch der dritte Aspekt der Grundvorstellungsidee sichtbar: die »Fähigkeit zur *Anwendung eines Begriffs* auf die Wirklichkeit durch Erkennen der entsprechenden Struktur in Sachzusammenhängen oder durch Modellieren des Sachproblems mit Hilfe der mathematischen Struktur« (vom Hofe, 1995, S. 98).

◁ Bezug zu Grundvorstellungen

Im Rahmen der Unterrichtsplanung sind also verschiedene Situationen zu schaffen bzw. zu finden, auf die die Ausgangsabstraktion angewandt werden kann und die dabei ihr Wesen hervorheben.

◁ Entwicklung der Lernumgebung

7.3 Zusammenfassung

Aus den vorherigen Abschnitten lässt sich ableiten: Die Lehrstrategie des Aufsteigens vom Abstrakten zum Konkreten bietet eine auf tätigkeitstheoretische Grundlagen beruhende Herangehensweise, die Ausbildung von Grundvorstellungen zu Begriffen zu ermöglichen. Gleichzeitig unterstützt sowie strukturiert die Lehrstrategie die Planung eines entsprechenden Unterrichtsgangs. Tabelle 7.4 stellt den Zusammenhang und die daraus folgenden Schritte für die Entwicklung eines Unterrichtsgangs übersichtlich dar.

Schritte beim Aufsteigen vom Abstrakten zum Konkreten	Aspekte der Grundvorstellungs- idee	Nötige Schritte zur Entwicklung eines Unterrichts- gangs
Lernzielbildung und Ausbilden von Lernhandlungen	Sinnkonstituierung	Finden eines Ausgangskonkretums und geeigneter Lernhandlungen, Entwicklung von Unterstützungsmaßnahmen beim Aufbau der Lernhandlungen
Lernmodellbildung	Aufbau von Repräsentationen, mit denen operatives Handeln möglich ist	Entwicklung eines Lernmodells, das Ausgangskonkretum, Lernhandlungen und Wesen des Begriffs in Einklang bringt
Abarbeiten von Konkretisierungsreihen	Anwendung eines Begriffs	Finden von Beispielen für Konkretisierungsreihen

Tabelle 7.4: Aufsteigen vom Abstrakten zum Konkreten und Grundvorstellungs-
idee

Das Finden der Lernhandlungen und die Entwicklung des Lernmodells bedürfen dabei einer tiefgehenden fachdidaktischen Analyse des Lerngegenstandes. Ich werde daher im weiteren Verlauf dieser Arbeit den Schwerpunkt auf die Phase der Gewinnung der Ausgangsabstraktion legen. Das heißt insbesondere, dass im Folgenden kein vollständiger Durchlauf der Lehrstrategie des Aufsteigens vom Abstrakten zum Konkreten stattfinden wird. Vielmehr beziehen sich die weiteren Überlegungen darauf, am Winkelbegriff zu untersuchen, *wie* das Lernmodell aussehen kann und *welche* Lernhandlungen nötig sind.

8 Anwendung auf den Winkelbegriff

In diesem Kapitel sollen die Winkelabstraktionsstufen von Mitchelmore und White (1998), die Lehrstrategie des Aufsteigens vom Abstrakten zum Konkreten (Lompscher, 1996) sowie die Grundvorstellungs-idee nach vom Hofe (1995) zusammengeführt werden. Eine erste Orientierung bietet die folgende Übersicht:

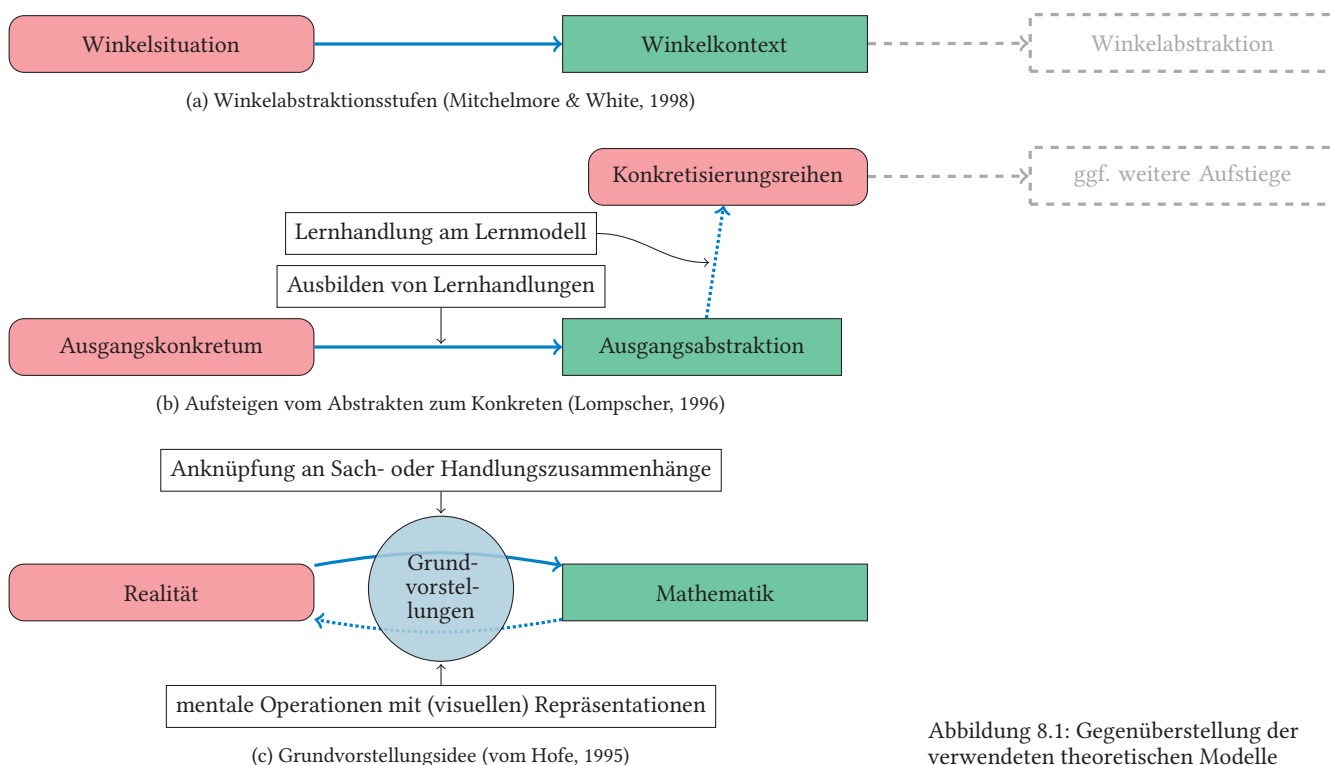


Abbildung 8.1: Gegenüberstellung der verwendeten theoretischen Modelle

8.1 Anpassung der Gewinnung der Ausgangsabstraktion bei Winkelaspekten

Wie schon aus Abbildung 8.1 ersichtlich wird, kann eine geeignete Winkelsituation ein Ausgangskonkretum darstellen, dessen Ausgangsabstraktion dann dem zugehörigen Winkelkontext entspricht. Andere Winkelsituationen desselben Winkelkontextes sind Beispiele für die Konkretisierungsreihen. Durch die wechselseitige Übersetzung und einem Aufbau

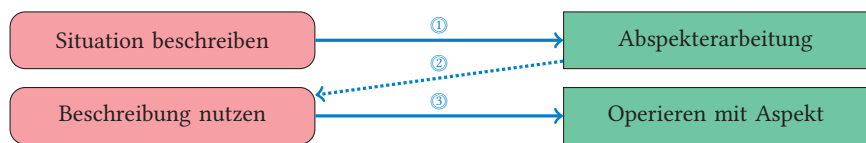
Winkelkontext $\hat{=}$ Winkelaspekt

↗ Einzelnes Herausarbeiten der Winkelaspekte, S. 70

des Lehrgangs, wie er im letzten Kapitel beschrieben wurde, ist es möglich, Grundvorstellungen zum entsprechenden Winkelkontext aufzubauen. Der Winkelkontext an sich entspricht damit einem Begriffsaspekt, im Folgenden daher als *Winkelaspekt* bezeichnet. Um diese Aspekte im Sinne eines theoretischen Denkens bei den Schülerinnen und Schülern auszubilden, ist es sinnvoll, die vier Winkelaspekte *Feld*, *Knick*, *Richtungsänderung* und *Umdrehung* einzeln zu betrachten. Dies entspricht auch einer Forderung von Mitchelmore und White (2001, S. 538).

Bedeutung erlangt ein Winkelaspekt insbesondere dann, wenn mit ihm operiert wird. Angelehnt an die Unterscheidung der Grundvorstellungen in Begriffsaspekte und das Operieren mit ihnen, bietet es sich daher an, die Gewinnung der Ausgangsabstraktion aufzuspalten. In einer Phase ① kann dafür eine Situation, die charakteristisch für einen Winkelaspekt ist, zunächst beschrieben und damit der entsprechende Begriffsaspekt erarbeitet werden – insbesondere die Bestandteile des Begriffs. Anschließend geht man in Phase ② zurück zum Ausgangskonkretum und nutzt dort die gewonnenen Begriffsbestandteile, um die Situation weiter zu manipulieren. Eine Verallgemeinerung dieser Lernhandlungen führt in Phase ③ zu einem Aufbau der entsprechenden mathematischen Möglichkeiten, mit dem Begriff zu operieren.

Abbildung 8.2: Erarbeitung der Ausgangsabstraktion bei Winkelaspekten



Es handelt sich hierbei immer noch um die Phase der Gewinnung der Ausgangsabstraktion und greift auch nicht auf das Abarbeiten der Konkretisierungsreihen vor. So entspricht Schritt ② keiner Konkretisierung im Sinne der Lehrstrategie, weil eben nicht die *zuvor entwickelten* Lernhandlungen charakteristisch auf einen anderen Situationsbereich angewandt werden, sondern die Ausgangsabstraktion wird genutzt, um mithilfe des ursprünglichen Ausgangskonkretums im Schritt ③ *neue* Lernhandlungen auszubilden bzw. zu verallgemeinern.

↗ Informationstheoretische Winkeldefinition, S. 39

Die Betonung der Bestandteile des entsprechenden Winkelaspekts in Phase ① greift stark auf die informationstheoretische Winkeldefinition zurück. Auch diese wurde aus der Fragestellung heraus entwickelt, welche Informationen zur Beschreibung einer Winkelsituation benötigt werden.

↗ Äquivalenz von Winkeln, S. 43

Die zu wählenden Schwerpunkte des Operierens müssen, angesichts der Passung zwischen Lerninhalt und Lernhandlungen, spezifisch für den Aspekt sein. Hier kann auf die theoretischen Überlegungen zur Äquivalenz zweier Winkel zurückgegriffen werden, wofür es je nach Aspekt unter-

schiedliche Auffassungen gibt und entsprechend ein bestimmtes Operieren schwerpunktmäßig von Interesse ist. Bei Winkelfeldern liegt beispielsweise der Fokus auf dem Zwischenbereich zwischen den Schenkeln, so dass das *Vergleichen* der Winkelfeldmaße von hoher Relevanz ist. Um dies zu realisieren, könnten die Winkelfelder z. B. als Gesamtobjekt verschoben und gedreht werden, was wiederum die Vorstellung des Feldes als Teil der Ebene unterstützt. Das *Bestimmen oder Verändern* der Anzahl der Umdrehungen dagegen ist beim Umdrehungsaspekt von hoher Bedeutung, während dabei die Schenkel selbst keine so hohe Relevanz haben. Erreicht werden könnte dies über das Drehen der entsprechenden Konfiguration mit der Markierung einer entsprechenden Referenz. Bei der Richtungsänderung ist die *Dynamik von einer Situation zur anderen* bedeutsam, also die Änderung des Winkelmaßes – bspw. über das Drehen eines Schenkels um den Scheitelpunkt. Der Knick wiederum ist geprägt von der Abweichung zur Geraden, so dass hier vor allem *realisiert oder identifiziert* werden sollte, »was am Scheitelpunkt passiert« – möglicherweise auch inkl. der Bestimmung des Winkelmaßes. Hierzu kann bspw. ein geknicktes Objekt »abgelaufen« werden, wodurch die Schenkel und der Scheitelpunkt unter besonderer Beobachtung stehen. Tabelle 8.1 stellt den Zusammenhang zwischen den Winkelaspekten und möglichen Schwerpunkten beim Operieren mit ihnen dar. Sowohl die Beschreibung der Winkelbestandteile als auch das Operieren mit ihnen bedarf nun konkreter Lernhandlungen sowie Lernmodelle.

Der bereits erwähnte Vorschlag von Mitchelmore und White (1998, S. 19), die Abstraktionsschritte über ein *schrittweises Herausarbeiten von Gemeinsamkeiten* zu realisieren, könnte als induktives Vorgehen interpretiert werden und würde dann dem Bilden der Ausgangsabstraktion anhand *nur eines* Beispiels widersprechen. Allerdings treffen Mitchelmore und White keine Aussage über die Art und Weise, *wie* das Herausarbeiten vonstaten gehen soll. Die Lehrstrategie des Aufsteigens vom Abstrakten zum Konkreten in der hier angepassten Form bietet also durchaus die Möglichkeit des schrittweisen Herausarbeitens, wenn im Anschluss entsprechende Konkretisierungsreihen bearbeitet werden. Ein ähnlicher Vorschlag, konkret zum Winkelbegriff, wird auch bei Tanguay und Venant (2016, S. 875) sichtbar, die von einer »Entwirrung und Verschmelzung« sprechen, und ein eher analytisches Vorgehen gegenüber einem eher synthetischen abgrenzen (Tanguay & Venant, 2016, S. 890).

8.2 Konkretisierung am Begriffsaspekt »Winkelfeld«

Die im letzten Abschnitt entwickelte Anpassung der Lehrstrategie des Aufsteigens vom Abstrakten zum Konkreten bei Winkelaspekten wird nun

Aspekt	Mögliche Schwerpunkte beim Operieren
Knick	Realisieren und Identifizieren von Knickstellen
Feld	Maße von Winkelfeldern vergleichen
Richtungsänderung	Richtungsänderung vollführen und Winkelmaß verändern
Umdrehung	Anzahl der Umdrehungen bestimmen und verändern

Tabelle 8.1: Aspekte und Operieren

spezifisch auf den Begriffsaspekt des Winkelfeldes angewandt.

Während für die Knick-, Richtungsänderungs- und Umdrehungsaspekte schon verschiedentlich (auch digitale) Lernumgebungen entwickelt worden sind (z. B. Clements und Battista, 1989; Crompton, 2015; Kaur, 2017), die sich u. U. an die Lehrstrategie des Aufsteigens vom Abstrakten zum Konkreten anpassen ließen, sind mir für den Winkelfeldaspekt keine derartigen Materialien bekannt. Gleichzeitig eignet sich, wie bereits zuvor dargestellt, der Aspekt des Winkelfeldes in besonderem Maße, in die Thematik der Winkel einzuführen.

↗ Winkelfeld als Einstieg, S. 69

8.2.1 Lernzielbildung

Der Gegenstandsbereich verlangt eine Situation, bei der das Wesentliche eines Winkelfeldes eine inhaltliche Bedeutung hat und das Herausstellen des Wesentlichen hilft, eine Problemstellung an der konkreten Situation zu lösen bzw. die gegebene Situation besser zu verstehen. Wesentlich sind beim Winkelfeld der Scheitelpunkt, die Schenkel als Begrenzungen des Feldes sowie der als relevant zu betrachtende Teil der Ebene zwischen den Schenkeln.

Die Schülerinnen und Schüler wissen bereits aus dem Sachunterricht und ihrer eigenen Lebenswelt, dass verschiedene Tiere unterschiedliche Sichtfelder haben. Über eine konstruierte Situation soll nun untersucht werden, wie man die Sichtfelder von Tieren beschreiben und miteinander vergleichen kann.

Diese Situation erfüllt die genannten Forderungen an ein Ausgangskonkretum, denn es steht repräsentativ für den Aspekt des Winkelfeldes. Um Felder miteinander vergleichen zu können, ist es notwendig, die Scheitelpunkte übereinander zu legen, die Schenkel geeignet auszurichten und die Zwischenbereiche entsprechend zu betrachten. Dies kann über das Verschieben und Drehen von Tieren, an denen die Sichtfelder quasi »angehaftet« sind, realisiert werden.

Als *Zone der aktuellen Leistung* wird angenommen: Die Schülerinnen und Schüler kennen die geometrischen Begriffe Punkt, Strahl und ggf. Ebene und kennen auch die Situation des Sichtfeldes von Tieren. Eventuell muss letztere noch einmal in Erinnerung gerufen oder hergestellt werden.

Die *Zone der nächsten Entwicklung* beinhaltet: Das Winkelfeld wird als geometrisches Objekt zur Beschreibung realer Situationen genutzt, wobei dabei die mathematischen Bestandteile des Winkelfeldes kontextspezifisch angewandt und an der Situation mit einer Bedeutung versehen werden.

Entsprechend der Aufschlüsselung in Aspekt und Operieren wird als erstes Lernziel formuliert: »Wir wollen Sichtfelder von Tieren beschreiben.« Infolge dessen ist das zweite Lernziel: »Wir wollen Sichtfelder miteinander vergleichen können.«

Erstes Lernziel

Zweites Lernziel

8.2.2 Aspekterarbeitung – Bestandteile von Winkelfeldern

Das Winkelfeld soll als *keilartiger Teilbereich der Ebene* aufgefasst werden. Der Scheitelpunkt hat dabei eine Besonderheit als *Ausgangspunkt* des Feldes. An der Seite wird das Feld *begrenzt* durch die Schenkel, die im mathematischen Sinne Strahlen sind. Ansonsten ist das Feld *unendlich weit ausgedehnt*.

Diese Forderungen führen zu Charakteristika der Winkelfeldbestandteile, für deren Erarbeitung geeignete Lernhandlungen zu entwickeln sind. Diese müssen eine Verallgemeinerbarkeit aufweisen, um zur Ausgangsabstraktion führen zu können. Wie diese Lernhandlungen aussehen können, wird im Folgenden beschrieben, eine konkrete Initiierung ihrer und Unterstützungsmöglichkeiten, die Schülerinnen und Schülern beim Verallgemeinern helfen, werden bei der Entwicklung der Lernumgebung dargestellt.

Lernhandlungen und ihre Verallgemeinerbarkeit

↗ Einbindung der Lernumgebung in den Unterricht, S. 114

Winkelfeld als Teil der Ebene. Es muss identifiziert bzw. realisiert werden, ob bzw. dass ein Punkt Element des Winkelfeldes ist. Dazu werden Objekte ins Sichtfeld oder außerhalb des Sichtfeldes eines Tieres gesetzt. Das Sichtfeld selbst muss dafür entsprechend repräsentiert sein. In einer anschließenden Reflexion liegt der Schwerpunkt auf der Repräsentation des Feldes und der Diskussion, welchen Teil der Ebene dieses einnimmt.

Unendlich weite Ausdehnung des Winkelfeldes. In der Lernhandlung muss sich die unendlich weite Ausdehnung des Winkelfeldes widerspiegeln. Daher muss eine Situation geschaffen werden, in der das Sichtfeld eines Tieres »ausgemalt« wird, bspw. indem sich ein anderes Tier im Sichtfeld eines Tieres bewegen muss. Auch hier ist die Repräsentation des Feldes der Fokus der Verallgemeinerung der Lernhandlung.

Begrenzung des Winkelfeldes. Es muss erkannt werden, dass das Winkelfeld seitlich durch die Schenkel begrenzt ist. Weiterhin sollen diese Schenkel als Strahlen identifiziert werden. Hierfür kann ein Tier auf die Sichtfeldgrenze eines Tieres gesetzt bzw. entlang dieser bewegt werden. Die Bewegung selbst ist dann geradlinig und in Richtung der Augen des Tieres begrenzt, in die andere Richtung dagegen nicht.

Am Ende des Prozesses der Lernhandlungen und ihrer Verallgemeinerbarkeit steht die Definition des Winkelfeldes, wobei in deren Formulierung

Lernhandlungen Aspekterarbeitung

- I Tier ins Sichtfeld setzen
 - II Tier außerhalb des Sichtfelds setzen
 - III Tier im Sichtfeld bewegen
 - IV Tier auf Sichtfeldgrenze setzen
 - V Tier entlang der Sichtfeldgrenze bewegen
-

Tabelle 8.2: Lernhandlungen zur Erarbeitung der Winkelfeldbestandteile

↗ Formulierung der Definition, S. 118

Forderungen an das Lernmodell

Statt von einer *Realsituation* kann auch von einem *Realmodell* gesprochen werden (vgl. Modellierungskreislauf nach Blum und Leiß, 2005, S. 19). So entspricht z. B. die Annahme, dass sich das Sichtfeld eines Tieres von einer Stelle aus aufweitet, angesichts zweier Augen nicht exakt der Realität.

die Bestandteile enthalten sein müssen. Es soll an dieser Stelle auf einen Vorschlag einer Formulierung verzichtet werden, da diese stark von der konkreten Lerngruppe und der Persönlichkeit der Lehrerin oder des Lehrers abhängen kann. Eine konkrete Umsetzung erfolgt an späterer Stelle.

Das Lernmodell muss die Aspekterarbeitung durch eine Repräsentation unterstützen, in der sich die einzelnen Winkelfeldbestandteile unabhängig voneinander betrachten lassen. Hier setzen die besonderen Möglichkeiten eines digitalen Lernmodells an. Mit diesem könnte man beispielsweise die Bestandteile ein- und ausblenden und mit der Realsituation in Bezug bringen aber auch unabhängig von ihr betrachten. Realisierbar wäre dies über verschiedene Ebenen der Darstellung. Grundlage bietet eine Ebene, in der die Realsituation dargestellt ist. Über dieser liegt dann die mathematische Repräsentation, wobei die Ebenen über variierbare Transparenzen verfügen. Damit entspricht das Lernmodell seinem Charakteristikum nach den Beschreibungen des letzten Kapitels: Es bildet die abstrakte Struktur (Bestandteile des Winkelfeldes) gemeinsam mit dem prinzipiellen Weg zu deren Aufdeckung (Verallgemeinerung der Beschreibung der Sichtfeld-Situation) ab.

Lernhandlungen und ihre Verallgemeinerbarkeit

Die Richtung der Winkelhalbierenden lässt sich nach der informationstheoretischen Winkeldefinition (siehe S. 41) über $re^{i\varphi/2}$ berechnen.

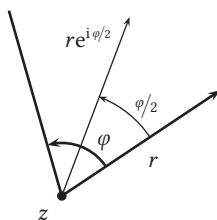


Abbildung 8.3: Berechnung der Winkelhalbierenden eines informationstheoretischen Winkels

8.2.3 Operieren – Winkelfelder vergleichen

Der Vergleich zweier Winkelfelder ist über eine Teilmengenbeziehung möglich (»Ist das eine Winkelfeld im anderen enthalten?«). Aufgrund der unendlichen Ausdehnung der Felder ist diese Teilmengenbeziehung jedoch nur dann möglich, wenn die Scheitelpunkte der Felder übereinander liegen und die Felder »geeignet« ausgerichtet sind. Eine solche Ausrichtung kann im mathematischen Sinne bspw. darüber definiert werden, dass die Winkelhalbierenden der Felder übereinander liegen. Auch wäre es möglich, die Erstschenkel beider Winkelfelder übereinanderzulegen, sofern sie von diesem aus gleich orientiert sind. Dies ist aber mathematisch schwieriger greifbar.

Demnach sind die auszubildenden Lernhandlungen zum Winkelfeldvergleich das *Übereinanderlegen der Scheitelpunkte durch Verschieben*, die *gleiche Ausrichtung der Felder durch Drehen* und anschließend das *Identifizieren der Teilmengenbeziehung der Felder*. Damit kann darüber entschieden werden, welches das größere Winkelfeld ist.

Die Verallgemeinerbarkeit der Lernhandlungen besteht nun in erster Linie darin, ihre Unabhängigkeit von der konkreten Realsituation herauszuarbeiten. So muss den Schülerinnen und Schülern bewusst werden, dass die zuvor erarbeiteten Bestandteile des Winkelfeldes nun hilfreich für den

Vergleich sind, z. B. indem über den Scheitelpunkt die Lage des Feldes beschrieben wird.

Das Lernmodell sollte diese Handlungen leiten und unterstützen. Da über den ersten Abstraktionsschritt die Bestandteile des Winkelfeldes zur Verfügung stehen, kann nun die »Stärke der Mathematik« betont werden. Das heißt, in der bereits erwähnten mathematischen Ebene bietet das Lernmodell Unterstützungsmöglichkeiten, präziser mit den Winkelfeldbestandteilen zu operieren als es in der realen Ebene der Fall ist. Beim Übereinanderlegen der Scheitelpunkte kann dies bspw. über ein Einrasten der Punkte erfolgen, sobald diese nah genug aneinander geschoben werden. Das Ausrichten kann durch ein teilautomatisiertes Drehen der Winkelfelder unterstützt werden, indem das Drehzentrum fixiert ist – selbstverständlich im Scheitelpunkt. Das Identifizieren der Teilmengenbeziehung kann erleichtert werden, indem die Realebene komplett ausgeblendet werden kann.

Forderungen an das Lernmodell

Lernhandlungen Operieren

- VI_a Scheitelpunkte übereinanderlegen
 - VI_b Winkelfelder gleich ausrichten
 - VI_c Teilmengenbeziehung identifizieren
-

Tabelle 8.3: Lernhandlungen zum Winkelfeldvergleich

9 Zweites Zwischenfazit

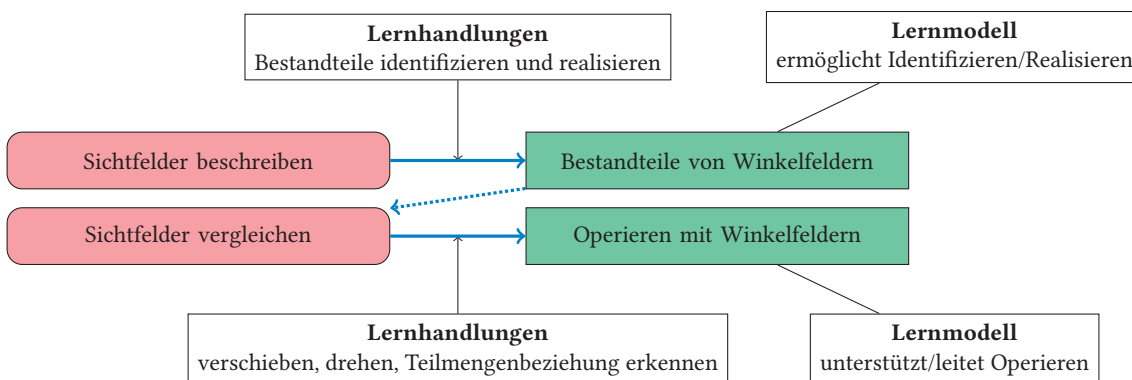
9.1 Beantwortung der zweiten Forschungsfrage

Die in den letzten drei Kapiteln erfolgte Synthese verschiedener Modelle zum Begriffserwerb lässt sich wie folgt zusammenfassen:

Die Winkelaspekte Knick, Feld, Richtungsänderung und Umdrehung können nach einer mehrzyklischen Lehrstrategie des Aufsteigens vom Abstrakten zum Konkreten vermittelt werden, was den Aufbau von Grundvorstellungen zu diesen Aspekten beinhaltet.

Dabei muss die Lehrstrategie für die Erarbeitung der Ausgangsabstraktion spezifisch für die Winkelaspekte angepasst werden, indem erst die Winkelbestandteile und dann das mögliche Operieren mit diesen im Fokus stehen. Es sind hierfür jeweils ein passendes Ausgangskonkretum zu finden sowie Lernhandlungen zu identifizieren und Forderungen an ein geeignetes Lernmodell zu stellen, die diesen Prozess unterstützen.

Explizit für den Aspekt des Winkelfeldes fasst die Abbildung das Vorgehen zusammen:



Zweite Forschungsfrage:
Wie kann ein auf tätigkeitstheoretischen Grundsätzen basierender Lehr-Lern-Prozess gestaltet werden, der die aus der ersten Forschungsfrage abgeleiteten Winkelaspekte in der dort geforderten Form aufbaut?

Abbildung 9.1: Erarbeitung der Ausgangsabstraktion beim Winkelfeld

Als Ausgangskonkretum dient die Betrachtung der Sichtfelder von Tieren. Diese werden zunächst beschrieben und in einem späteren Schritt miteinander verglichen.

► Die konkreten Lernhandlungen zur Aspekterarbeitung sind:

- I Tier ins Sichtfeld setzen
- II Tier außerhalb des Sichtfelds setzen
- III Tier im Sichtfeld bewegen
- IV Tier auf Sichtfeldgrenze setzen
- V Tier entlang der Sichtfeldgrenze bewegen

Das (digitale) Lernmodell ermöglicht bzw. unterstützt dies durch folgende Maßnahmen:

- Ein- und Ausblenden der Winkelfeldbestandteile
- Herstellen von Beziehungen zwischen Winkelfeldbestandteilen und Realsituation, z. B. über verschiedene Ebenen mit variierbaren Transparenzen

► Die konkreten Lernhandlungen zum Operieren mit dem Aspekt sind:

- VI_a Scheitelpunkte übereinanderlegen
- VI_b Winkelfelder gleich ausrichten
- VI_c Teilmengenbeziehung identifizieren

Das (digitale) Lernmodell ermöglicht bzw. unterstützt dies durch folgende Maßnahmen:

- Ermöglichen präzisen Operierens mit Winkelfeldbestandteilen, z.B. über Einrasten der Scheitelpunkte und teilautomatisiertes Drehen der Winkelfelder durch fixes Drehzentrum im Scheitelpunkt
- Ermöglichen des Ausblendens der Realsituation

9.2 Präzisierung der dritten Forschungsfrage

Im Entwurf der dritten Forschungsfrage wurde formuliert: »Wie kann eine Umgebung aussehen, die den entsprechenden Lernprozess unterstützt?«

Mit der Beantwortung der zweiten Forschungsfrage ist ein grundsätzliches Vorgehen für den Unterricht am Beispiel des Winkelfeldes gefunden, das es nun in einer konkreten Lernumgebung zu realisieren gilt. Angelehnt an den Forschungsansatz der Fachdidaktischen Entwicklungsforschung sollte dies mit der Generierung und zyklischen Evaluation von Designprinzipien einhergehen, die die Entwicklung der konkreten Lernumgebung leiten. Die dritte Forschungsfrage lautet also:

Dritte Forschungsfrage

- Welche Designprinzipien sind geeignet für die Entwicklung einer Lernumgebung zur Ausbildung einer Ausgangsabstraktion zum Winkelfeld im Sinne der Erkenntnisse der zweiten Forschungsfrage und wie sieht diese Lernumgebung letztendlich aus?

Die Lernumgebung muss demnach die geeigneten Lernhandlungen zulassen bzw. unterstützen und gleichzeitig ein Lernmodell im Sinne der Lehrstrategie integrieren.

Hierfür werden im nächsten Teil ein strukturiertes und an der Tätigkeitstheorie orientiertes Vorgehen zur Entwicklung einer Lernumgebung vorgestellt, die Designprinzipien aufgestellt und daraus eine Lernumgebung generiert sowie in einem mehrzyklischen Verfahren erprobt.

Teil III

Entwicklung der Lernumgebung

10 ACAT als tätigkeitstheoretisches Modell zur Werkzeugentwicklung

Um den Entwicklungsprozess der Lernumgebung strukturiert vornehmen zu können und dabei auf den tätigkeitstheoretischen Rahmen und den Vermittlungsaspekt des Lernmodells Bezug nehmen zu können, möchte ich mich der *Artifact-Centric Activity Theory* (ACAT) nach Ladel und Kortenkamp (2013) bedienen. Insbesondere bei digitalen Lernumgebungen mit Vermittlungscharakter hat ACAT schon verschiedentlich seine Stärken bei deren Entwicklung und Evaluation gezeigt (z. B. Ladel & Kortenkamp, 2014; Tucker & Johnson, 2017; Dohrmann & Etzold, 2018; Ladel, 2018; Larkin et al., 2018; Lommatsch et al., 2018).

Auch in dem nun folgenden Prozess wird eine durch eine Tablet-App gestützte Lernumgebung entstehen. Als *Lernumgebung* wird dabei stets die zu entwickelnde App *einschließlich* ihrer spezifischen Art und Weise, wie sie im Unterricht eingesetzt wird, aufgefasst.

Die Autorin und der Autor nutzen im Englischen teils die US-amerikanische (*artifcat*), teils die britische Schreibweise (*artefact*), ich werde hier *artifact* verwenden.

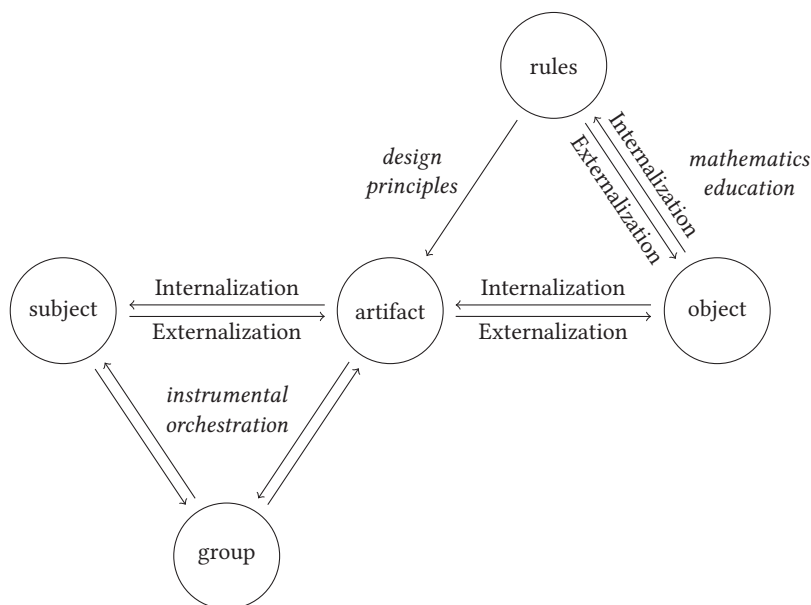


Abbildung 10.1: ACAT-Modell (nach Ladel und Kortenkamp, 2013)

ACAT fasst das Zusammenspiel des Lernenden (*subject*), des vermittelnden Mediums (*artifact*) und des konkreten Unterrichtsinhalts (*object*) zusammen (Hauptachse), wobei die Klassensituation (*group*, linkes unteres

↗ Instrumentelle Methode, S. 20

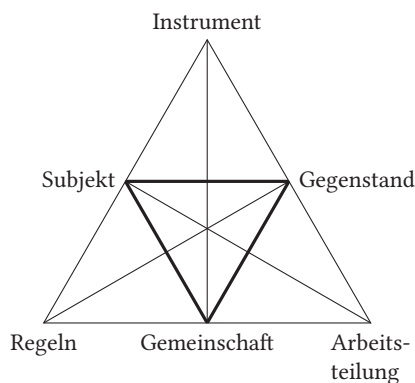


Abbildung 10.2: Struktur der menschlichen Tätigkeit (nach Engeström, 2011, S. 104)

Dreieck) und die konkrete Gestaltung (*rules*, rechtes oberes Dreieck) des Artefakts Bestandteile des Modells sind.

Damit baut ACAT auf die Instrumentelle Methode von Vygotskij auf, wobei hier – mutig formuliert – das Artefakt die Rolle des *psychischen Werkzeugs* übernimmt. Dies ist jedoch nicht ganz richtig: *Artefakt* und *Werkzeug* sind keinesfalls dasselbe, eine genauere Spezifizierung der Begrifflichkeiten erfolgt weiter unten. Dass aber zwischen Subjekt und Objekt ein Vermittler steht, entpricht den Annahmen Vygotskijs. Und dass damit die Untersuchung dieses Mittlers von hoher Bedeutung ist, lässt sich ebenso schließen: Das psychische Werkzeug »wird zum strukturellen Zentrum beziehungsweise zum Brennpunkt, das heißt zu einem Moment, das funktional alle Prozesse bestimmt, die den instrumentellen Akt bilden« (Wygotski, 1985, S. 312).

ACAT baut Ladell und Kortenkamp (2013) zufolge auf Engeströms *Struktur der menschlichen Tätigkeit* (deutschsprachig z. B. Engeström, 2011, S. 104) auf. Diese basiert auf Subjekt, Gegenstand (*object*) und Gemeinschaft (bei Engeström, 2015, S. 63, *community*; im ACAT-Modell *group*) und wird begleitet von Instrument (bei ACAT *artifact*), Regeln (*rules*) und Arbeitsteilung. Letztere spielt im ACAT-Modell keine Rolle.

Die Regeln bei Engeström sind – auch in Abgrenzung des Menschen zum Tier – im Sinne von »kollektive[n] Traditionen, Rituale[n] und Regeln« zu verstehen (Engeström, 2011, S. 102) und werden bei ACAT auf das Gestalten von Artefakten übertragen. In dem Sinne erhalten sie, weil sie nun direkt zwischen Artefakt und Objekt liegen, eine Bedeutungsverschiebung von einem »gesellschaftlichen Konsens« hin zu etwas »dem Objekt Innewohnenden«. Dabei darf natürlich nicht der »mathematische Konsens« außer Acht gelassen werden, der stets auch innerhalb der (mathematischen) Gemeinschaft historisch entstanden ist und wiederum auf das mathematische Objekt rückwirken kann.

Die Gemeinschaft bzw. Gruppe sind die Lernenden, in der Regel im Klassenverband. Damit ist nicht bloß eine Subsumtion der am Lernprozess beteiligten Schülerinnen und Schüler gemeint, sondern es geht spezifisch darum, wie einzelne Subjekte innerhalb dieser und in Bezug auf diese Gruppe agieren. Der Begriff der *instrumental orchestration* im ACAT-Modell greift den Einsatz des Artefakts innerhalb der Lerngruppe auf. Die Überlegungen, wie solch ein Artefakt in den Unterricht einzugliedern ist, sind damit kein »Beiwerk« oder haben nicht einfach nur »zusätzlich« zu erfolgen, sondern sind vielmehr *integraler Bestandteil* der Entwicklung der Lernumgebung und können die Gestaltung der App beeinflussen. Lernen ist »niemals eine rein individuelle Tätigkeit eines Schülers oder einer Schülerin, sondern geschieht immer im gesellschaftlichen und sozialen

Kontext, in welchem gemeinsam am Lerninhalt gearbeitet wird: ›Im Unterricht agiert immer ein pädagogisches Gesamtsubjekt‹ (Giest & Lomp-scher, 2004)« (Etzold et al., 2018, S. 96).

Dass die *rules* und die *group* – im Gegensatz zu Engeströms Modell – bei ACAT nun direkt an das Artefakt angedockt werden, verstärkt die zentrale Rolle des vermittelnden Mediums im ACAT-Modell nochmals.

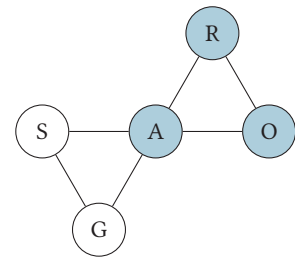
10.1 Strukturierung der App-Entwicklung und -Erprobung

Das ACAT-Modell hilft nun mit Bezugnahme auf die fünf Grundprinzipien der Tätigkeitstheorie (Kaptelinin & Nardi, 2012, S. 29 ff.), den Prozess der App-Entwicklung und -Erprobung zu strukturieren:

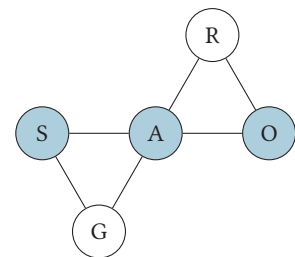
↗ Grundprinzipien der Tätigkeitstheorie, S. 25

So verlangt die *Objektorientierung* eine intensive stoffliche und stoffdidaktische Auseinandersetzung mit dem mathematischen Gegenstand, zu dessen Vermittlung bzw. Aneignung die App Unterstützung bieten soll. Die Regeln können dabei einerseits direkt aus dem mathematischen Objekt heraus abgeleitet werden, können andererseits aber auch anderen (mathematik-)didaktischen Grundlagen oder Bezugsdisziplinen wie dem Multimediadesign, der Gestaltpsychologie usw. entstammen und damit wiederum die Repräsentation des Objekts beeinflussen (Ladel, 2018, S. 56). Die so gewonnenen Regeln beeinflussen damit direkt die Gestaltung des Artefakts aus Sicht des Objekts.

Grundaufbau der App

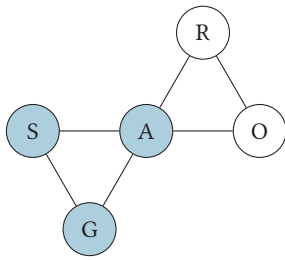


Die Gestaltung des Artefakts muss aber ebenso aus der Sicht des Subjekts betrachtet werden. Hier greifen die *Werkzeugvermittlung* sowie die *Dualität von Internalisierung und Externalisierung* an. Das Artefakt wird, durch die zielgerichtete Auseinandersetzung der Schülerin oder des Schülers mit ihm, zum psychischen Werkzeug im Sinne Vygotskijs Instrumenteller Methode. Die Begriffe *Werkzeug* und *Artefakt* sind dabei nicht synonym zu verwenden – weiter unten wird darauf noch genauer eingegangen. Die Gestaltung des Artefakts hat so zu erfolgen, dass entsprechende Prozesse bei der Schülerin oder dem Schüler aktiviert bzw. unterstützt werden. Hierfür müssen die Voraussetzungen (Zone der aktuellen Leistung) und potenziellen Entwicklungsmöglichkeiten (Zone der nächsten Entwicklung) der Schülerinnen und Schüler bekannt sein und die im Artefakt verankerten Interaktionsmöglichkeiten damit korrelieren. Entlang der Hauptachse von ACAT können vier Unterstützungsfragen formuliert werden (Etzold et al., 2018, S. 94):



- S → A: Welche Interaktionen sind in der App möglich?
 A → O: Wie repräsentiert die App das mathematische Objekt?
 O → A: Wie beeinflusst das Objekt das Verhalten der App?
 A → S: Welche Erfahrungen können Schülerinnen und Schüler dadurch machen?

Einbindung der App in den Unterricht



Die *Hierarchische Struktur der Tätigkeit* unterscheidet Handlungen von Operationen, wobei erstere aus Zielen und letztere aus (äußeren) Bedingungen bestimmt werden. Für die Handlungen, im konkreten Fall die Lernhandlungen, gilt es also Ziele bei den Schülerinnen und Schülern auszulösen bzw. zu entwickeln, was im Unterrichtsgespräch bzw. durch geeignete Aufgabenstellungen realisiert werden kann. Die Bedingungen, die die Handlungsausführung und damit die Operationen bestimmen, sind dagegen im Artefakt verankert – durch Interaktionsmöglichkeiten und -einschränkungen, aber auch durch Zwänge und Grenzen in der App-Bedienung. Im Folgenden werden sie daher als *App-Bedingungen* bezeichnet. Um also bewusstseinsfähige Operationen aufzubauen, müssen im Unterrichtsgeschehen die von den Schülerinnen und Schülern mit der App durchgeführten Handlungen reflektiert und die sie bestimmenden Operationen besprochen werden. Hierzu bedarf es also einer Analyse der App-Bedingungen. Damit wird auf das Grundprinzip der *Entwicklung* als Forschungsgegenstand Bezug genommen.

Erprobung der App

Das Prinzip der Entwicklung leitet in seiner zweiten Ausrichtung als Forschungsmethode aber auch die Erprobung der App. So sollte sie in einer möglichst realistischen Klassensituation erprobt werden, um alle individuellen und gruppendynamischen Bedingungen der Ausbildung psychischer Prozesse wirken lassen zu können. Dies führt gezwungenermaßen dazu, dass entsprechende Variablen nicht kontrolliert werden können, was aber auch nicht der Ansatz bei der App-Erprobung sein muss. Vielmehr geht es darum, ein Verfahren zu finden, in dem die aufgestellten Designprinzipien in ihrer Wirkung untersucht werden können.

Zusammengefasst strukturiert das ACAT-Modell das Beziehungsgefüge um die zu entwickelnde App folgendermaßen:

↗ Grundaufbau der App, S. 111

Für den Grundaufbau der App bedarf es einer stoffdidaktischen Auseinandersetzung mit dem Objekt und der Analyse der Objekt-Artefakt-Werkzeug-Relation aus tätigkeitstheoretischer Sicht. Diese Überlegungen sind in den letzten Kapiteln erfolgt und münden in *Designprinzipien*, dargestellt im nächsten Kapitel. Die so gestaltete App wird gewisse App-Bedingungen beinhalten, die den Designprinzipien zugeordnet werden können.

↗ Einbindung in den Unterricht, S. 114

Anschließend erfolgt die Planung der Einbindung der App in das Unterrichtsgeschehen. Dies mündet in spezifische Unterrichtsphasen, in denen

Lernziele formuliert, Lernhandlungen aufgebaut und verallgemeinert sowie durch ein Lernmodell unterstützt werden. Grundlage hierfür bieten die Überlegungen zur angepassten Lehrstrategie des Aufsteigens vom Abstrakten zum Konkreten. Bestandteil dieser Unterrichtsphasen ist dann auch die bewusste Analyse der App-Bedingungen.

Grundlage für die Erprobung der App bieten dann einerseits die Zuordnungen von Designprinzipien und App-Bedingungen, da so aus den mehr oder weniger erfolgreichen Handlungen der Schülerinnen und Schüler Rückschlüsse auf eine optimale App-Gestaltung gezogen werden können. Andererseits dienen die Unterrichtsphasen selbst als Strukturierungselement der Analyseeinheiten für die Erprobung.

↗ Erprobung der App, S. 121

10.2 Artefakt und Werkzeug

10.2.1 Instrumentelle Genese

Dass die Begriffe *Artefakt* und *Werkzeug* nicht synonym verwendet werden dürfen, hat ihren Ursprung in der Theorie der *Instrumentellen Genese*. Diese soll hier nicht vollumfänglich beschrieben werden, auf Anwendungen der Theorie in mathematikdidaktischen Kontexten sei bspw. auf Rezat (2009, S. 30 ff.), van Randenborgh (2015, S. 53 ff.) oder Rieß (2018, S. 13 ff.) verwiesen. Die Darstellung hier dient in erster Linie der Begründung der Nutzung bestimmter Bezeichnungen und in zweiter Linie, um ihren Bezug zur Tätigkeitstheorie, insbesondere zur Lehrstrategie des Aufsteigens vom Abstrakten zum Konkreten, herzustellen.

Kernaussage der Instrumentellen Genese ist, dass ein Artefakt durch seine *zielgerichtete* Nutzung zum Werkzeug, bzw. *Instrument*, wird. Voraussetzung dafür ist, dass die Nutzung des Artefakts beim Subjekt Vorstellungen bzw. Schemata über das Objekt aktiviert bzw. ausbildet (vgl. Rabardel, 2002).

Damit greift die Instrumentelle Genese wiederum auf Vygotskijs Instrumentelle Methode zurück und untersucht dabei schwerpunktmäßig die Relation zwischen Subjekt und Vermittler. Ob der Vermittler ein tatsächlicher Gegenstand ist (z. B. ein Lineal) oder rein geistigen Ursprungs ist (wie z. B. die Sprache), ist bei Vygotskij zunächst nicht relevant. Wenn es sich aber um einen realen Gegenstand handelt, der bei der Vermittlung, bspw. eines mathematischen Objekts, dienlich sein soll, so muss dieser erst einmal *erschaffen* werden – aufbauend auf diversen Erkenntnissen der Fachwissenschaft, Fachdidaktik, Psychologie, Pädagogik, des Designs, ... Ein solcher künstlich vom Menschen geschaffener Gegenstand wird dann als *Artefakt* bezeichnet.

lat. *arte*: durch Kunst; *factum*: das Gemachte

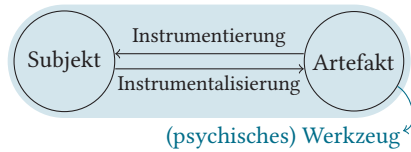


Abbildung 10.3: Grundidee der Instrumentellen Genese

Die Bezeichnungen werden nicht immer einheitlich verwendet. So bezeichnet van Randenborgh (2015, S. 54) den Schritt der Instrumentierung als *Instrumentation*, während Rezat (2009, S. 31) die Bezeichnung *Instrumentation* als übergeordneten Begriff für das Zusammenspiel aus *Instrumentalisierung* und *Instrumentierung* nutzt.

↗ Notwendigkeit des Objekts, S. 22

↗ Lernmodellbildung, S. 79

App an sich $\hat{=}$ Artefakt

App als Lernmodell $\hat{=}$ Werkzeug

Das Artefakt an sich allerdings hat für das Subjekt noch keine Bedeutung, solange es nicht zielgerichtet von diesem eingesetzt wird bzw. werden kann. Hierfür gibt es entsprechend der Internalisierungs- und Externalisierungsprozesse zwei Richtungen, die im Zusammenhang mit der Instrumentellen Genese auch als *Instrumentalisierung* und *Instrumentierung* bezeichnet werden:

Instrumentalisierung ($\hat{=}$ *Externalisierung*): Das Objekt ist dem Subjekt bereits bekannt, »ausgeprägt in inneren Handlungen«. Damit »nutzt [das Subjekt] das Artefakt entsprechend angemessen und zielgerichtet als Werkzeug (durch äußere Handlungen)« (Dohrmann und Etzold, 2018).

Instrumentierung ($\hat{=}$ *Internalisierung*): »Durch die Nutzung des Artefakts, bspw. bei der Analyse von dessen Möglichkeiten und Grenzen [...], wird das mathematische Objekt auf neue oder tiefere Weise im Subjekt verankert und das Artefakt dient in dem Sinne als Werkzeug zur Aneignung« (Dohrmann & Etzold, 2018).

Das Artefakt selbst bleibt also immer irgendein »Ding«. In seinem zielgerichteten Einsatz und in seiner Vermittlerfunktion für die Schülerinnen und Schüler wird es aber zum Werkzeug – im Vygotskijschen Sinne zum *psychischen* Werkzeug. Abbildung 10.3 versucht, diesen Zusammenhang darzustellen. Die Abbildung ist insofern unvollständig, als dass das (mathematische) Objekt nicht dargestellt wird. Ohne dieses jedoch ist keinerlei Auseinandersetzung des Subjekts möglich und damit auch kein psychisches Werkzeug ausprägar. Der Objektbezug muss also im Hintergrund stets mitgedacht werden.

Die Artefaktentwicklung ist daher eine charakteristisch menschliche Tätigkeit und lässt sich in die kultur-historische Schule eingliedern. Es lässt sich aber noch ein spezifischerer Bezug zum Aufsteigen vom Abstrakten zum Konkreten herstellen: So nimmt in der Lehrstrategie das Lernmodell eine zentrale Rolle ein. Dieses gilt es aus Lehrendensicht zu entwickeln bzw. auszuwählen und dann aus Lernendensicht zielgerichtet einzusetzen. Im konkreten Fall handelt es sich dabei um die zu entwickelnde App. Für sich genommen ist diese damit zunächst als Artefakt anzusehen. Gleichzeitig sind ihre Einbindung in den Unterricht und die Interaktionen der Schülerinnen und Schüler mit ihr von Interesse. Durch das Ausbilden und Verallgemeinern von Lernhandlungen gewinnt die App daher – in ihrem Einsatz – zunehmend an Werkzeug-Charakter und wird erst damit zum eigentlichen Lernmodell. Da das ACAT-Modell die Gestaltung der App (rechtes oberes Dreieck), ihr angedachtes individuelles Nutzungsverhalten (Hauptachse) und ihren geplanten Einsatz im Klassenkontext (linkes unteres Dreieck) beschreibt, ist der Begriff des Artefakts angebracht. Zum Werkzeug wird die App dann im Moment der *tatsächlichen* Umsetzung

und individuellen Auseinandersetzungen der Schülerinnen und Schüler mit ihr.

10.2.2 Sichtbarmachen der App-Bedingungen

Die Analyse der App-Bedingungen erhält mit der Instrumentellen Genese eine weitere Rechtfertigung, insbesondere zur Unterstützung des Prozesses der Instrumentierung. Am Beispiel der Analyse eines Parabelzirkels betont van Randenborgh (2015, S. 151), »dass hier das Erkennen von Grenzen, Zwängen und Möglichkeiten eine entscheidende Rolle spielt«, die »dem Parabelzirkel zugrundeliegende[...] mathematische Idee« aufzudecken und das Artefakt damit zum Werkzeug werden zu lassen.

Wie aber kann das *Erkennen* der Grenzen, Zwänge und Möglichkeiten gestaltet werden? Zwar ist davon auszugehen, dass allein die Nutzung einer entsprechend gestalteten App dazu führt, dass beispielsweise bestimmte Einschränkungen sichtbar werden, aber ihr *Warum* zu hinterfragen, unterstützt erst den eigentlichen Instrumentierungsprozess. Und genau solche Fragen können zur Analyse der App-Bedingungen gestellt werden: »Warum darf ich das nicht?«, »Warum passiert das, wenn ich jenes mache?«, »Warum geht das so? Warum geht das nur so (und nicht anders)?«, ... Zumindest für die Lehrkraft ist daher die Aufschlüsselung aller Interaktionsmöglichkeiten und damit einhergehenden App-Bedingungen hilfreich, um daraus gezielt solche Fragen generieren zu können. Aber auch für die Schülerinnen und Schüler kann eine solche Übersicht ein hilfreiches Mittel zur Analyse sein.

↗ Darstellung der App-Bedingungen,
S. 115

Ob dabei in *Möglichkeiten*, *Grenzen* und *Zwänge* unterschieden werden muss, soll hier nicht weiter diskutiert werden. Gerade bei digitalen Anwendungen verschwimmen diese Kategorien oder es kommen neue Kategorien wie *Automatismen* hinzu. So kann z. B. eine App einen Schieberegler enthalten, der beim Wechseln eines Modus seinen Wert automatisiert verändert und anschließend nur noch in einem eingeschränkten Intervall nutzbar ist. Eine Kategorisierung, z. B. in Möglichkeiten und Zwänge, kann jedoch bei der Entwicklung unterstützender Fragestellungen helfen: »Warum geht das?« ist eher eine Frage nach den Möglichkeiten, »Warum geht das *nur so*?« betont vielmehr die Zwänge.

11 Designprinzipien

Die bisher dargestellten Diskussionen, insbesondere die Forderungen an die Lernhandlungen und das Lernmodell, sollen nun in Designprinzipien für die Entwicklung einer Lernumgebung zusammengeführt werden. Damit haben diese einerseits einen synthetischen Charakter, andererseits aber auch einen hypothetischen, da sie anschließend über ihre Umsetzung evaluiert werden. Es ergeben sich vier Designprinzipien, die die Entwicklung der Lernumgebung leiten, sowie weitere Unterprinzipien, die spezifisch am Gegenstandsbereich der Winkelfelder umgesetzt werden müssen.

Zur Vermeidung mehrdeutiger Bezeichnungen wird im Folgenden die Durchführung mathematischer Operationen über das *Operieren* umschrieben. Der Begriff *Operation* dagegen wird im Sinne der Hierarchie der Tätigkeiten genutzt.

A Aufspaltung in Aspekterarbeitung und Operieren mit Begriffsbestandteilen

Ein wesentliches Ergebnis der theoretischen Betrachtungen, insbesondere beim Zusammenhang zwischen der Grundvorstellungsidee und der Lehrstrategie des Aufsteigens vom Abstrakten zum Konkreten am Beispiel des Winkelbegriffs, ist die Aufspaltung des Unterrichtsgangs in die *Aspekterarbeitung* und das *Operieren mit dem Begriff*. Dieses Designprinzip ist damit leitend für die Grobstruktur der Unterrichtsstunde(n).

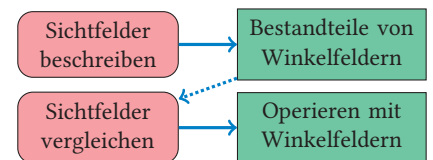
B Trennung zwischen Realität und Mathematik

Die drei Basismodelle, auf die ich mich berufe, unterscheiden alle klar zwischen Realsituationen und ihren Mathematisierungen, was im Lernprozess insbesondere bei der Verallgemeinerung der Lernhandlungen relevant ist. Die Schülerinnen und Schüler sollten also Klarheit darüber haben, ob sie sich gerade in einer Realsituation (bzw. einem Realmodell) befinden oder schon mathematisch abstrahiert handeln. Insofern muss die Lernumgebung derart aufgebaut sein, dass stets zwischen Realität und Mathematik getrennt wird bzw. getrennt werden kann. Gleichzeitig muss die Umgebung die Zusammenhänge beider Ebenen sichtbar machen. Neben

Unterscheidung von *Operation* und *Operieren*

↗ Hierarchie der Tätigkeiten, S. 23

↗ Anwendung auf Winkelbegriff, S. 91



↗ Vergleich der Modelle, S. 83

der grundsätzlichen Trennung in Realität und Mathematik kann dieses Designprinzip noch etwas genauer aufgeschlüsselt werden:

B₁ Modi für Realität und Mathematik

↗ Empirisches und theoretisches Denken, S. 75

Das Lernmodell soll einen Modus für die Realität und einen für die Mathematik bieten. Durch einen vom Nutzer oder der Nutzerin initiierten Moduswechsel kann bewusst unterschieden werden, ob mit den Tieren operiert wird (und sich dadurch ihre Sichtfelder ändern) oder direkt mit den Winkelfeldern, was weiter oben bei der Diskussion zum empirischen und theoretischen Denken dargestellt wurde. Im Modellierungskreislauf ist der Moduswechsel mit dem Bilden eines mathematischen Modells bzw. der Interpretation der mathematischen Lösung verbunden – beides sind typische Schwierigkeiten insbesondere »mathematikferner Modellierer« (Maaß, 2005, S. 136), für die eine solch äußere Trennung im Lernmodell Unterstützung bieten kann. Dies äußert sich dann auch in einer unterschiedlichen Sichtbarkeit und einem unterschiedlichen Verhalten der Objekte, siehe Designprinzipien D₂ und D₃.

B₂ Darstellung unterstützt Herstellen von Bezügen

↗ Aspekterarbeitung beim Winkelfeld, S. 85

Das Lernmodell soll dabei helfen, Bezüge zwischen der Realsituation und der Mathematik herzustellen – nur so ist ein Aufbau von Grundvorstellungen möglich. Dies kann, wie weiter oben schon erwähnt, über die Darstellung mehrerer Ebenen ermöglicht werden, die semitransparent ineinander übergehen. Durch ein vom Nutzer oder der Nutzerin beeinflussbares Variieren der Transparenzen kann der Übergang dynamisch vollzogen werden.

C Trennung zwischen Interaktionen und Einstellungen

Dieses Prinzip kann zwar auch als Ableitung aus dem Prinzip D aufgefasst werden, soll aber aufgrund seiner Bedeutung eigenständig und unabhängig davon erwähnt werden. Im Umgang mit einer App sind sowohl Handlungen mit Objekten als auch Veränderungen von Einstellungen zu erwarten (wenn bspw. ein Modus gewechselt wird oder ein Objekt an-

A Aufspaltung in Aspekterarbeitung und Operieren mit Begriffsbestandteilen

B Trennung zwischen Realität und Mathematik

B₁ Modi für Realität und Mathematik

B₂ Darstellung unterstützt Herstellen von Bezügen

C Trennung zwischen Interaktionen und Einstellungen

C₁ Gesten sind spezifisch

C₂ Direkte Interaktion mit Objekten ausschließlich zum Operieren

D Passung zwischen Inhalt, Lernhandlung und Lernmodell/Repräsentation

D₁ Winkelfelddarstellung stets bis zum Rand

D₂ Sichtbarkeit von Objekten modusabhängig

D₃ Verhalten von Objekten modusabhängig

D₄ Verschiedene Gesten für verschiedenes Operieren

D₅ Unterstützung von Handlungen zum Operieren mit Objekten

oder ausgeschaltet wird). Schulmeister (2002, S. 194) spricht hier von Interaktivität und Navigation, die »streng zu unterscheiden« seien. Es muss demnach darauf geachtet werden, dass die für Interaktionen und Einstellungen nötigen Operationen klar voneinander getrennt werden können und somit den Schülerinnen und Schülern bewusst ist, ob sie mit dem Repräsentanten eines (mathematischen) Objekts interagieren oder sonstige Einstellungen vornehmen. Auch dieses Designprinzip lässt sich weiter aufschlüsseln:

C₁ Gesten sind spezifisch

Da Handlungen mit Operationen im tätigkeitstheoretischen Sinne verknüpft werden können und Gesten (wie zum Beispiel das *Wischen*, einfaches oder mehrfaches *Antippen* von Objekten, die *Zwickgeste* mit zwei Fingern) zu solchen Operationen gezählt werden können (vgl. Larkin et al., 2018, S. 70 ff.), müssen die Gesten im Umgang mit der App spezifisch für bestimmte Handlungsoptionen sein. Wird also bspw. der Hintergrund der Realsituation verschoben, so muss dies eine andere Geste sein, als wenn ein Tier verschoben wird, denn die Hintergrundverschiebung hat in der Regel zum Ziel, die Gesamtsicht auf die Situation zu verändern, während das Verschieben eines Tieres dessen Position und damit die Lage seines Sichtfeldes beeinflusst. Gleichzeitig muss – damit die Nutzung der Lernumgebung nicht zu einer Bedienungsschulung verkommt – auf »übliche«, also den Schülerinnen und Schülern vertraute Gesten zurückgegriffen werden. Unterschiede in den Feinheiten, z. B. die Anzahl der für eine Geste verlangten Finger, können dabei hilfreich sein, spezifische Gesten zu generieren.

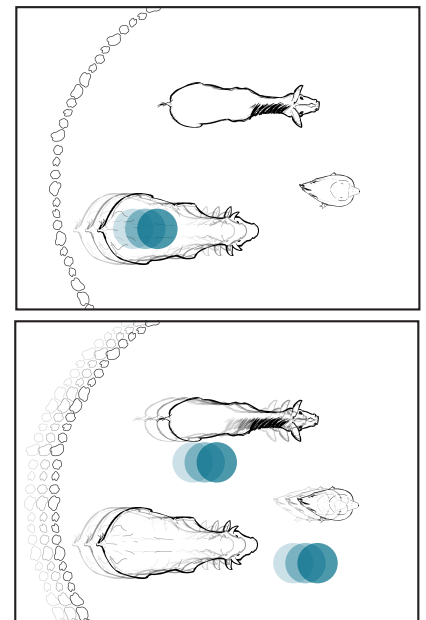


Abbildung 11.1: Verschieben einzelner Tiere mit einem Finger und der Gesamtsituation mit zwei Fingern

C₂ Direkte Interaktion mit Objekten ausschließlich zum Operieren

Die Trennung kann weiterhin unterstützt werden, indem gestenbasierte Handlungen mit den Objekten (also Tieren bzw. Winkelfeldern) nur für die Lernhandlungen vorgesehen sind. Soll also zum Beispiel ein Tier schlafen gelegt werden, so darf dies nicht über einen Doppeltipp des Tieres geschehen, da das eine direkte Interaktion mit dem Tier wäre. Stattdessen kann es dafür einen eigenen Einstellungsbereich geben.

↗ Lernhandlungen, S. 77

D Passung zwischen Inhalt, Lernhandlung und Lernmodell/Repräsentation

↗ Lernmodellbildung, S. 79

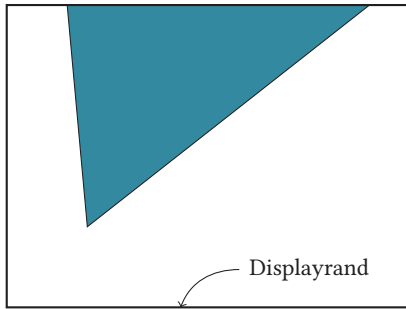


Abbildung 11.2: Darstellung des Winkelfeldes bis zum Displayrand

Eine zentrale Forderung an Lernmodelle ist, dass sie das Wesen des Begriffs gemeinsam mit dem Vorgehen, wie diese Struktur aufgedeckt wurde, abbilden. Nur so ist es auch möglich, eine »Passung zwischen Handlung und mentaler Operation« zu realisieren (Walter, 2018, S. 32 ff.). Demnach lässt sich dieses Designprinzip ableiten, das wiederum mehrere Unterprinzipien bildet:

D₁ Winkelfelddarstellung stets bis zum Rand

Die unendlich weite Ausdehnung des Winkelfeldes kann in der App dahingehend unterstützt werden, dass dieses stets bis zum Displayrand dargestellt wird – unabhängig davon, wie weit es verschoben, gedreht oder wie weit aus der Situation herausgezoomt wird.

D₂ Sichtbarkeit von Objekten modusabhängig

Aufbauend auf die Modi für Realität und Mathematik (Designprinzip B₁) können Objekte abhängig davon auch unterschiedlich dargestellt werden. So kann beispielsweise hervorgehoben werden, ob ein Objekt oder Objektbestandteil (wie z. B. die Darstellung eines Gebüschs) relevant für den aktuellen Modus ist oder nicht (im Winkelfeldmodus ist das Gebüsch irrelevant). Durch automatisches Ein- und Ausblenden von Objekten oder der modusabhängigen Möglichkeit, diese an- und auszuschalten, kann das Designprinzip ebenfalls umgesetzt werden.

D₃ Verhalten von Objekten modusabhängig

So wie die Sichtbarkeit von Objekten kann auch ihr Verhalten modusabhängig sein. So kann beispielsweise ein Winkelfeld im Tiermodus nur gedreht werden, wenn das Tier verändert wird (weil es als Sichtfeld ja an das Tier gekoppelt ist), im Winkelfeldmodus dagegen kann es direkt gedreht werden – dann allerdings erzwungenermaßen um seinen Scheitelpunkt.

↗ Betonung der Bestandteile, S. 84

↗ App-Bedingungen, S. 100

A Aufspaltung in Aspekterarbeitung und Operieren mit Begriffsbestandteilen
 B Trennung zwischen Realität und Mathematik
 B₁ Modi für Realität und Mathematik
 B₂ Darstellung unterstützt Herstellen von Bezügen

C Trennung zwischen Interaktionen und Einstellungen
 C₁ Gesten sind spezifisch
 C₂ Direkte Interaktion mit Objekten ausschließlich zum Operieren
 D Passung zwischen Inhalt, Lernhandlung und Lernmodell/Repräsentation

D₁ Winkelfelddarstellung stets bis zum Rand
 D₂ Sichtbarkeit von Objekten modusabhängig
 D₃ Verhalten von Objekten modusabhängig
 D₄ Verschiedene Gesten für verschiedenes Operieren
 D₅ Unterstützung von Handlungen zum Operieren mit Objekten

Die Designprinzipien D_2 und D_3 wurden unter D und nicht unter B_1 eingeordnet, weil der Schwerpunkt auf der Passung zwischen Lernhandlung und Lernmodell liegt. Zwar ist es notwendig, dass es die beiden Modi gibt, jedoch wird auch in der Umsetzung eher danach geschaut, *welche* Handlungen möglich sind und *wie* die App diese unterstützt, damit eine bewusste Auseinandersetzung mit dem Lerninhalt bei den Schülerinnen und Schülern hervorgerufen werden kann.

D₄ Verschiedene Gesten für verschiedenes Operieren

Wird ein Tier gedreht, so ist dies eine andere Lernhandlung als wenn ein Winkelfeld gedreht wird. Dies muss sich auch dann in anderen Gesten widerspiegeln, es kann also beispielsweise nicht für beide Handlungen eine Zwei-Finger-Drehgeste verwendet werden. Für jede Möglichkeit des Operierens muss damit eine spezifische Geste gefunden werden bzw. es muss sichergestellt werden, dass gleiche oder ähnliche Gesten nicht mit derselben Handlung in Verbindung gebracht werden. Damit hat dieses Designprinzip Ähnlichkeiten zu C_1 , wird hier aber nochmals gesondert aufgeführt, weil nun die auf den Fachinhalt bezogene Auseinandersetzung mit der Handlung im Fokus steht.

↗ Operation und Handlung, S. 24

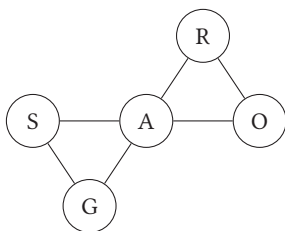
D₅ Unterstützung von Handlungen zum Operieren mit Objekten

Das Lernmodell soll die Schülerinnen und Schüler dabei *unterstützen*, bestimmte Handlungen durchzuführen. Das heißt, durch das Verhalten der App werden spezifische Lernhandlungen angeregt bzw. die Schülerinnen und Schüler werden darauf aufmerksam gemacht, dass eine bestimmte Handlung an der Stelle erwünscht oder hilfreich ist. Wird beispielsweise der Scheitelpunkt eines Winkelfeldes über den eines anderen geschoben, was beim Winkelfeldvergleich einer der erwünschten Lernhandlungen entspricht, so kann dies bei der Annäherung des einen Scheitelpunktes an den anderen durch ein automatisiertes Einrasten unterstützt werden.

↗ Forderungen an Lernmodell, S. 88

Bezug zu ACAT

↗ ACAT, S. 97



Das Designprinzip A wirkt im ACAT-Modell v. a. auf das linke untere Dreieck, in dem die Einbindung der App in den Unterricht beschrieben wird. Die anderen Designprinzipien stellen in der Regel ein Zusammenwirken aus Hauptachse und rechtem oberen Dreieck dar, wie z. B. Designprinzip D₃ zeigt: Die Tatsache, *dass* das Verhalten von Objekten modusabhängig ist, beeinflusst die Interaktion der Schülerinnen und Schüler mit dem mathematischen Inhalt über die App, beschrieben durch die ACAT-Hauptachse. Darüber, *welches* Verhalten jedoch jeweils möglich bzw. sichtbar wird, entscheidet das mathematische Objekt bzw. beeinflusst dieses – beschrieben über das rechte obere Dreieck.

A Aufspaltung in Aspekterarbeitung und Operieren mit Begriffsbestandteilen

B Trennung zwischen Realität und Mathematik

B₁ Modi für Realität und Mathematik

B₂ Darstellung unterstützt Herstellen von Bezügen

C Trennung zwischen Interaktionen und Einstellungen

C₁ Gesten sind spezifisch

C₂ Direkte Interaktion mit Objekten ausschließlich zum Operieren

D Passung zwischen Inhalt, Lernhandlung und Lernmodell/Repräsentation

D₁ Winkelfelddarstellung stets bis zum Rand

D₂ Sichtbarkeit von Objekten modusabhängig

D₃ Verhalten von Objekten modusabhängig

D₄ Verschiedene Gesten für verschiedenes Operieren

D₅ Unterstützung von Handlungen zum Operieren mit Objekten

12 Entwicklung des Prototypen

12.1 Grundaufbau der App

Hauptaugenmerk der App ist eine Wiese, auf der Tiere stehen können. Die Wiese ist aus der Draufsicht zu sehen und erstreckt sich über das gesamte Display. Dabei wurde bewusst eine senkrechte Parallelprojektion und keine Zentralprojektion verwendet, da beim späteren Mathematisieren entsprechende Verzerrungen störend wären. Auf diese Weise soll es möglich sein, einfacher die Bezüge zwischen Realmodell und Mathematik herzustellen. Auch das Drehen des Hintergrunds wird nur auf diese Weise optisch sinnvoll ermöglicht. Dabei werden cartoonartige Zeichnungen verwendet, mit denen die Darstellung der Tiere in der Parallelprojektion möglich ist – reale Bilder wären so nur mit hohem Aufwand herzustellen. Die Abbildungen sind also direkt für das entsprechende Realmodell erstellt worden.

Der Hintergrund lässt sich über Zweifingergesten verschieben, drehen und eingeschränkt skalieren. Dass auch das Verschieben ausschließlich mit zwei Fingern zugelassen wird, liegt daran, dass die Ein-Finger-Verschiebegeste zum Operieren mit den Tieren und Winkelfeldern angedacht ist und hier nicht doppelt vergeben werden soll. Die Einschränkung der Skalierung hat eher ästhetische und programmiertechnische Gründe. Zoomt man zu nah, erhöht sich der Rechenaufwand bei der Darstellung von Bildern bzw. diese werden unscharf. Zoomt man heraus, ist der Informationsgewinn ab einer bestimmten Stufe nicht mehr gegeben.

Über der Wiese liegt ein Bereich für Einstellungen, der standardmäßig angezeigt wird und etwa das linke Drittel des Bildschirms einnimmt. Dieser Bereich lässt sich aber über einen Greifer ① (siehe Abbildung 12.1) auch vollständig ausblenden.

Im Einstellungsbereich können über einen Schalter ② nun die Tiere an- und ausgeschaltet werden. Nach dem Anschalten wird das Tier auf der Wiese sichtbar und sein Sichtfeld wird dargestellt. Weiterhin kann über einen Umschalter ③ eingestellt werden, ob das Tier wach ist oder schläft. In diesem Fall wird das Sichtfeld ein- bzw. ausgeblendet, während das Tier aber noch zu sehen ist. Zur optischen Unterstützung öffnen bzw. schließen sich dann auch die Augen des Tieres. Das Sichtfeld selbst wird als

In der App stehen auch zwei Menschen zur Verfügung, es wird aber im Folgenden in der Regel von Tieren gesprochen.

◁ B₂

An dieser Stelle ein großes Dankeschön an Leon von Salisch, der die Abbildungen erstellt und unter einer freien Lizenz zur Verfügung gestellt hat.

◁ C₁

◁ C

◁ C₂

◁ C₂

- ① Einstellungsbereich ein-/ausblenden
- ② Tier an-/ausschalten
- ③ Tier schlafen legen/wecken
- ④ Tier in Tabelle verschieben
- ⑤ Scheitelpunkt/Schenkel an-/ausschalten
- ⑥ Transparenz der Elemente einstellen
- ⑦ Tier- und Winkelfeldmodus wechseln

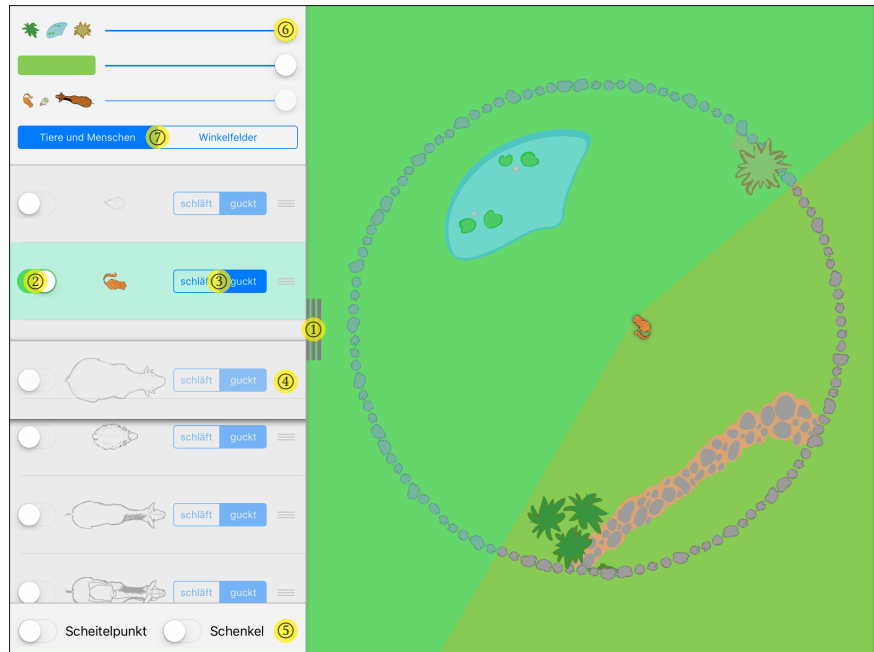


Abbildung 12.1: Darstellung der App-Version 1

D₁ ▶ semitransparente Fläche über der Wiese und den Gestaltelementen dargestellt und reicht dabei stets bis zum Displayrand, auch wenn das Tier verschoben wird. Zur besseren Unterscheidung tragen die Sichtfelder der Tiere alle unterschiedliche Farben.

C₂ ▶ Das Tier selbst lässt sich verschieben und drehen, indem es direkt mit einem oder zwei Fingern (letzteres ist notwendig zum Drehen) angefasst wird. Dies ist auch die einzige direkt mögliche Interaktion mit den Tieren. Ursprüngliche Überlegungen, beispielsweise das Tier über einen Doppeltipp zu wecken bzw. schlafen zu legen, wurden aufgrund des Designprinzips C₂ (Direkte Interaktion mit Objekten ausschließlich zum Operieren) verworfen.

C₂ ▶ Da sich immer nur die sichtbaren Bereiche eines Tieres greifen lassen, kann es zu Komplikationen kommen, wenn zwei Tiere übereinanderliegen, insbesondere bei einem größeren über einem kleineren. Daher lässt sich die Reihenfolge der Tiere, die in einer Tabelle dargestellt sind, über einen Greifer ④ verändern. Die Darstellung auf der Wiese ändert sich dann entsprechend. Auch hier bestanden erste Überlegungen, dies durch direkte Interaktionen zu ermöglichen (wie z. B. längeres Drücken auf ein Tier), die aber nicht realisiert wurden.

A Aufspaltung in Aspekterarbeitung und Operieren mit Begriffsbestandteilen
 B Trennung zwischen Realität und Mathematik
 B₁ Modi für Realität und Mathematik
 B₂ Darstellung unterstützt Herstellen von Bezügen

C Trennung zwischen Interaktionen und Einstellungen
 C₁ Gesten sind spezifisch
 C₂ Direkte Interaktion mit Objekten ausschließlich zum Operieren
 D Passung zwischen Inhalt, Lernhandlung und Lernmodell/Repräsentation

D₁ Winkelfelddarstellung stets bis zum Rand
 D₂ Sichtbarkeit von Objekten modusabhängig
 D₃ Verhalten von Objekten modusabhängig
 D₄ Verschiedene Gesten für verschiedenes Operieren
 D₅ Unterstützung von Handlungen zum Operieren mit Objekten

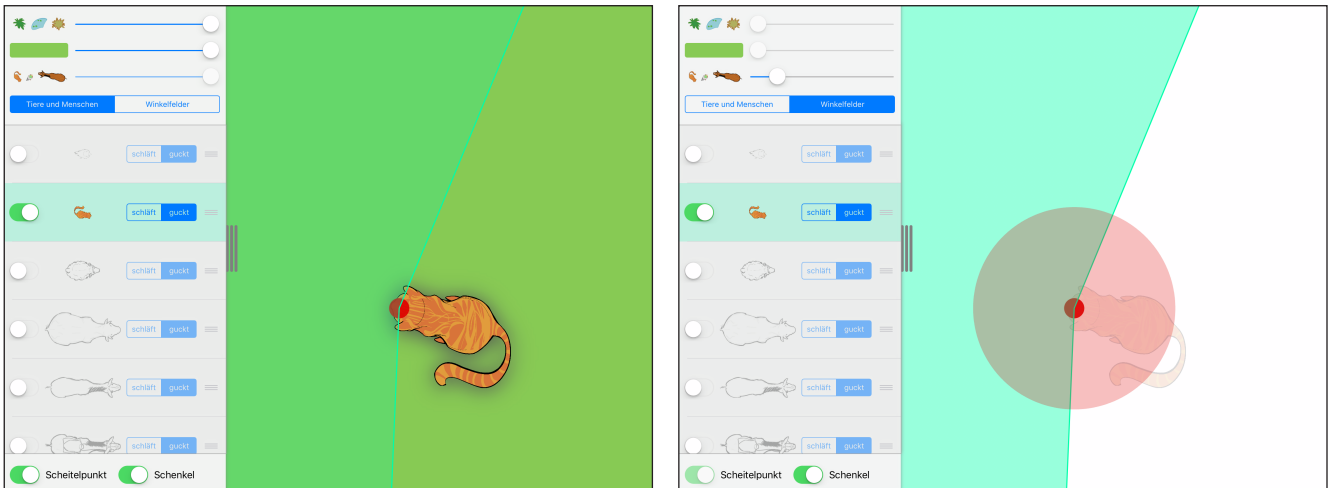


Abbildung 12.2: Vergleich von Tier- und Winkelfeldmodus der App-Version 1

Über zwei weitere Schalter ⑤ können die Scheitelpunkte und Schenkel der Sichtfelder an- und ausgestellt werden. Damit soll das Verständnis der Realsituation und der spätere Bezug zur mathematischen Situation unterstützt werden. Über Schieberegler ⑥ ist es weiterhin möglich, die Gestaltelemente (Gebüsche, See) sowie die Hintergrundfarbe kontinuierlich zu entfernen. Auch dies soll den Übergang zur mathematischen Ebene unterstützen, indem irrelevante Informationen ausgeblendet werden. Für die Tiere existiert auch ein entsprechender Schieberegler, jedoch ist dieser im Tiermodus deaktiviert. Damit soll betont werden, dass die Tiere für die aktuell betrachtete Situation von Relevanz sind. Anders ist dies im Winkelfeldmodus, in den über einen Umschalter ⑦ gewechselt werden kann.

◁ B₂

◁ B₂

◁ D₂

◁ B₁

In diesem Modus verschwinden die Gestaltelemente, die Hintergrundfarbe sowie der Steinkreis. Diese Elemente können auch nicht mehr sichtbar gemacht werden. Gleichzeitig verändert sich die Sichtbarkeit der Tiere auf 25 %, während die Winkelfelder stärker eingefärbt sind (40 % im Vergleich zu vorher 25 %). Zwar wären auch die Tiere für die Situation nicht nötig, allerdings soll die App helfen, Bezüge zwischen der Mathematikebene und der Realsituation herzustellen. Bei Bedarf lassen sich die Tiere über den Schieberegler hier auch komplett ausblenden.

◁ D₂ und D₃

◁ D₂

◁ B₂

Der Scheitelpunkt wird im Winkelfeldmodus nun zwangsweise sichtbar und kann auch nicht mehr ausgeschaltet werden. Dies ist notwendig, da nur über ihn ein Verschieben des Winkelfeldes ermöglicht wird. Der mögliche Touchbereich wird über einen semitransparenten Kreis um den Scheitelpunkt dargestellt, was die Schülerinnen und Schüler darin unterstützt, den Scheitelpunkt als wesentlichen Bestandteil eines Winkelfeldes wahrzunehmen und mit ihm operieren zu können.

◁ D₂ und D₃

◁ D₅

Gedreht werden kann das Feld, indem es mit dem Finger an irgendeiner

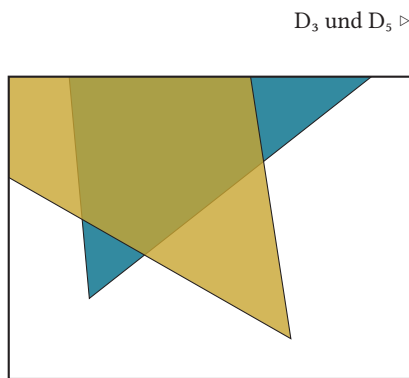


Abbildung 12.3: Sich teilweise überlappende Winkelfelder

Stelle angefasst und der Finger anschließend bewegt wird. Das Feld dreht sich dann zwangsweise um den Scheitelpunkt. Es wurde hier bewusst auf eine Zweifingergeste verzichtet, weil bei dieser üblicherweise das Drehzentrum zwischen den Fingern liegt. Da hier das Drehzentrum jedoch über den Scheitelpunkt vorgegeben ist, würde eine Zweifingergeste ein unerwartetes Verhalten der App hervorrufen. Durch die Bewegung mit einem Finger kann dies vermieden werden.

Soll mit einem Winkelfeld operiert werden, das sich unterhalb eines anderen befindet, so muss dann entweder ein »greifbarer« Bereich dieses Feldes angefasst werden oder die Reihenfolge der Felder wird über die Tabelle im Einstellungsbereich verändert.

Das Verschieben (über Scheitelpunkt) und Drehen (übers Feld) unterscheiden sich im Winkelfeldmodus deutlich von denen im Tiermodus (Verschieben und Drehen über Ausrichtung des Tieres), womit auch der Kausalzusammenhang beider Modi noch einmal deutlich wird: Im Tiermodus wird das Tier verändert, woraufhin sich das Sichtfeld entsprechend anpasst. Im Winkelfeldmodus dagegen wird direkt mit dem Winkelfeld operiert.

Werden zwei Scheitelpunkte nah genug aneinander geschoben, so rasten diese Scheitelpunkte ein und liegen dann exakt übereinander. Das Übereinanderliegen ist notwendig, um Winkelfelder miteinander vergleichen zu können. Das automatisierte Verhalten der App soll diesen Schritt unterstützen, so dass durch das Einrasten die Schülerinnen und Schüler einerseits darauf aufmerksam gemacht werden, dass ihr Vorgehen eine Besonderheit hat und andererseits das präzise Arbeiten erleichtert wird. Diese Einrastfunktion existiert dabei nur im Winkelfeldmodus, denn es geht um ein mathematisches Vorgehen zum Vergleichen von Winkelfeldern.

In Tabelle 12.1 sind die App-Bedingungen, die die Interaktionsmöglichkeiten bestimmen, mit ihren zugehörigen Designprinzipien dargestellt. Bedingungen, die sich nicht aus Designprinzipien, sondern aus programmiertechnischen Gründen ergeben haben, sind dabei mit einem Stern (★) markiert.

12.2 Einbindung der App in den Unterricht

Das in Abschnitt 8.2 dargestellte Vorgehen wird nun hinsichtlich konkre-

↗ Sichtbarmachen der App-Bedingungen, S. 103

↗ Lehrstrategie am Winkelfeld, S. 85

A Aufspaltung in Aspekterarbeitung und Operieren mit Begriffsbestandteilen
 B Trennung zwischen Realität und Mathematik
 B₁ Modi für Realität und Mathematik
 B₂ Darstellung unterstützt Herstellen von Bezügen

C Trennung zwischen Interaktionen und Einstellungen
 C₁ Gesten sind spezifisch
 C₂ Direkte Interaktion mit Objekten ausschließlich zum Operieren
 D Passung zwischen Inhalt, Lernhandlung und Lernmodell/Repräsentation

D₁ Winkelfelddarstellung stets bis zum Rand
 D₂ Sichtbarkeit von Objekten modusabhängig
 D₃ Verhalten von Objekten modusabhängig
 D₄ Verschiedene Gesten für verschiedenes Operieren
 D₅ Unterstützung von Handlungen zum Operieren mit Objekten

	Tiermodus	Winkelfeldmodus	Bezug zu Designprinzipien
Hintergrundbewegung	Hintergrund mit zwei Fingern skalier-, verschieb- und drehbar		C ₁
mit Objekten operieren	Tier verschieb- und drehbar, wenn Finger innerhalb des Tieres liegen	Winkelfeld mit genau einem Finger verschiebbar, wenn Finger auf Scheitelpunkt liegt, und mit genau einem Finger drehbar, wenn Finger im Feld liegt	C ₂ , D ₄
		Drehung erfolgt um Scheitelpunkt	D ₃ , D ₅
		präzises Übereinanderlegen durch Einrasten möglich	D ₃ , D ₅
Reihenfolge	Reihenfolge der Tiere/Winkelfelder in Tabelle verschiebbar		C ₂
	darunterliegende Tiere nicht greifbar	darunterliegende Winkelfelder nicht greifbar	★
Modi	Objekte an- und ausschaltbar sowie Schlaf- und Wachzustand einstellbar		C ₂
	entweder Tiere oder Winkelfelder bearbeitbar		B ₁
	Einstellungsview an- und ausschaltbar		C
Repräsentation	Darstellung in senkrechter Parallelprojektion		B ₂
	Sicht-/Winkelfeld wird bis zum Displayrand gezeichnet		D ₁
Sichtbarkeit von Objekten	Gestaltelemente über Slider einstellbar; Steinkreis immer sichtbar	keine Gestaltelemente und kein Steinkreis sichtbar	B ₂ , D ₂ , D ₃
	Tiere immer sichtbar	Tiere über Slider einstellbar, automatische Opazität von 25 % bei Wechsel in Winkelfeldmodus	B ₂ , D ₂
	Opazität der Winkelfelder bei 25 %	Opazität der Winkelfelder bei 40 %	B ₂ , D ₂
	Scheitelpunkt an- und ausschaltbar, Schenkel an- und ausschaltbar	Scheitelpunkt zwangsweise an, Schenkel an- und ausschaltbar	D ₂ , D ₃ , D ₅

ter Aufgabenstellungen und Gestaltungen der Unterrichtsstunde im Zusammenhang mit der Nutzung der App präzisiert.

Tabelle 12.1: App-Bedingungen und Designprinzipien

Dabei wurden einige Absprachen mit dem unterrichtenden Fachlehrer getroffen, in dessen Klasse später die Erprobung der Lernumgebung durchgeführt wird. Solch ein gemeinsamer Entwicklungsprozess entspricht einem der Grundsätze der Fachdidaktischen Entwicklungsforschung, die in Abschnitt 1.3.3 näher erläutert wurden.

↗ Fachdidaktische Entwicklungsforschung, S. 16

Angeregt durch den Fachlehrer erfolgt die Motivation der Schülerinnen und Schüler durch die Präsentation verschiedener Tierbilder. Auf diesen sind Tiere in ihrer natürlichen Umgebung zu sehen, wobei auf allen Bildern die Augen der Tiere sichtbar sind und auch erkennbar wird, ob diese eher frontal oder eher seitlich des Kopfes angeordnet sind. Als »Scherz« wird auch ein Reh zu sehen sein, bei dem die Augen (aufgrund einer Bildmanipulation) frontal im Gesicht liegen. Die so präsentierten Bilder sollen dazu anregen, über die Position der Augen zu sprechen, ihren Nutzen in der Natur zu diskutieren (Flucht- und Jagdtiere) und so zur Thematik der

Motivation und Lernziel

Sichtfelder hinzuarbeiten. Damit erfolgt die Formulierung der Lernziele, Sichtfelder von Tieren zu beschreiben und miteinander zu vergleichen.

Sammeln von Realerfahrungen

Im Sinne der Grundvorstellungsidee ist es hilfreich (bzw. sogar notwendig), Realerfahrungen zu gewinnen, bevor im Realmodell gearbeitet werden kann. Dies betrifft in der App insbesondere die Repräsentation des Winkelfeldes in der Draufsicht als semitransparenten Bereich. Diese Repräsentation interpretieren zu können, ist Grundvoraussetzung für die weitere Arbeit mit der App. Es wird daher ein wesentlicher Bestandteil der Unterrichtsstunde sein, in diese ikonische Repräsentation einzuführen und sie mit einer enaktiven Realerfahrung zu verknüpfen. Hierfür wird an der interaktiven Tafel eine Foto des Klassenraums von oben gezeigt. Weiterhin stellen sich zwei Kinder an irgendwelche Stellen des Raumes und beschreiben von dort, welche Bereiche des Raumes sie, ohne ihren Kopf zu drehen, sehen können. Eine weitere Schülerin oder ein Schüler markiert diese Bereiche an der Tafel. Daraus ergibt sich ein Bild mit zwei Sichtfeldern, worauf im weiteren Verlauf der Stunde Bezug genommen werden kann und das am Ende der Stunde auch noch einmal der Zusammenfassung dienen kann.

↗ Erwünschte Lernhandlungen, S. 87

Die erwünschten Lernhandlungen werden über verschiedene Aufgabenstellungen initiiert:

Initiierung der Lernhandlungen zur Aspekterarbeitung

I: Tier ins Sichtfeld setzen. »Entscheide, ob die Katze im Sichtfeld der Kuh sitzt.« [Situation wird vorgeführt.]; »Setze die Katze an eine Stelle, an der sie von der Kuh gesehen wird.«

II: Tier außerhalb des Sichtfelds setzen. »Setze die Katze an eine Stelle, an der sie nicht von der Kuh gesehen wird.«

III: Tier im Sichtfeld bewegen. »Die Katze will die Kuh verwirren. Bewege sie ganz viel hin und her und vor und zurück und durcheinander, aber so, dass sie die gesamte Zeit von der Kuh gesehen wird.«; »Was passiert, wenn man die Katze immer weiter von der Kuh wegschiebt?« [Situation wird vorgeführt]

IV: Tier auf Sichtfeldgrenze setzen. »Setze die Katze an eine Stelle, wo sie geradeso noch von der Kuh gesehen wird.«; ggf. mit sprachlicher Präzisierung: »... so dass sie nur einen kleinen Schritt gehen muss, um nicht mehr gesehen zu werden«

A Aufspaltung in Aspekterarbeitung und Operieren mit Begriffsbestandteilen
 B Trennung zwischen Realität und Mathematik
 B₁ Modi für Realität und Mathematik
 B₂ Darstellung unterstützt Herstellen von Bezügen

C Trennung zwischen Interaktionen und Einstellungen
 C₁ Gesten sind spezifisch
 C₂ Direkte Interaktion mit Objekten ausschließlich zum Operieren
 D Passung zwischen Inhalt, Lernhandlung und Lernmodell/Repräsentation

D₁ Winkelfeldarstellung stets bis zum Rand
 D₂ Sichtbarkeit von Objekten modusabhängig
 D₃ Verhalten von Objekten modusabhängig
 D₄ Verschiedene Gesten für verschiedenes Operieren
 D₅ Unterstützung von Handlungen zum Operieren mit Objekten

V: *Tier entlang der Sichtfeldgrenze bewegen.* »Wo muss die Katze lang laufen, damit sie die gesamte Zeit geradeso noch von der Kuh gesehen werden kann?«

Die Handlungen werden von den Schülerinnen und Schülern individuell am Tablet durchgeführt und anschließend bzw. zwischendurch mit der gesamten Klasse verglichen. In den Formulierungen wurde bewusst zwischen »setze« und »bewege/schiebe« unterschieden. Während ersteres der grundsätzlichen Identifikation der Winkelfeldbestandteile dient, soll zweiteres zu einer geometrischen Beschäftigung (Unendlichkeit, Strahl-Eigenschaft, ...) mit diesen anregen.

Anschließend erfolgt die Erarbeitung der Ausgangsabstraktion durch Verallgemeinerung der Lernhandlungen. Dafür werden die getätigten Lernhandlungen durch geeignete Fragestellungen reflektiert und somit charakteristische Eigenschaften der Bestandteile des Winkelfeldes hervorgehoben:

I/II. »Woran hast du erkannt, dass das Tier (nicht) im Sichtfeld sitzt?«
 III. »Wohin konntest du es überall bewegen?«, »Gab es Einschränkungen bei der Bewegung?«, »Gab es diese Einschränkungen in jede Richtung?«
 Ziel dieser Fragen ist es, die Repräsentation und damit die Form des Winkelfeldes zu verdeutlichen. Es wird die Unendlichkeit (und in ersten Zügen auch schon die Begrenztheit) angesprochen und das Feld als ein Teilbereich der Ebene bewusst gemacht.

IV. »An welche Stelle konntest du die Katze setzen?«, »Wo wäre sie, wenn du sie ein Stück weiter rechts oder ein Stück weiter links gesetzt hättest?«
 V. »Wie weit konntest du die Katze in die eine Richtung bewegen, wie weit in die andere?«, »Was ist das Besondere an dem Punkt, bis zu dem du sie bewegen konntest?« Die Fragen haben die Begrenzungseigenschaft der Schenkel und ihre Strahl-Charakteristik im Fokus. Gleichzeitig wird der Scheitelpunkt als besonderer Punkt des Winkelfeldes identifiziert.

Unterstützt wird dieser Prozess durch eine Analyse der App-Bedingungen. Für die Lehrkraft kann hier Tabelle 12.1 (S. 115) dienlich sein, indem die soeben genutzten Interaktionsmöglichkeiten noch einmal explizit angesprochen und reflektiert werden. Beispielsweise kann diskutiert werden, warum mit Schieberegler die Hintergrundfarbe und Gestaltelemente ausgeblendet werden können (weil diese Elemente keine Relevanz für die verallgemeinerte Betrachtung der Situation haben). Dies unterstützt, wie weiter oben beschrieben, der Genese der App zum Lernmodell.

Zum Notieren der gewonnenen Erkenntnisse wurde gemeinsam mit dem Lehrer ein Arbeitsblatt entwickelt, das einen Lückentext zu einer Definition des Winkelfeldes beinhaltet und den Vergleich aus realer Situation und mathematischer Beschreibung aufgreift. Hierbei wurde darauf geachtet,

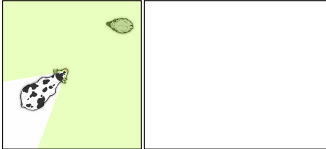
Verallgemeinerung der Lernhandlungen zur Aspekterarbeitung

Winkelfelder beschreiben

Ein _____ ist eine _____.

Sie wird von _____ begrenzt. Diese sind _____.

die beide vom _____ des Winkelfeldes ausgehen.



Vergleich zwischen Realität und Mathematik:

Sichtfeld der Kuh	Winkelfeld

Abbildung 12.4: Arbeitsblatt zur Aspekterarbeitung

dass die Farbwahl von Winkelfeld und Scheitelpunkt denen ihrer Repräsentationen in der App entsprechen und die Farben auf dem Arbeitsblatt entsprechend konsequent genutzt werden.

Formulierung der Definition

Als Formulierung für die Definition wird gewählt:

- ▶ Ein Winkelfeld ist eine unendliche Fläche. Sie wird von zwei Schenkeln begrenzt. Diese sind Strahlen, die beide vom Scheitelpunkt des Winkelfeldes ausgehen.

Ursprünglich war von mir angedacht, das Winkelfeld als einen »Bereich der Ebene« zu bezeichnen. Seitens des Fachlehrers wurde jedoch angemerkt, dass weder zum Ebenenbegriff Vorerfahrungen bei den Schülerinnen und Schülern bestehen noch das Wort »Bereich« hilfreich sein könnte. Der Vorschlag, das Winkelfeld als »Fläche« zu bezeichnen, gefiel mir zunächst nicht, da damit einerseits in der Regel abgegrenzte Flächen bezeichnet werden und der Begriff sowieso aufgrund seiner Ähnlichkeit zum »Flächeninhalt« vorbelastet ist (Krauter, 2008, S. 40). Um jedoch an die Vorerfahrungen der Schülerinnen und Schüler anzuknüpfen und die unendliche Weite des Winkelfeldes zu betonen, einigten wir uns letztlich auf »unendliche Fläche«. Durch den Zusatz ist eine Abgrenzung zum Flächenbegriff gegeben und die für die Schülerinnen und Schüler ungewöhnliche Formulierung soll zu einer tieferen Beschäftigung mit der Thematik anregen.

Vergleich von Realität und Mathematik

Eine weitere Planung meinerseits bestand darin, den Vergleich aus Realität und Mathematik schriftlich zu formulieren: »Beim Sichtfeld von Tieren ist der Scheitelpunkt in der Nähe der Augen. Das Winkelfeld ist dann der Teil der Landschaft, den das Tier sehen kann.« Dies wird in Absprache mit dem Fachlehrer nun mündlich formuliert und durch die beschrifteten Abbildungen bzw. die Tabelle auf dem Arbeitsblatt festgehalten.

Initiierung der Lernhandlungen zum Operieren

- Gruppe 1:** Katze (200°), Kuh (300°),
Mensch ohne Fernglas (170°),
Mensch mit Fernglas (30°)
- Gruppe 2:** Ente (320°), Schaf (330°),
Pferd ohne Scheuklappen (350°),
Pferd mit Scheuklappen (90°)

Damit sind die Bestandteile des Winkelfeldes erarbeitet worden und es können die Lernhandlungen zum Vergleich der Sichtfelder aufgebaut werden. Auf Vorschlag des Fachlehrers hin wird dies über eine freie Arbeitsphase gestaltet. Die Schülerinnen und Schüler erhalten demnach den Auftrag, eine Rangfolge von Tieren zu erstellen, geordnet nach der Größe ihrer Sichtfelder. Die Lerngruppe wird dabei in zwei Gruppen geteilt und jede Gruppe erhält eine Vorgabe von vier Lebewesen. Die Auswahl ist derart gestaltet, dass in jeder Gruppe ein Paar Tiere mit ähnlich großen

A Aufspaltung in Aspekterarbeitung und Operieren mit Begriffsbestandteilen

B Trennung zwischen Realität und Mathematik

B₁ Modi für Realität und Mathematik

B₂ Darstellung unterstützt Herstellen von Bezügen

C Trennung zwischen Interaktionen und Einstellungen

C₁ Gesten sind spezifisch

C₂ Direkte Interaktion mit Objekten ausschließlich zum Operieren

D Passung zwischen Inhalt, Lernhandlung und Lernmodell/Repräsentation

D₁ Winkelfelddarstellung stets bis zum Rand

D₂ Sichtbarkeit von Objekten modusabhängig

D₃ Verhalten von Objekten modusabhängig

D₄ Verschiedene Gesten für verschiedenes Operieren

D₅ Unterstützung von Handlungen zum Operieren mit Objekten

Sichtfeldern vorhanden ist sowie eine Lebewesenart in »doppelter Ausführung« mit sich deutlich unterscheidenden Sichtfeldgrößen. Letzteres soll noch einmal verstärkt den Bezug zur Realität herstellen und den Nutzen eines »eingeschränkten Sichtfeldes« im realen Kontext hervorheben. Die Wahl auf zwei Tiere mit ähnlich großen Sichtfeldern soll verstärkt dazu anregen, den Winkelfeldmodus zu wählen. Es wird davon ausgegangen, dass die Schülerinnen und Schüler bei sich stark unterscheidenden Sichtfeldern nach dem Motto »das sieht man doch« verfahren und zunächst keinen Anlass darin sehen, auf mathematische Weise präzise zu arbeiten. Bei ähnlich großen Sichtfeldern dagegen ist man auf das präzise Operieren, wie es die Lernhandlungen VI_a (Scheitelpunkte übereinanderlegen), VI_b (Winkelfelder gleich ausrichten) und VI_c (Teilmengebeziehung identifizieren) beinhalten, angewiesen.

Den Schülerinnen und Schülern steht für dieses Vorgehen eine Tabelle zur Verfügung, in der sie die Rangfolge zunächst schätzen und ihre Schätzung dann mithilfe der App überprüfen. Die Schätzung soll einerseits wieder einen Bezug zur Realität herstellen und andererseits motivierend für den Überprüfungsprozess wirken (vgl. Herget & Klika, 2003, S. 18). Weiterhin werden die Schülerinnen und Schüler aufgefordert, ihr Vorgehen schriftlich zu beschreiben, was als Grundlage für die spätere Auswertungsphase dienen soll.

In der Auswertung und damit der Verallgemeinerung der Lernhandlungen liegt der Fokus darauf, das Vorgehen in die kontextunabhängigen Teilhandlungen zu untergliedern und für diese jeweils herauszuarbeiten, wie mit den Winkelfeldbestandteilen operiert worden ist. Fragestellungen wie »Warum hast du das Winkelfeld verschoben/gedreht?«, »Welchen Bestandteil des Winkelfeldes musstest du dazu anfassen?« bzw. »Wie hast du anschließend gesehen, dass das eine Winkelfeld kleiner als das andere ist?« unterstützen diesen Prozess.

Das Vorgehen wird anschließend in einer allgemeinen und schrittweisen Form schriftlich notiert:

- ▶ Um zwei Winkelfelder miteinander zu vergleichen, muss man drei Dinge tun:
 1. Man verschiebt sie so, dass die Scheitelpunkte übereinander liegen.
 2. Dann dreht man sie so, dass sie in dieselbe Richtung zeigen.
 3. Dann sieht man, ob das eine Winkelfeld vollständig in dem anderen liegt.

Dieses Wissen kann nun noch einmal angewandt werden, indem im Klassenvergleich eine Rangfolge aller acht Lebewesen erstellt wird. Außerdem

Erstelle eine Rangordnung zur Größe der Sichtfelder von:

- Katze,
- Kuh,
- Mensch ohne Fernglas,
- Mensch mit Fernglas.

	Schätzung	Überprüfung
kleinstes Sichtfeld		
größtes Sichtfeld		

Beschreibe dein Vorgehen.

Abbildung 12.5: Arbeitsblatt zum Winkelfeldvergleich

Verallgemeinerung der Lernhandlungen zum Operieren

Stundenabschluss

wird nochmals Bezug zur Ausgangssituation des Sichtfeldes einer Schülerin bzw. eines Schülers hergestellt, um die gelernten Begriffe zu festigen und die Unterrichtsstunde abzurunden.

Das geplante Vorgehen soll 90 Minuten Unterrichtszeit einnehmen, was dem üblichen Blockunterricht an der Schule entspricht, an dem die Untersuchung durchgeführt wird. Ein geplanter zeitlicher Überblick der einzelnen Phasen ist Tabelle 12.2 zu entnehmen.

Tabelle 12.2: Zeitplanung der Unterrichtsphasen

Zeit	Unterrichtsphase
10'	Motivation und Lernziel
5'	Sammeln von Realerfahrungen
5'	Lernhandlungen zur Aspekterarbeitung
5'	Verallgemeinerung der Lernhandlungen zur Aspekterarbeitung
10'	Formulierung der Definition
10'	Vergleich von Realität und Mathematik
25'	Lernhandlungen zum Operieren
15'	Verallgemeinerung der Lernhandlungen zum Operieren
5'	Stundenabschluss

Hinsichtlich der individuellen App-Nutzung der Schülerinnen und Schüler ergeben sich sechs Unterrichtsphasen, in denen jeweils Lernhandlungen aufgebaut werden:

Tabelle 12.3: Unterrichtsphasen mit Aufbau von Lernhandlungen

Phase	Erwünschte Lernhandlungen	Verallgemeinerbarkeit
I	Tier ins Sichtfeld setzen	Repräsentation des Winkelfeldes erkennen
II	Tier außerhalb des Sichtfelds setzen	Repräsentation des Winkelfeldes erkennen
III	Tier im Sichtfeld bewegen	Unendlichkeit des Feldes erkennen
IV	Tier auf Sichtfeldgrenze setzen	Repräsentation der Schenkel erkennen
V	Tier entlang der Sichtfeldgrenze bewegen	Strahl-Eigenschaft der Schenkel erkennen
VI	Scheitelpunkte übereinanderlegen, Winkelfelder gleich ausrichten, Teilmengenbeziehung erkennen	Unabhängigkeit des Operierens von der Realsituation

Diese Phasen bestimmen dann auch die Analyse bei der Erprobung der Lernumgebung.

13 Erprobungsverfahren

Die in den letzten Schritten aufgestellten Designprinzipien und die daraus entwickelte Lernumgebung sollen nun entsprechend der Fachdidaktischen Entwicklungsforschung in mehreren Zyklen erprobt und evaluiert werden. Hierfür bietet sich ein qualitatives Setting an, das Rückschlüsse auf die Wirkung der Designprinzipien und deren Umsetzung liefern soll. Nach Mayring (1996, S. 27) werde ich die Darstellung des Untersuchungsdesigns auftrennen in den Untersuchungsplan (Abschnitt 13.1) und das Untersuchungsvorgehen (Abschnitt 13.2), letzteres noch einmal aufgeschlüsselt in die Darstellung der Erhebung, der Aufbereitung und die Art der Auswertung der Daten.

13.1 Untersuchungsplan

Abbildung 13.1 zeigt den Untersuchungsplan, der die Strukturierung des Materials, das Identifizieren und Erklären von Mustern und Auffälligkeiten sowie das zyklische Vorgehen darstellt.

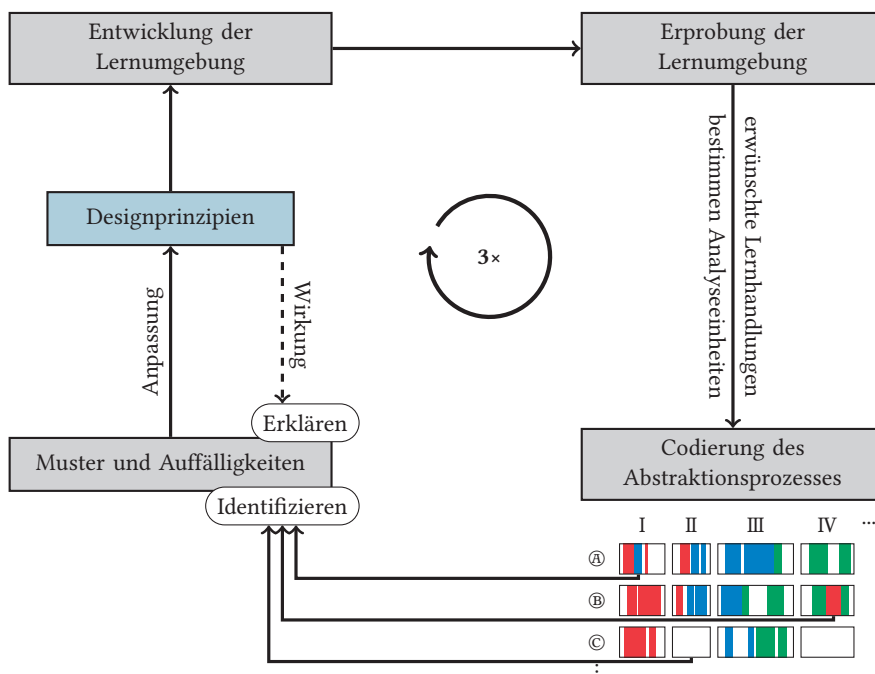


Abbildung 13.1: Untersuchungsplan

Strukturierung des Materials	Ausgehend von den Designprinzipien wurde ein Prototyp der Lernumgebung gestaltet, der nun im Unterricht erprobt wird. Dabei ergaben sich auf die auszubildenden Lernhandlungen bezogene Unterrichtsphasen I, II, III, IV, ..., die nun die Analyseeinheiten der Untersuchung bestimmen. Bezüglich dieser Lernhandlungen sollen die bei den Schülerinnen und Schülern ④, ⑤, ⑥, ... sichtbaren Abstraktionsstufen codiert werden. Das für die Abstraktionsstufen nötige Kategoriensystem muss hierfür noch entwickelt werden.
↗ Unterrichtsphasen, S. 120	
Identifizieren und Erklären von Mustern und Auffälligkeiten	Durch die Codierung liegt das im Unterricht beobachtete Material nun strukturiert aufbereitet vor und es können »interessante Stellen« identifiziert werden: <ul style="list-style-type: none"> ▶ An welchen Stellen treten Abstraktionsniveaus oder -niveauübergänge auf, die an dieser Stelle nicht erwartet worden waren? ▶ Gibt es einzelne Schülerinnen und Schüler, deren Abstraktionsmuster deutlich von den anderen abweicht? <p>Bezüglich dieser Stellen wird das Material anschließend vertiefend betrachtet, um Wirkungen der Designprinzipien auf diese »interessanten Stellen« auszumachen, die Muster und Auffälligkeiten zu erklären und Konsequenzen für eine Weiterentwicklung bzw. Anpassung der Designprinzipien sowie der Lernumgebung herzuleiten.</p>
Zyklisches Vorgehen	Nach einer Anpassung der Designprinzipien wird die Lernumgebung entsprechend überarbeitet, erneut erprobt und wieder ausgewertet. Es ist angedacht, diesen Prozess in drei Zyklen zu durchlaufen.

13.1.1 Kategoriensystem der Abstraktionsniveaus

Das Abstraktionsmodell von Mitchelmore und White (1998) soll als Grundlage dafür dienen, die mit dem Einsatz der Lernumgebung sichtbaren Abstraktionsniveaus der Schülerinnen und Schüler zu ermitteln. Entsprechend der theoretischen Einordnung liegt der Schwerpunkt auf einer prozessbegleitenden *Beobachtung der Handlungen* der Schülerinnen und Schüler, die entsprechend kategorisiert werden müssen. Erfahrungen liegen hierfür im Rahmen der sogenannten *Semiotischen Vermittlung* vor.

Semiotische Vermittlung

Bartolini Bussi und Mariotti (2008) beschreiben für Lernprozesse mathematischer Inhalte mithilfe von Artefakten drei *Zeichenkategorien*, die Aufschlüsse über das Abstraktionsniveau geben können. Die Autorinnen koppeln diese Theorie direkt an die Instrumentelle Genese und Vygotskijs

↗ Instrumentelle Genese, S. 101

Verständnis von Internalisierung und Externalisierung und verstehen unter *Zeichen* dabei jegliche Äußerungen, wie natürliche Sprache oder auch Gesten, die für den Lernprozess förderlich sind (Bartolini Bussi & Mariotti, 2008, S. 748 ff.). Dass beim Durchlaufen der verschiedenen Zeichenkategorien tatsächlich von *Abstraktion* gesprochen werden kann, begründet van Randenborgh (2015, S. 115). Die drei Zeichenkategorien sind folgendermaßen beschrieben (vgl. Bartolini Bussi & Mariotti, 2008, S. 756 ff.):

Artefaktzeichen beziehen sich auf die Nutzung des Artefakts bzw. Teile dessen. Sie werden oftmals genutzt, um spezifische Aspekte des Artefakts bzw. dessen Nutzung zu fokussieren oder zu identifizieren. Zu dieser Kategorie gehören insbesondere auch nichtverbale Zeichen (Gesten, Zeichnungen, ...).

Schlüsselzeichen beziehen sich sowohl auf die Mathematik als auch auf die Nutzung des Artefakts, haben polysemiotischen Charakter und markieren oftmals den Prozess der Generalisierung. Ihre Bedeutung bezieht sich zwar auf die Artefaktnutzung, allerdings ist eine (mathematische) Verallgemeinerung der Nutzung der Zeichen erkennbar. Hybridworte, die sowohl eine mathematische als auch eine auf die konkrete Situation beziehende Bedeutung haben, sind hierfür charakteristisch.

Mathematikzeichen beziehen sich auf den mathematischen Kontext – gemäß dem Standard der »mathematischen Community« – dabei jedoch auf dem Niveau der jeweiligen Klassenstufe.

Die deutschsprachigen Bezeichnungen habe ich van Randenborgh (2015, S. 72 f.) entnommen, der dieser Liste im Rahmen seiner Untersuchung noch eine weitere Kategorie hinzufügt: *Instrumentzeichen*. Dies sind Zeichen, die Schülerinnen und Schüler entwickeln können und inhaltlich den Mathematikzeichen entsprechen. Sie liegen zwar auf der begründenden Ebene eines Zusammenhangs, enthalten jedoch »keine Bezüge zur ›mathematischen Kultur‹ oder zum mathematischen Wissen insgesamt« (van Randenborgh, 2015, S. 72 f.).

Genutzt werden diese Kategorien bei van Randenborgh (2015) im Rahmen der Analyse historischer Zeichengeräte. Dabei sind den einzelnen Kategorien Bedeutungsebenen der von den Schülerinnen und Schülern geäußerten Zeichen zugeordnet, siehe Tabelle 13.1.

Die Zeichen sind dort weiterhin verschiedenen Phasen der Untersuchungssituation (also den *Analyseeinheiten*) zugeordnet, wobei die Übergänge zwischen diesen Phasen durch *Trägerzeichen* geprägt sind – »weiterführende Zeichen, die den Übergang in eine nächste Phase der Beschäftigung kennzeichnen«, vgl. van Randenborgh (2015, S. 116).

Artefaktzeichen

Schlüsselzeichen

Mathematikzeichen

Instrumentzeichen

Zeichenkategorie	Ebene
Artefaktzeichen	beschreibende Ebene
Schlüsselzeichen	deutende Ebene
Instrumentzeichen	begründende Ebene
Mathematikzeichen	abstrakte Ebene

Tabelle 13.1: Zeichenkategorien und ihre Bedeutungsebenen nach van Randenborgh (2015, S. 105)

Finden des Kategoriensystems

Um das Kategoriensystem zu finden, soll meine Untersuchungsanlage mit der von Randenborghs in Bezug gesetzt werden, wobei stets auf die ursprünglichen Hintergründe von Bartolini Bussi und Mariotti zurückgegriffen wird. Gemeinsam ist meiner und von Randenborghs Situation, dass mithilfe eines Artefakts ein mathematischer Inhaltsbereich erschlossen wird. Allerdings treten auch einige Unterschiede zu Tage, so dass die Kategorienbildung entsprechend angepasst werden muss:

► Während Bartolini Bussi und Mariotti jegliche Art von Zeichen zulassen, kategorisiert von Randenborgh (2015, S. 94 ff.) nur die lautsprachlichen Äußerungen der Schülerinnen und Schüler. Auch wenn diese sich auf Teile des Artefakts, also des Parabelzirkels, beziehen, werden sie ggf. anderen Zeichenkategorien zugeordnet. Kriterium für die Auswahl ist vielmehr die Bedeutungsebene, die den Zeichen zugeordnet werden kann, siehe Tabelle 13.1. Auch im Falle meiner App geben die reine Nutzung dieser bzw. die in diesem Zusammenhang geäußerten Zeichen noch keinen Aufschluss darüber, ob mit Sicherheit von einem Artefaktzeichen gesprochen werden kann. Die App beinhaltet schließlich – bei entsprechender Anwendung – aufgrund ihrer Eigenschaft als Lernmodell auch Anknüpfungspunkte, die auf eine Nutzung mit Schlüssel- oder Mathematikzeichen hinführen.

Zielgerichtetheit der Handlungen als Grundlage für Zeichenkategorie

↗ Handlung und Ziel, S. 23

Die Definition der Kategorien kann daher ebenfalls nicht allein über das »verwendete Gerät« erfolgen, sondern es ist vielmehr von Interesse, wie »zielgerichtet« die App genutzt wird. Das heißt insbesondere auch, dass sowohl lautsprachliche Äußerungen der Schülerinnen und Schüler als auch ihre Gesten und Interaktionen mit der App von Interesse sind und als Zeichen kategorisiert werden. Die *Zielgerichtetheit* als Auswahlkriterium heranzuziehen, korrespondiert auch mit dem theoretischen Ansatz, dass Handlungen über Ziele bestimmt sind und insbesondere die Handlungen (im Gegensatz zu den Tätigkeiten oder Operationen) im qualitativen Beobachtungsprozess von Interesse sind (Kaptelinin & Nardi, 2012, S. 30).

► Bei von Randenborgh (2015) werden historische Zeichengeräte untersucht, deren primäre Funktion das Zeichnen des Repräsentanten eines mathematischen Begriffs (im diesem Fall einer Parabel) ist und die nun im Rahmen der Untersuchung die Bedeutung eines Instruments zur Wissensvermittlung aufgeprägt bekommen. Bei mir dagegen wird das Werkzeug von Beginn an dahingehend entwickelt, dem Begriffsaufbau dienlich zu sein. Demzufolge ist die Kategorienfindung auch am *gewünschten* Abstraktionsprozess zu orientieren – und dieser entspricht dem Übergang von der *Winkelsituation* der Tier-Sichtfelder zum *Winkelkontext* des Winkel-

feldbegriffs entsprechend dem Abstraktionsmodell von Mitchelmore und White (1998).

Während sich Beschreibungen und Deutungen, angelehnt an die Bedeutungsebenen aus Tabelle 13.1, eher an der Realsituation orientieren, sind Begründungen und das Abstrakte eher in der mathematischen Ebene verankert. Bei Anlehnung an das bestehende Kategoriensystem sind also die ersten beiden Zeichenkategorien *situative* Zeichen, die letzten beiden *kontextuelle*.

► Der konkrete mathematische Begriff – die Parabel – ist den Schülerinnen und Schülern bereits aus dem Analysisunterricht bekannt; er wird bei van Randenborgh (2015, S. 114 f.) nun nochmals unter einer geometrischen Perspektive betrachtet. Ich hingegen untersuche mit dem Winkelheld einen für die Schülerinnen und Schüler *neuen* mathematischen Begriff. Hinzu besteht aufgrund der Aufspaltung in Aspekterarbeitung und Operieren mit den Begriffsbestandteilen (Designprinzip A) die Vermutung, dass der Abstraktionsprozess nicht linear ablaufen wird – wie bei van Randenborgh (2015, S. 116) dargestellt.

Insofern ist die Kategorie des Instrumentzeichens in meiner Untersuchung nicht im oben dargestellten Sinne sinnvoll, da kein mathematisches Vorwissen zum Winkelbegriff besteht, auf das von den Schülerinnen und Schülern Bezug genommen werden kann. Dennoch ist auch auf kontextueller Zeichenebene eine Zweiteilung sinnvoll: So ist es einerseits möglich, dass *rein kontextuell* gearbeitet wird, also rein auf mathematischer Ebene. Andererseits können Zeichen verwendet werden, die *kontextuell, aber mit Situationsbezug* sind. Diese Zeichen weisen also eine mathematische Herangehensweise auf, allerdings ist bei den Schülerinnen und Schülern erkennbar, dass sie immer noch auf die Realsituation Bezug nehmen.

Auch die situativen Zeichen können unterteilt werden, je nachdem, ob sie beschreibend für die Situation oder ihrer deutend sind. Im ersten Fall sind die Zeichen *rein situativ*, während sie im zweiten Fall *situativ, aber kontextualisierbar* sind, d. h. an ihnen ist erkennbar, dass sie »mathematisiert werden können«.

► Bei van Randenborgh (2015, S. 116) werden die Analyseeinheiten des Materials über die sichtbaren Zeichenkategorien bestimmt, was auch den linearen Abstraktionsprozess widerspiegelt. Von einem solchen ist bei meiner Untersuchung, wie bereits erwähnt, nicht auszugehen. Außerdem sind im Vorfeld schon erwünschte Lernhandlungen entwickelt worden, die nun den Analyseprozess strukturieren können.

Die Analyseeinheiten meiner Untersuchung können über die erwünschten Lernhandlungen bestimmt werden, für die dann jeweils untersucht wird, auf welchem Zeichenniveau die Handlung ausgeführt worden ist.

Situative und kontextuelle Zeichen

Rein kontextuelle Zeichen und kontextuelle Zeichen mit Situationsbezug

Rein situative und situative, aber kontextualisierbare Zeichen

Lernhandlungen bestimmen Analyseeinheiten

Tabelle 13.2 zeigt das so entstandene Kategoriensystem inkl. der Beschreibung der Kategorien.

Farbe und Bezeichnung	Beschreibung
■ K1: rein situativ	Zeichen, die sich ausschließlich auf die Situation bzw. den situativen Bereich des Artefakts beziehen
■ K2: situativ, aber kontextualisierbar	Zeichen, die sich auf die Situation bzw. den situativen Bereich des Artefakts beziehen, aus denen aber eine mathematische Verallgemeinerbarkeit erkennbar ist bzw. mit denen es möglich ist, die Situation auf mathematisch abstraktere Art und Weise zu beschreiben
■ K3: kontextuell, mit Situationsbezug	Zeichen, die sich auf eine verallgemeinerte mathematische Ebene beziehen, bei denen aber auf die Situation bzw. auf den situativen Bereich des Artefakts Bezug genommen wird
■ K4: rein kontextuell	Zeichen, die sich rein auf die mathematische Ebene beziehen, ohne einen Bezug zur Situation oder zum situativen Bereich des Artefakts herzustellen

Tabelle 13.2: Kategoriensystem zur Codierung der geäußerten Zeichen

13.2 Untersuchungsvorgehen

13.2.1 Erhebung

Bildschirmaufzeichnung

Das Hauptinteresse bei der Auswertung des Materials liegt in der Interaktion der Schülerinnen und Schüler mit der App, so dass es notwendig ist, die Bildschirminteraktion und die lautsprachlichen Äußerungen aufzuzeichnen. Dies erfolgt einerseits über ein Bildschirmvideo, d. h. es wird audiovisuell aufgezeichnet, was auf dem Bildschirm passiert und was in der Umgebung des Tablets gesprochen wird. Dafür wird eine betriebssystemeigene Funktionalität genutzt. Allerdings sind ggf. auch Bedienhandlungen von Interesse, die nicht zu einer Änderung der sichtbaren Elemente auf dem Bildschirm führen (z. B. wenn ein Objekt angetippt wird, das dafür keine Reaktion implementiert hat). Andererseits müssen daher auch alle Touch-Events der Kinder gespeichert werden. Dies erfolgt über ein Logfile im Hintergrund der entwickelten App.

Videoaufzeichnung

Die Bildschirminteraktion allein reicht jedoch nicht, um die Handlungen der Schülerinnen und Schüler zu beurteilen, da hierfür beispielsweise auch beabsichtigte Handlungen, die jedoch nicht zu einer Interaktion mit der App führen, von Interesse sind. Daher ist zusätzlich eine Videoaufzeichnung notwendig. Diese erfolgt mit zwei Kameras: Eine, die die Situation von hinten aufzeichnet, also die gesamte Klassensituation inkl. Lehrer und Tafel, sowie eine Kamera von vorn, so dass die Interaktionen der Schülerinnen und Schüler besser identifiziert werden können.

Sonstige Dokumentationen

Zur Dokumentation des Forschungsprozesses werden weiterhin die Ge-

sprache mit dem Lehrer, der die Unterrichtsstunden durchführt, sowie besondere Situationen und Rahmenbedingungen stichwortartig protokolliert. Dies kann bei der Interpretation der Daten oder den daraus zu ziehenden Schlussfolgerungen hilfreich sein – auch um zu sehen, *warum* evtl. bestimmte Designprinzipien nicht zufriedenstellend umgesetzt werden konnten.

13.2.2 Aufbereitung

Für jede Schülerin und jeden Schüler wird im Anschluss an die Aufzeichnung ein Bild-in-Bild-Video erzeugt, auf dem jeweils das Kind (hierfür wird ein Ausschnitt des Videos von vorn genutzt) und dessen Bildschirm-aufzeichnung zu sehen ist. Als Tonspur wird die des Bildschirmvideos genutzt, um auch leisere Äußerungen zur Interpretation heranziehen zu können. Die so erstellten Videos sind Grundlage für die Codierung.

Die Videos werden als Minimaltranskript nach Selting et al. (2009, S. 359 ff.) transkribiert. In Abweichung zu den dabei geltenden Regeln werden offensichtliche Fragestellungen mit einem Fragezeichen markiert. Zur Erleichterung dieses Vorgehens wird eine Datei erstellt, in der die Tonspuren aller Schülerinnen und Schüler zeitsynchron übereinandergelegt werden. Diese können dann einzeln ein- und ausgeblendet werden. Die in der Untersuchung entstandenen Transkripte der Äußerungen sind im Anhang A dargestellt.

Die Bildschirminteraktion liegt als Logfile vor, das gleichzeitig als Transkript dient. Auch wenn die Codierung am Video vorgenommen wird, ist das Logfile die objektive und schriftlich darstellbare Beschreibung der Interaktion. So ist es bspw. bei Bedarf auch möglich, anhand des Logfiles das Bildschirmvideo erneut zu generieren. Wegen der enormen Länge der Logfiles und ihrer »unnatürlichen« Sprache, wird auf eine vollständige Darstellung in dieser Arbeit verzichtet. Anhang B stellt exemplarisch den Auszug eines solchen Logfiles dar.

13.2.3 Auswertung

Die Codierung der Abstraktionsniveaus erfolgt über eine *strukturierende qualitative Inhaltsanalyse* mit einem deduktiven Kategoriensystem (Mayring, 1996, S. 94 ff.). Dieses Vorgehen ist sinnvoll, da die Kategorien im

Videobearbeitung

Transkription der Äußerungen

↗ Transkripte der Äußerungen, S. 195

Transkription der Bildschirminteraktion

↗ Beispiel-Transkript der Bildschirmaufzeichnung, S. 271

I Tier ins Sichtfeld setzen
II Tier außerhalb des Sichtfelds setzen
III Tier im Sichtfeld bewegen

IV Tier auf Sichtfeldgrenze setzen
V Tier entlang Sichtfeldgrenze bewegen
VI Bestimmen der Rangfolge

■ K1: rein situativ
■ K2: situativ, aber kontextualisierbar
■ K3: kontextuell, mit Situationsbezug
■ K4: rein kontextuell

letzten Abschnitt bereits aus theoretischer Perspektive entwickelt worden sind. Mit deren Hilfe kann also das vorliegende Material strukturiert aufbereitet werden, womit es zur Identifizierung der bereits erwähnten »interessanten Stellen« nutzbar wird.

Gleichzeitig ist beim ersten Untersuchungsdurchgang schon deutlich geworden, dass es bei den Schülerinnen und Schülern häufig zu hemmenden Bedienproblemen kommt. Daher wurde schon während des ersten Untersuchungsdurchgangs entschieden, zusätzlich eine *beschreibende qualitative Inhaltsanalyse* mit induktivem Kategoriensystem (Mayring, 1996, S. 92 ff.) zu Bedienschwierigkeiten durchzuführen. Damit sollen die wesentlichen Bedienschwierigkeiten identifiziert werden, so dass diese nach der Überarbeitung der Lernumgebung vermieden werden können.

Leitfaden zur deduktiven Codierung – Abstraktionsniveaus

↗ Beschreibung der Kategorien, S. 126

Aufbauend auf der Beschreibung der Kategorien lässt sich der Leitfaden zur Codierung erstellen:

Was wird codiert?

Es werden innerhalb der Analyseeinheiten nur Zeichen codiert, die mit dem Sicht- oder Winkelfeld in Zusammenhang stehen (d. h. auch die Repräsentation, die Bestandteile und das Operieren mit ihnen, deren reale Bedeutungen, ...). Als Grundlage dient die Bildschirmaufzeichnung in Zusammenhang mit dem Frontalvideo.

So wird bspw. das Wort *Kreis* für die Steinumrandung nicht als Zeichen codiert, wenn es in einem Zusammenhang verwendet wird, dass das Tier gegen die kreisförmige Mauer läuft. Dagegen gilt es als Zeichen (der Kategorie K1), wenn das Tier nur innerhalb des Kreises sehen kann (denn das Sehen bezieht sich auf den Ausgangspunkt des Sichtfelds und dieser liegt dann entsprechend innerhalb des Kreises).

Wie wird codiert?

Es werden immer *sinnvolle Einheiten* codiert, also vom Beginn bis zum Ende der jeweiligen Teilhandlung bzw. -äußerung. Es wird am Video codiert. Gleichzeitig geäußelter Text wird nicht gesondert codiert, sofern er nur als Interpretationshilfe für die Auswahl der entsprechenden Kategorie im Video dient. Er wird dann jedoch ggf. als Begründung bei den entsprechenden Codes angegeben.

Sichtbare Handlungen, die die Auswahl einer Kategorie bestimmen, aber nicht aus der Bildschirmaufzeichnung allein abgeleitet werden können (wie z. B. eine erwünschte Drehbewegung mit zwei Fingern), sind ggf. als Begründung bei den entsprechenden Codes anzugeben und bei Bedarf im Transkript zu ergänzen.

Lehrerhandlungen und -äußerungen werden nicht codiert, dienen aber ggf. als Interpretationshilfe, um einzuschätzen, wie Schüleräußerungen und -handlungen einzuordnen sind.

Entscheidend bei der Zuordnung zur Zeichenkategorie ist die erkennbare *Verallgemeinerbarkeit* der Schülerhandlung hinsichtlich der erwünschten Lernhandlung.

Wonach wird codiert?

Wird bspw. bei der Aufgabenstellung »Setze die Katze so, dass sie noch gerade so gesehen wird« diese auf die Begrenzung des Sichtfeldes gesetzt, so gilt diese Nutzung der Winkelfeldrepräsentation als Zeichen der Kategorie K2 (erwünschte Lernhandlung: Tier auf Sichtfeldgrenze setzen; Verallgemeinerbarkeit: Repräsentation der Schenkel erkennen). Wird bei »Bewege die Katze wild im Sichtfeld der Kuh« diese nur hin und her bewegt und dabei nicht erkennbar, dass das gesamte Feld erreicht werden könnte, gilt diese Nutzung der Winkelfeldrepräsentation dagegen als Zeichen der Kategorie K1 (erwünschte Lernhandlung: Tier im Sichtfeld bewegen; fehlende Verallgemeinerbarkeit: Unendlichkeit des Feldes wird nicht erkannt bzw. nicht genutzt). Es ergeben sich die in Tabelle 13.3 dargestellten Ankerbeispiele und Codierregeln.

Kategorie	Ankerbeispiele	Codierregeln
■ K1	<ul style="list-style-type: none"> – zu II: Katze wird auf Kuh-Hintern gesetzt, wenn sie nicht gesehen werden soll – zu III: »hin und her«-Bewegung der Katze im Winkelfeld – zu V: Katze wird in großer Entfernung von Kuh bewegt 	bei Unklarheit Zuordnung kommentieren (gilt für alle Kategorien)
■ K2	<ul style="list-style-type: none"> – zu I/II Aussage wie »Schaf guckt nach rechts« (beschreibt Richtung des Winkelfeldes bezüglich Tablet-Bildschirm) oder »Kuh guckt nach hinten« (Fehlinterpretation der Repräsentation) – zu III: Feld wird »vollständig ausgemalt« (beschreibt den Feldcharakter des Winkelfeldes) – zu IV: Katze wird auf Schenkel gesetzt – Bezeichner »Bereich um die Augen« für Scheitelpunkt 	wenn Nutzung der Verallgemeinerbarkeit nicht klar erkennbar ist bzw. nur vermutet werden kann, dann K1
■ K3	<ul style="list-style-type: none"> – zu VI: Operieren im Winkelfeldmodus der App, wobei Tiere immer mal wieder sichtbar gemacht werden – Bezeichner »Mittelpunkt« für Scheitelpunkt 	
■ K4	<ul style="list-style-type: none"> – zu VI: längerfristiges Operieren im Winkelfeldmodus der App – Nutzung der Bezeichner »Scheitelpunkt« und »Schenkel« bei Erklärungen zum Operieren mit Winkelfeldbestandteilen 	wenn während Erklärung auf Tiere Bezug genommen wird, dann K3; wenn erst am Ende der Erklärung, dann K4

Tabelle 13.3: Ankerbeispiele und Codierregeln zum deduktiven Kategoriensystem

I	Tier ins Sichtfeld setzen	IV	Tier auf Sichtfeldgrenze setzen	■	K1: rein situativ
II	Tier außerhalb des Sichtfelds setzen	V	Tier entlang Sichtfeldgrenze bewegen	■	K2: situativ, aber kontextualisierbar
III	Tier im Sichtfeld bewegen	VI	Bestimmen der Rangfolge	■	K3: kontextuell, mit Situationsbezug
				■	K4: rein kontextuell

↗ Erwünschte Lernhandlungen, S. 87 und 89

Entsprechend der erwünschten Lernhandlungen und deren Verallgemeinerbarkeit werden in den Phasen I bis V Zeichen der Kategorie K2 angestrebt – angesichts der Gestaltung der Unterrichtsstunde ist nicht davon auszugehen, dass in diesen Phasen schon Zeichen der Kategorien K3 oder K4 sichtbar werden. In Phase VI werden Zeichen der Kategorie K4 angestrebt, wobei es aufgrund der Aufgabengestaltung – Bestimmen der Rangordnung der Sichtfeldgrößen – auch gerechtfertigt wäre, dass nur Zeichen bis zur Kategorie K3 auftreten.

Leitfaden zur induktiven Codierung – Bedienschwierigkeiten

**Was wird codiert? /
Wonach wird codiert?**

Es werden mit der App-Nutzung in Zusammenhang stehende Handlungen oder Äußerungen codiert, die den erwünschten Unterrichtsfortschritt hemmen. Derartige Hemmungen können neben der individuellen Beobachtung einzelner Schülerinnen und Schüler auch über Rückfragen, entstehende Unruhe oder entsprechende Gespräche der Schülerinnen und Schüler untereinander sichtbar werden.

Wie wird codiert?

Für jede neue Art an Bedienschwierigkeit wird eine entsprechende Kategorie bzw. Unterkategorie einer bereits bestehenden Kategorie erstellt. Ansonsten gilt das Vorgehen der deduktiven Codierung (sinnvolle Einheiten, vorzugsweise am Video, Text nicht notwendigerweise gesondert codieren, ...)

13.3 Gütekriterien

Während die Güte des Forschungsansatzes der Fachdidaktischen Entwicklungsforschung in Abschnitt 16.2 hinsichtlich der Erfüllung seiner Charakteristika eingeschätzt wird, soll an dieser Stelle näher auf die Güte des durchzuführenden qualitativen Settings eingegangen werden. Hierzu möchte ich drei Aspekte deutlich machen, die implizit oder explizit auf die von Mayring (1996, S. 119 ff.) formulierten *sechs allgemeinen Gütekriterien qualitativer Forschung* Bezug nehmen.

13.3.1 Verfahrensdokumentation und Regelgeleitetheit

Wesentlich, und in den letzten Abschnitten auch schon erfolgt, ist die *Offenlegung des Verfahrens*, nach dem in dieser Studie vorgegangen wird. »Dies betrifft die Explikation des Vorverständnisses, Zusammenstellung

des Analyseinstrumentariums, Durchführung und Auswertung der Datenerhebung« (Mayring, 1996, S. 119). Hieraus haben sich auch *Regeln* ergeben, die im Laufe des Forschungsprozesses zu beachten sind. Hervorzuheben sind dabei einerseits das prinzipielle Ablaufmodell zum Untersuchungsplan, andererseits die im letzten Abschnitt dargestellten Leitfäden zur Codierung des erhobenen Materials.

↗ Untersuchungsplan, S. 121

Die Darstellung der Transkripte, Codierungen, Gesprächsprotokolle und weiterer Materialauswertungen, teils in den Anhängen dieser Arbeit, sollen ebenso zur Verfahrensdokumentation beitragen.

13.3.2 Intercoderreliabilität

Zur Erhöhung der Zuverlässigkeit wird das vorliegende Material sowohl von mir als Erstcodierer als auch von einer Wissenschaftlichen Hilfskraft als Zweitcodierer unabhängig voneinander codiert. Der Zweitcodierer ist ein Student, der sich kurz vor Abschluss seines Masterstudiums für das Lehramt Mathematik befindet und bereits durch andere Hilfskrafttätigkeiten an der Universität Erfahrungen in der Auswertung empirisch erhobenen Datenmaterials gewonnen hat. Weiterhin ist er durch den Besuch entsprechender Lehrveranstaltungen und den Abschluss seiner Masterarbeit zum *Rotationsaspekt bei der Winkelmessung in Dynamischen Geometrie-Systemen* intensiv auch inhaltlich mit der Thematik vertraut (vgl. Milow, 2018).

Erst- und Zweitcodierer

An dieser Stelle möchte ich Daniel Milow herzlich für die Durchführung der enorm aufwendigen Transkription und die Unterstützung der Erhebung und Auswertung des Datenmaterials danken.

Der Zweitcodierer wird von mir mit dem Kategoriensystem, den Ankerbeispielen und Codierregeln vertraut gemacht und wird auch in allen durchzuführenden Unterrichtsstunden hospitieren. Weiterhin übernimmt er im Vorfeld der Codierung die Transkription der Äußerungen. Somit kann von einer starken Durchdringung des Materials sowohl beim Erst- als auch beim Zweitcodierer ausgegangen werden, was die Intercoderreliabilität, d. h. die Übereinstimmung der Codierungen von Erst- und Zweitcodierer, erhöhen sollte.





Reliabilitätskoeffizient

Bei der Bestimmung eines Maßes für die Intercoderreliabilität besteht im vorliegenden Material die Schwierigkeit, dass die am Video vorgenommenen Codierungen sich weder auf formale noch zuvor semantisch festgelegte Einheiten beziehen, sondern beide Codierer im Codierungsprozess erst die jeweiligen Einheiten bilden und mit jeweils einem Code versehen. Rieß

Zur Diskussion formaler und semantischer Einheitenbildung siehe auch Greve und Wentura 1997, S. 82 ff.

I Tier ins Sichtfeld setzen
II Tier außerhalb des Sichtfelds setzen
III Tier im Sichtfeld bewegen

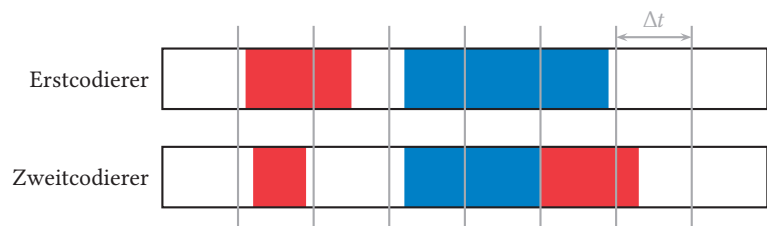
IV Tier auf Sichtfeldgrenze setzen
V Tier entlang Sichtfeldgrenze bewegen
VI Bestimmen der Rangfolge

 K1: rein situativ
 K2: situativ, aber kontextualisierbar
 K3: kontextuell, mit Situationsbezug
 K4: rein kontextuell

(2018) beschreibt in seiner Untersuchung *Zum Einfluss digitaler Werkzeuge auf die Konstruktion mathematischen Wissens* ein ähnliches Vorgehen und diskutiert diese Problematik ausführlich (Rieß, 2018, S. 366 ff.). Dabei schlägt er ein Verfahren zur Bestimmung eines Reliabilitätskoeffizienten vor, an dem ich mich aufgrund der Ähnlichkeit der Untersuchungsanlage orientieren möchte:

So wird im Nachhinein über die Analyseeinheiten ein Zeitraster der Breite Δt gelegt, so dass für jede so entstandene Zeiteinheit der in dieser vergebene Code bestimmt werden kann. Doppelte Codes innerhalb einer Zeiteinheit können durch ein kleineres Δt vermieden werden. Alternativ kann der zuerst vergebene Code der Zeiteinheit genutzt werden, was bei selten vorkommenden doppelten Codes und hinreichend vielen Zeiteinheiten nicht mehr ins Gewicht fällt.

Abbildung 13.2: Nachträgliche Zeiteinheiten zu bestehender (fiktiver) Codierung



Nun können die Kombinationen der vergebenen Codes gezählt und ein Reliabilitätskoeffizient berechnet werden. Wird hierfür Cohens Kappa herangezogen, was bei zwei Codierern ein etabliertes Maß ist (Wirtz & Kutschmann, 2007, S. 5), gilt für den Reliabilitätskoeffizienten κ_c :

$$\kappa_c = \frac{p_0 - p_c}{1 - p_c}$$

Dabei ist p_0 die tatsächliche Übereinstimmungsrate beider Codierer und p_c ein Maß für eine »zufällig erwartete Übereinstimmungsrate«. Mayring (2000, Abs. 7) schlägt vor, $\kappa_c > 0,7$ im Rahmen qualitativer Inhaltsanalyse als ausreichende Übereinstimmung beider Codierer zu akzeptieren.

Im Folgenden soll H_{kl} die absolute Häufigkeit für die Vergabe des Codes k durch den Erstcodierer und des Codes l durch den Zweitcodierer beschreiben, wobei $k = 0$ bzw. $l = 0$ dafür steht, dass ein Codierer keinen der Codes K1 bis K4 in der entsprechenden Zeiteinheit vergeben hat. In Tabelle 13.4 ist allgemein die Verteilung der Kombinationsmöglichkeiten der Codes in meiner Untersuchung dargestellt. Hinterlegt sind die Übereinstimmungen beider Codierer.









Erstcodierer \ Zweitcodierer	kein Code	 K1	 K2	 K3	 K4	Summe
kein Code	H_{00}	H_{01}	H_{02}	H_{03}	H_{04}	$\sum_{l=0}^4 H_{0l}$
 K1	H_{10}	H_{11}	H_{12}	H_{13}	H_{14}	$\sum_{l=0}^4 H_{1l}$
 K2	H_{20}	H_{21}	H_{22}	H_{23}	H_{24}	$\sum_{l=0}^4 H_{2l}$
 K3	H_{30}	H_{31}	H_{32}	H_{33}	H_{34}	$\sum_{l=0}^4 H_{3l}$
 K4	H_{40}	H_{41}	H_{42}	H_{43}	H_{44}	$\sum_{l=0}^4 H_{4l}$
Summe	$\sum_{k=0}^4 H_{k0}$	$\sum_{k=0}^4 H_{k1}$	$\sum_{k=0}^4 H_{k2}$	$\sum_{k=0}^4 H_{k3}$	$\sum_{k=0}^4 H_{k4}$	$N = \sum_{k=0}^4 \sum_{l=0}^4 H_{kl}$

Tabelle 13.4: Kombinationsmöglichkeiten verbgebener Codes

Mit der Gesamtzahl N der vergebenen Code-Kombinationen gilt für die tatsächliche Übereinstimmungsrate:

$$p_0 = \frac{1}{N} \sum_{i=0}^4 H_{ii} \quad (13.1)$$

Für die Berechnung von p_c gilt üblicherweise (Greve & Wentura, 1997, S. 135):

$$p_c = \frac{1}{N^2} \sum_{i=0}^4 \left(\sum_{k=0}^4 H_{ki} \cdot \sum_{l=0}^4 H_{il} \right)$$

Hierzu wird also für jede Kategorie die jeweilige Spalten- und Zeilensumme miteinander multipliziert und diese Produkte über N^2 gemittelt. Dieses Vorgehen ist jedoch bei einer starken Ungleichverteilung der Kategorien ungeeignet. Tritt beispielsweise eine Kategorie besonders häufig bei beiden Codierern auf, so überwiegen die entsprechenden Spalten- und Zeilensummen und p_c nähert sich 1 an, womit der Quotient $\frac{p_0 - p_c}{1 - p_c}$ besonders instabil gegenüber geringfügigen Änderungen von p_0 wird. Eine derartige Situation, dass z. B. »kein Code« besonders häufig auftritt, kann eintreten, wenn ein Schüler oder eine Schülerin innerhalb einer Analyseeinheit nahezu keine sinnvollen Lernhandlungen gezeigt hat.

- I Tier ins Sichtfeld setzen
 II Tier außerhalb des Sichtfelds setzen
 III Tier im Sichtfeld bewegen

- IV Tier auf Sichtfeldgrenze setzen
 V Tier entlang Sichtfeldgrenze bewegen
 VI Bestimmen der Rangfolge





-  K1: rein situativ
 K2: situativ, aber kontextualisierbar
 K3: kontextuell, mit Situationsbezug
 K4: rein kontextuell

Tabelle 13.5: Nahezu identische Code-Verteilungen

	kein Code	■ K1	■ K2	■ K3	■ K4	Σ
kein Code	97	0	2	0	0	99
■ K1	1 / 0	0 / 1	0	0	0	1
■ K2	0	0	0	0	0	0
■ K3	0	0	0	0	0	0
■ K4	0	0	0	0	0	0
Σ	98 / 97	0 / 1	2	0	0	100

Tabelle 13.5 zeigt zwei nahezu identische Code-Verteilungen. Je nachdem, ob man die linke/rechte Situation betrachtet, erhält man deutlich unterschiedliche Reliabilitätskoeffizienten κ_c :

$$\begin{aligned}
 p_0 &= 0,97 & p_0 &= 0,98 \\
 p_c &= \frac{98 \cdot 99}{10000} & p_c &= \frac{97 \cdot 99 + 1 \cdot 1}{10000} \\
 &= 0,97022 & &= 0,9604 \\
 \kappa_c &= -0,0067 & \kappa_c &= 0,49
 \end{aligned}$$

Wirtz und Kutschmann (2007) beschreiben daher einige gewichtete Alternativen. Brennan und Prediger (1981) diskutieren insbesondere für den Fall, dass Zeilen- oder Spaltensummen verschwinden, Möglichkeiten zur Bestimmung von p_c . Ist n die Anzahl der Kategorien, so wird als Berechnungsformel empfohlen (Brennan & Prediger, 1981, S. 693):

$$\kappa_n = \frac{p_0 - 1/n}{1 - 1/n} \quad (13.2)$$

Damit wächst κ_n (affin) linear mit der tatsächlichen Übereinstimmungsrate p_0 , wobei die »Zufallskorrektur« umso kleiner wird, je mehr Kategorien vergeben werden können, also je größer n ist.

Gerade da aufgrund meiner Untersuchungsanlage in den einzelnen Analyseeinheiten immer davon auszugehen ist, dass nur einige der zuvor festgelegten Kategorien auftreten werden und somit Randsummen verschwinden, bietet sich die Berechnung nach Brennan und Prediger an – in meinem Fall mit $n = 5$. In Anhang D sind die vollständigen Tabellen der Code-Kombinationen für $\Delta t = 1$ s sowie die nach den Formeln 13.1 und 13.2 berechneten Reliabilitätskoeffizienten für die einzelnen Schülerinnen und Schüler dargestellt.

↗ Tabellen zur Inter-coderreliabilität, S. 289

Auswahl der endgültigen Codes

Für die letzte Entscheidung, welche Codierung zur Strukturierung des Materials herangezogen wird, nehme ich Bezug auf eine Argumentation von Mayring (2008, 12 f.):

[Es] besteht in der Regel ein Ungleichgewicht zwischen den beiden Inhaltsanalytikern. [...] Deshalb haben wir hier eine »weichere« Vorgehensweise

eingeführt, die auch Elemente diskursiver Validierung beinhaltet [...]. Dabei expliziert der Erstkodierer dem Zweitkodierer ausführlich die Anlage der Untersuchung, die Begründung des Kategoriensystems und die jeweiligen Auswertungsregeln. Dann wertet der Zweitkodierer (zumindest ausschnittsweise) das vereinbarte Material aus. Die beiden Inhaltsanalytiker kommen nun zusammen, vergleichen ihre Kodierungen und geben bei Abweichungen eine Begründung. Nur wenn der Zweitkodierer den Erstkodierer überzeugen kann, dass eine Auswertung nicht dem Material oder den Regeln entsprechend vorgenommen wurde, wird dies als Nicht-Übereinstimmung gewertet [...]

In diesem Sinne werden also Abweichungen, von denen mich der Zweitkodierer überzeugen kann, in die letzte Codierung des Materials und damit in die Auswertung integriert. Abweichungen, von denen mich der Zweitkodierer nicht überzeugen kann, spielen für die weitere Analyse des Materials keine Rolle.

Die Ergebnisse dieses im Anschluss an die Codierung durchgeführten Diskurses werden dokumentiert und sind im Anhang C dargestellt. Damit soll auch die von Mayring (1996, S. 119) geforderte *Argumentative Interpretationsabsicherung* sichergestellt werden.

↗ Diskurs zur Codierung, S. 273

13.3.3 Triangulation bezüglich theoriegeleiteter Forschung

Versteht man unter *Triangulation*, »für die Fragestellung unterschiedliche Lösungswege zu entwerfen und die Ergebnisse zu vergleichen« (Mayring, 1996, S. 121), so wird in der vorliegenden Forschung insofern ein entsprechendes Vorgehen sichtbar, als dass die Designprinzipien theoretisch fundiert entwickelt worden sind und nun über die qualitative Inhaltsanalyse des Unterrichtsgeschehens strukturiert ihre Wirkung erkundet werden kann.

Es handelt sich hierbei nicht um eine reine Daten-, Theorie-, Interpretations- oder Methoden-Triangulation (vgl. Flick, 2010, S. 281), sondern vielmehr um eine multiperspektivische Herangehensweise, die Designprinzipien und die Lernumgebung auszuschärfen. Basieren diese ursprünglich auf theoretischen Erkenntnissen, steht nun das qualitativ ausgerichtete Setting jeweils zwischen zwei Versionen von Designprinzipien und Lernumgebung und dient dabei in erster Linie als Strukturierungselement, sie unter Zuhilfenahme empirischer Erkenntnisse weiterzuentwickeln.

I Tier ins Sichtfeld setzen
II Tier außerhalb des Sichtfelds setzen
III Tier im Sichtfeld bewegen

IV Tier auf Sichtfeldgrenze setzen
V Tier entlang Sichtfeldgrenze bewegen
VI Bestimmen der Rangfolge

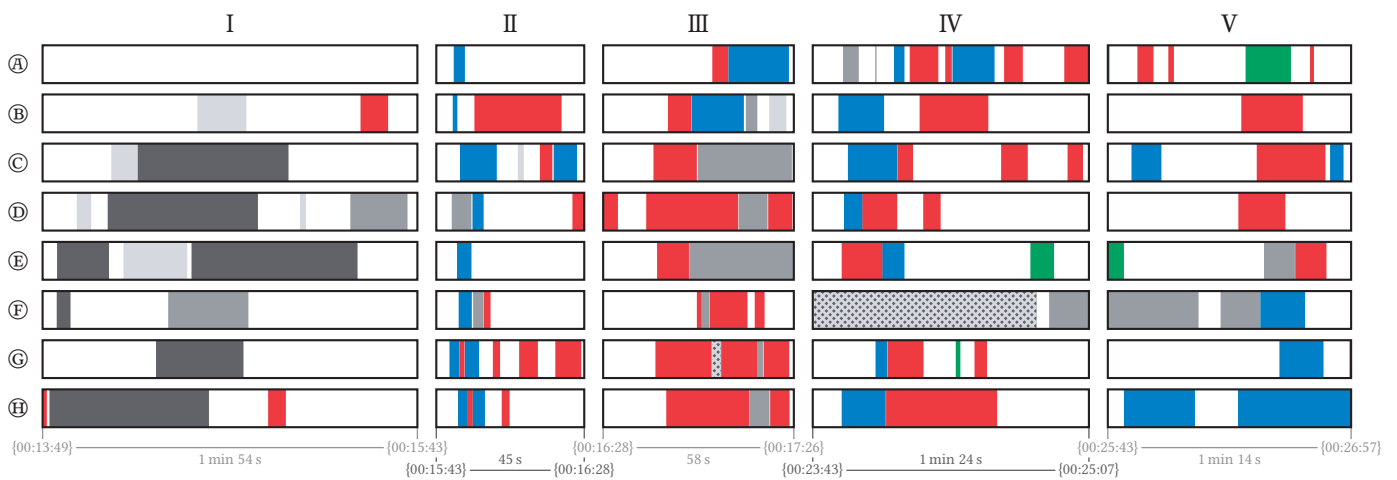
■ K1: rein situativ
■ K2: situativ, aber kontextualisierbar
■ K3: kontextuell, mit Situationsbezug
■ K4: rein kontextuell

14 Entwicklungszyklen

14.1 Ergebnisse der ersten Erprobung und erste Anpassung der Lernumgebung

14.1.1 Aspekterarbeitung

Abbildung 14.1 zeigt die Codierungen des ersten Untersuchungsdurchgangs zur Aspekterarbeitung.



Folgende Muster und Auffälligkeiten können identifiziert werden:

- ▶ In Phase I treten kaum sinnvolle Lernhandlungen auf, dafür umso mehr Bedienschwierigkeiten.
- ▶ Schüler/-in ⑧ hat fast die gesamte Zeit über Bedienschwierigkeiten.
- ▶ In Phase II zeigt sich bei allen Schülerinnen und Schülern eine initiale Nutzung der erwünschten Kategorie K2.
- ▶ In Phase III treten nur bei den Schüler/-innen ① und ② Zeichen der gewünschten Kategorie K2 auf, alle anderen zeigen welche der Kategorie K1 bzw. Bedienschwierigkeiten.

Abbildung 14.1: Codierung der Aspekterarbeitung in der ersten Erprobung

- ☐ Tier lässt sich nicht drehen
- ☐ Tier lässt sich nicht bewegen
- ☐ Tier lässt sich nicht an-/ausschalten
- ☐ Tier liegt am Rand des Steinkreises

- I Tier ins Sichtfeld setzen
- II Tier außerhalb des Sichtfelds setzen
- III Tier im Sichtfeld bewegen
- IV Tier auf Sichtfeldgrenze setzen
- V Tier entlang Sichtfeldgrenze bewegen
- VI Bestimmen der Rangfolge

- K1: rein situativ
- K2: situativ, aber kontextualisierbar
- K3: kontextuell, mit Situationsbezug
- K4: rein kontextuell

- ▶ In Phase IV zeigen bis auf Schüler/-in ⑩ alle Schülerinnen und Schüler zumindest zeitweise Zeichen der gewünschten Kategorie K2, ansonsten auch Zeichen der Kategorie K1. Schüler/-in ⑩ zeigt auch Zeichen der Kategorie K3.
- ▶ In Phase V zeigen die Schüler/-innen ⑧ und ⑨ höchstens Zeichen der Kategorie K1. Die Schüler/-innen ④ und ⑤ zeigen zeitweise Zeichen der Kategorie K3, aber nicht K2. Weiterhin wird ein systematisches Vorgehen erst relativ spät innerhalb der Phase sichtbar.

Für diese Muster und Auffälligkeiten werden nun Ursachen gesucht und Maßnahmen dargestellt, wie mit diesen im weiteren Verlauf umgegangen wird. Dank der Tabelle 12.1 zu den App-Bedingungen lassen sich leicht die für die jeweilige Situation verantwortlichen Designprinzipien finden, so dass deren Wirkungen und ggf. ihre Abänderungen diskutiert werden können. In der Randspalte wird dargestellt, ob es sich um Änderungen im Grundaufbau der App (»App-Änderung«) oder ihrer Einbindung in den Unterricht (»Stunden-Änderung«) handelt.

↗ App-Bedingungen, S. 115

↗ Grundaufbau der App, S. 111

↗ Einbindung in den Unterricht, S. 114

Bedienschwierigkeiten

Ein Großteil der Schülerinnen und Schüler hat Schwierigkeiten damit, Tiere an- und auszuschalten und sie zu bewegen bzw. zu drehen.

App-Änderung ▷

Das Problem mit dem An-/Ausschalten kommt zustande, wenn der entsprechende Schalter für das Tier *geschoben* und nicht nur *angekippt* wird. Ursache hierfür liegt in einem Fehler in der Programmierung, der behoben werden konnte. Das An- und Ausschalten der Tiere funktioniert nun auch, wenn man den entsprechenden Schalter schiebt statt nur antippt. Als Behebung eines Programmierfehlers kann diese Änderung keinem Designprinzip zugeordnet werden.

App-Änderung ▷

Die Schwierigkeiten beim Verschieben und Drehen der Tiere kommen v. a. daher, dass diese recht klein sind, wenn die Umgebung zu weit herausgezoomt ist. So wird mit dem Finger nicht immer das Tier getroffen. Das ist gerade beim Drehen, wofür zwei Finger auf dem Tier liegen müssen, schwierig. Die Tiere haben nun einen größeren Touchbereich zu ihrer Bedienung, d. h. es ist nun auch möglich, geringfügig von den Tieren entfernt auf den Bildschirm zu fassen und dabei dennoch eine Bewegung des Tieres zu aktivieren. Weiterhin wurde entschieden, das Schaf statt der Katze zu

Stunden-Änderung ▷

A Aufspaltung in Aspekterarbeitung und Operieren mit Begriffsbestandteilen
 B Trennung zwischen Realität und Mathematik
 B₁ Modi für Realität und Mathematik
 B₂ Darstellung unterstützt Herstellen von Bezügen

C Trennung zwischen Interaktionen und Einstellungen
 C₁ Gesten sind spezifisch
 C₂ Direkte Interaktion mit Objekten ausschließlich zum Operieren
 D Passung zwischen Inhalt, Lernhandlung und Lernmodell/Repräsentation

D₁ Winkelfeldarstellung stets bis zum Rand
 D₂ Sichtbarkeit von Objekten modusabhängig
 D₃ Verhalten von Objekten modusabhängig
 D₄ Verschiedene Gesten für verschiedenes Operieren
 D₅ Unterstützung von Handlungen zum Operieren mit Objekten

verwenden, da es eine kompaktere Form hat und sich damit leichter verschieben und drehen lässt. Diese Änderungen können dem Designprinzip D₅ zugeordnet werden, allerdings in einer etwas anderen Ausprägung: Es geht nicht mehr nur darum, dass durch die Gestaltung der App bestimmte Handlungen initiiert bzw. hervorgehoben werden, sondern dass die zur Bedienung benötigten Operationen der Nutzung nicht im Weg stehen. Die Gestaltung der App darf die Ausführung der eigentlichen Lernhandlungen also nicht mindern.





Schüler-/in ⑥ hatte in Phase IV das Problem, dass ein Tier zu nah am Rand der Koppel saß und es sich dadurch nicht mehr bewegen ließ. Dieses Problem hat programmiertechnische Ursachen. Deren Behebung benötigt einen erhöhten Aufwand, der in der Zeit zwischen den Untersuchungsdurchgängen nicht zu leisten wäre und daher erst im Anschluss an die gesamte Untersuchung möglich ist.

Phase I – Tier ins Sichtfeld setzen

Neben den Bedienschwierigkeiten, die den Unterrichtsgang in dieser Phase hemmen, ist die Präsentation der Aufgabenstellung durch den Lehrer und die sich daraus ergebenden Handlungen der Schülerinnen und Schüler eine Ursache dafür, dass keine Lernhandlungen der Kategorien K2 bis K4 sichtbar wurden. So hat der Lehrer zur Einführung in die App diese kurz präsentiert und die gewünschte Endsituation dargestellt, in der die Katze von der Kuh gesehen wird. Daraufhin erhielten die Schülerinnen und Schüler den Auftrag »So jetzt seid ihr dran. Holt euch auch mal die Kuh rein und die Katze rein, positioniert die Kuh so, wie ich sie positioniert habe, und die Katze so, wie ich sie positioniert habe.« Es erfolgte damit keine Anregung zu einer Lernhandlung sondern nur zu einer »Kopie« der an der Tafel dargestellten Situation. Im zweiten Untersuchungsdurchgang erfolgt daher zunächst eine freie Arbeitsphase mit der App, in der die Schülerinnen und Schüler ohne spezifischen Auftrag die Grundfunktionen kennenlernen können. Daraufhin erfolgt die konkrete Aufgabenstellung »Setze das Schaf so, dass es von der Kuh gesehen wird, aber selbst die Kuh nicht sehen kann.« Der Zusatz, dass das Schaf die Kuh nicht sehen darf, soll zu einer weiteren Beschäftigung mit der Repräsentation der Winkelfelder führen.

Bereinigtes Zitat ↗ S. 198, Z. 234 ff.

◁ Stunden-Änderung

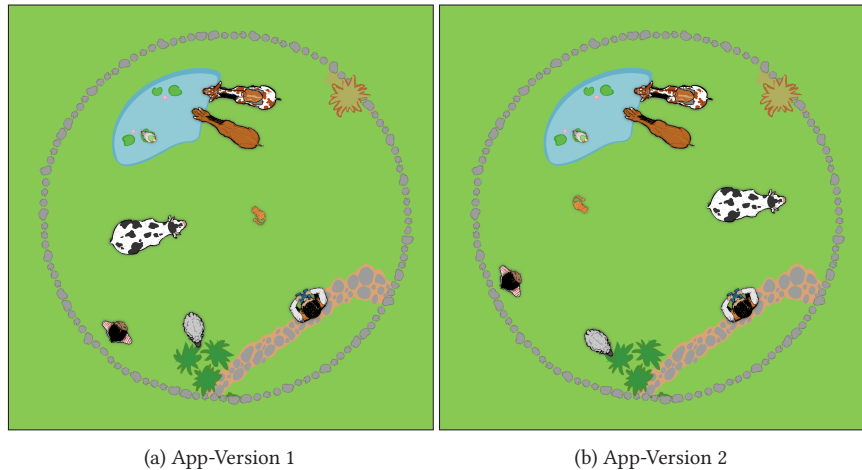
I	Tier ins Sichtfeld setzen	IV	Tier auf Sichtfeldgrenze setzen		K1: rein situativ
II	Tier außerhalb des Sichtfelds setzen	V	Tier entlang Sichtfeldgrenze bewegen		K2: situativ, aber kontextualisierbar
III	Tier im Sichtfeld bewegen	VI	Bestimmen der Rangfolge		K3: kontextuell, mit Situationsbezug
					K4: rein kontextuell

Die Einführung einer solchen freien Arbeitsphase, die im Prinzip der Bedienung der App dient, kann noch keinem Designprinzip klar zugeordnet werden.

App-Änderung ▷

Von einigen Tieren wurden die Ausgangspositionen und -richtungen verändert, um für die Aufgabenstellungen sinnvolle Anfangsbedingungen zu ermöglichen. Damit sollen die gewünschten Lernhandlungen unterstützt werden (D₅).

Abbildung 14.2: Vergleich der Tier-Ausgangspositionen in den App-Versionen 1 und 2



Das Vermeiden »ungünstiger« Aufgabenstellungen lässt sich bisher nicht direkt in den Designprinzipien wiederfinden. Hierzu wird es am Ende dieses Abschnitts noch eine Diskussion geben.

Phase II – Tier außerhalb des Sichtfelds setzen

Die sichtbaren Zeichen dieser Kategorie entsprachen den Erwartungen, so dass diese Phase, bis auf die Nutzung des Schafes statt der Katze, beibehalten wird.

Phase III – Tier im Sichtfeld bewegen

Die Schüler/-innen ④ und ⑤, bei denen K2 sichtbar wird, sind auch diejenigen, bei denen kaum Bedienprobleme vorkommen, insbesondere nicht

A Aufspaltung in Aspekterarbeitung und Operieren mit Begriffsbestandteilen
 B Trennung zwischen Realität und Mathematik
 B₁ Modi für Realität und Mathematik
 B₂ Darstellung unterstützt Herstellen von Bezügen

C Trennung zwischen Interaktionen und Einstellungen
 C₁ Gesten sind spezifisch
 C₂ Direkte Interaktion mit Objekten ausschließlich zum Operieren
 D Passung zwischen Inhalt, Lernhandlung und Lernmodell/Repräsentation

D₁ Winkelfeldarstellung stets bis zum Rand
 D₂ Sichtbarkeit von Objekten modusabhängig
 D₃ Verhalten von Objekten modusabhängig
 D₄ Verschiedene Gesten für verschiedenes Operieren
 D₅ Unterstützung von Handlungen zum Operieren mit Objekten

die Bewegung des Tieres betreffend. Das sichere Bewegen der Tiere ist jedoch notwendig zur erfolgreichen Erfüllung der Aufgabe.

Als hemmend kann auch der vom Lehrer formulierte Arbeitsauftrag bewertet werden: »Die Katze möchte die Kuh verwirren und bewegt sich ganz schnell im Sichtfeld der Kuh herum, sodass die Kuh sie zwar sehen kann aber die Kuh ihren Kopf ganz schnell und ihre Augen hinterher kommen müssen und verwirrt wird.«

Bereinigtes Zitat ↗ S. 200, Z. 384 ff.

Problematisch ist hier v. a. das »ganz schnell«, denn es führte zu hektischen Bewegungen der Schülerinnen und Schüler, so dass diese sich vorwiegend auf eine »hin-und-her«-Bewegung der Katze kurz vor den Augen der Kuh konzentrierten – und eben nicht auf das Erreichen des gesamten Sichtfeldes. Entsprechend ist folgende Aufgabenstellung für den zweiten Untersuchungsdurchgang vorgesehen: »Das Schaf möchte die Kuh verwirren. Bewege es an möglichst viele Orte, an denen es von der Kuh gesehen wird.«

◁ Stunden-Änderung

Phase IV – Tier auf Sichtfeldgrenze setzen

Die Phase bereitete kaum Schwierigkeiten. Die erkennbaren Gesten bezüglich K1 waren vorwiegend das präzise Ausrichten der Katze: So wurde diese häufig zunächst auf irgendeine Stelle des Schenkels gesetzt (K2) und anschließend genauer ausgerichtet, so dass die Kuh beispielsweise nur noch ihr Ohr sehen kann (K1). Es besteht daher keine Notwendigkeit, diese Unterrichtsphase umzuplanen.

Die bei Schüler/-in [ⓔ] auftretende Kategorie K3 folgte aus der Bewegung der Kuh statt der Katze, so dass die Katze auf der Sichtfeldbegrenzung der Kuh sitzt. Dies wurde als kontextuelle Handlung mit Situationsbezug gewertet, da hier die Winkelfeld-Eigenschaft des an die Kuh gekoppelten Sichtfeldes durchdrungen scheint und damit operiert worden ist - wenn auch im Tiermodus der App.

Phase V – Tier entlang Sichtfeldgrenze bewegen

Auch die in dieser Phase sichtbaren K3-Handlungen haben Ihre Ursache in der Kuh- statt Katzenbewegung durch die Schüler/-innen [Ⓐ] und [ⓔ].

I	Tier ins Sichtfeld setzen	IV	Tier auf Sichtfeldgrenze setzen	■	K1: rein situativ
II	Tier außerhalb des Sichtfelds setzen	V	Tier entlang Sichtfeldgrenze bewegen	■	K2: situativ, aber kontextualisierbar
III	Tier im Sichtfeld bewegen	VI	Bestimmen der Rangfolge	■	K3: kontextuell, mit Situationsbezug
				■	K4: rein kontextuell

Bereinigtes Zitat ↗ S. 203, Z. 603 f.

Ansonsten kann als Ursache der erst späten sichtbaren Lernhandlungen die vom Lehrer genutzte Aufgabenformulierung angesehen werden: »So und ihr alle bewegt jetzt mal die Katze bei euch auf dem I-Pad in dem Bereich, wo sie *genau* so von der Kuh gesehen wird; und nicht anders, aber *geradeso*. Es bleibt dabei: die Katze läuft jetzt mal von der Kuh weg oder ran, je nachdem, aber genau in der Position, dass die Kuh *gerade so* die Katze sieht.«

Problematisch ist, dass die Katze in einem »Bereich« (gemeint ist damit eine Punktmenge, nämlich einer der Schenkel) bewegt werden soll, aber sprachlich durch den Bezug zur vorherigen Handlung (»wo sie *genau* so von der Kuh gesehen«) ein einzelner Punkt in Erinnerung gerufen wird. Dies wird noch durch den zweiten Satz verstärkt, in dem konkret von »genau in der Position« die Rede ist.

Stunden-Änderung ▷

Es ist also unbedingt darauf zu achten, dass die ursprünglich gedachte Aufgabenstellung (angepasst auf Schaf statt Katze) verwendet wird: »Wo muss das Schaf lang laufen, damit es die gesamte Zeit *geradeso* noch von der Kuh gesehen werden kann?« Diese Aufgabenstellung verlangt eine *Bewegung* des Schafs, wobei diese eine *Bedingung* zu erfüllen hat (also jeweils auf den Schenkeln stattfinden muss).

14.1.2 Winkelfeldvergleich

Abbildung 14.3 zeigt die Codierungen zum Winkelfeldvergleich. Dabei sind auch Übergänge zwischen Tier- und Winkelfeldmodus dargestellt, sofern interpretierbar war, dass diese Übergänge inhaltlich motiviert waren (und beispielsweise nicht einfach nur durch ein zufälliges Antippen des entsprechenden Buttons heraus geschahen).

Phase VI – Bestimmen der Rangfolge

Die Phase weist insgesamt kaum Systematik auf. Das gewünschte Vorgehen, dass die Schülerinnen und Schüler zunächst im Tiermodus die Felder miteinander vergleichen und aufgrund von Schwierigkeiten, dies dort zu tun, anschließend in den Winkelfeldmodus wechseln, ist in dieser Form nur bei Schüler/-in ⑤ und in Ansätzen bei Schüler/-in ⑥ erkennbar.

A Aufspaltung in Aspekterarbeitung und Operieren mit Begriffsbestandteilen

B Trennung zwischen Realität und Mathematik

B₁ Modi für Realität und Mathematik

B₂ Darstellung unterstützt Herstellen von Bezügen

C Trennung zwischen Interaktionen und Einstellungen

C₁ Gesten sind spezifisch

C₂ Direkte Interaktion mit Objekten ausschließlich zum Operieren

D Passung zwischen Inhalt, Lernhandlung und Lernmodell/Repräsentation

D₁ Winkelfelddarstellung stets bis zum Rand

D₂ Sichtbarkeit von Objekten modusabhängig

D₃ Verhalten von Objekten modusabhängig

D₄ Verschiedene Gesten für verschiedenes Operieren

D₅ Unterstützung von Handlungen zum Operieren mit Objekten

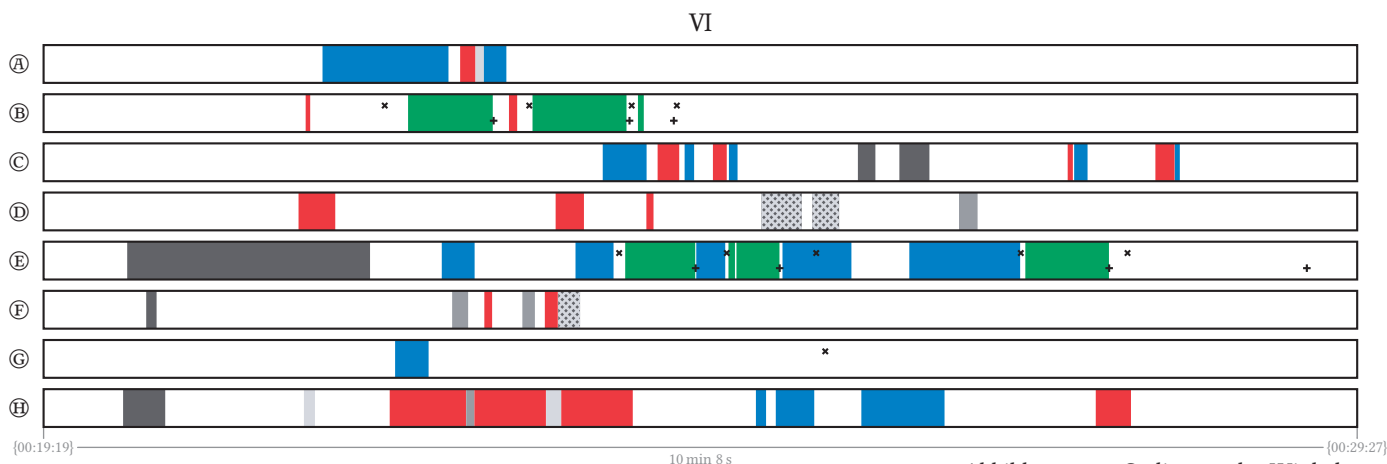


Abbildung 14.3: Codierung des Winkelvergleichs in der ersten Erprobung

- Tier lässt sich nicht drehen
- Tier lässt sich nicht bewegen
- Tier lässt sich nicht an-/ausschalten
- Tier liegt am Rand des Steinkreises
- x Wechsel in Winkelvergleichsmodus
- + Wechsel in Tiermodus

◁ App-Änderung

Tier	Version 1	Version 2
Katze	200°	218°
Mensch ohne Fernglas	170°	214°
Ente	320°	324°
Schaf	330°	326°

Tabelle 14.1: Veränderte Winkelvergleichsmaße von Version 1 zu Version 2

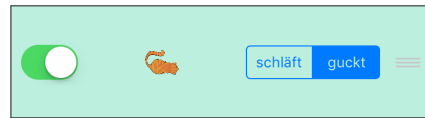
Die Schülerinnen und Schüler erkannten bereits beim »Draufsehen«, welches Feld das jeweils größere ist, da die in der App verwendeten Winkelvergleichsmaße sich nicht ähnlich genug waren. Für die Schülerinnen und Schüler bestand keine Notwendigkeit, systematisch vorzugehen, also die Scheitelpunkte übereinander zu bringen und die Felder auszurichten. Einige Winkelvergleichsmaße wurden daher abgeändert, so dass sie sich stärker ähneln. Die von Katze und Mensch ohne Fernglas bzw. von Ente und Schaf unterscheiden sich damit nur noch um wenige Grad, womit die verallgemeinerbaren Handlungen nun stärker provoziert werden sollen. Hier setzt erneut Designprinzip D₅ an, was im konkreten Fall dazu führt, dass stärkere Abweichungen von tatsächlichen biologischen Werten hingenommen werden, wenn es dem Aufbau des mathematischen Begriffserwerbs dienen kann.

Wie kann nun vermieden werden, dass die Schülerinnen und Schüler, wie in der ersten Erprobung sichtbar, größtenteils unstrukturiert vorgehen? Die fehlenden Übergänge zwischen Realsituation und Mathematik deuten darauf hin, dass das Designprinzip B und dessen Unterprinzipien noch nicht hinreichend wirken. Tier- und Winkelvergleichsmodus sollten also noch stärker voneinander unterschieden werden, so dass z. B. auch die äußere Repräsentation der App deutlich macht, dass im Winkelvergleichsmodus eine andere Handlungsebene genutzt wird und es nicht zu einer ungewollten Vermischung der Ebenen kommt (insbesondere, wenn mathematisch gearbeitet wird). Mehrere Maßnahmen sollen dabei helfen:

Es wurde von mehreren Kindern angemerkt, dass sich ein Tier ja nicht bewegen könne, wenn es gerade schläft (siehe Transkript, S. 200 f., Z. 396

- | | | |
|---|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"> I Tier ins Sichtfeld setzen II Tier außerhalb des Sichtfelds setzen III Tier im Sichtfeld bewegen | <ul style="list-style-type: none"> IV Tier auf Sichtfeldgrenze setzen V Tier entlang Sichtfeldgrenze bewegen VI Bestimmen der Rangfolge | <ul style="list-style-type: none"> K1: rein situativ K2: situativ, aber kontextualisierbar K3: kontextuell, mit Situationsbezug K4: rein kontextuell |
|---|--|--|

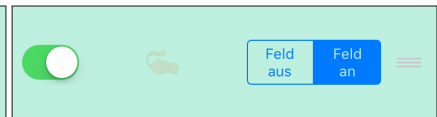
App-Änderung ▷ und 438 ff.). Statt dass das Tier »guckt« oder »schläft«, hat es nun im Tiermodus die »Augen auf« bzw. »Augen zu«. Im Winkelfeldmodus zeigen die entsprechenden Buttons den Text »Feld an« bzw. »Feld aus«.



(a) App-Version 1, Tier- und Winkelfeldmodus



(b) App-Version 2, Tiermodus



(c) App-Version 2, Winkelfeldmodus

Abbildung 14.4: Vergleich der Tier-/Feld-Schalter in den App-Versionen 1 und 2

App-Änderung ▷ Im Winkelfeldmodus können die Tiere nun eine maximale Opazität von 30 % haben, um auch hier hervorzuheben, dass es sich nicht um die Real-situation handelt (aber Bezug zu ihr genommen werden kann). Diese und die letzte Änderung schärfen damit auch die Designprinzipien D_2 und D_3 aus.

Stunden-Änderung ▷ Weiterhin soll der Übergang von Phase V zu Phase VI besser unterstützt werden. Zwischen diesen erfolgt die Erarbeitung der Definition zum Winkelfeld, wofür eine dynamische Präsentation herangezogen werden soll. In dieser wird der Übergang zwischen der Repräsentation von Sichtfeldern und der eines Winkelfeldes vorgenommen, wobei schrittweise erläutert werden kann, welche Informationen und Bestandteile relevant sind und welche nicht. Im zweiten Untersuchungsdurchgang wird dies über einen kurzen Lehrervortrag realisiert. Designprinzip B_2 erfährt damit eine stärkere Wichtung.

Auch der Lehrkraft selbst muss noch besser *bewusst gemacht* werden, in welchen Phasen die Schülerinnen und Schüler die Lernhandlungen durchführen und in welchen diese reflektiert und verallgemeinert werden. Dies äußert sich dann auch in der angemessenen Verwendung mathematischer Fachbegriffe. So wurde im ersten Durchgang teils schon auf Begrifflichkeiten (wie »Strahl« und »Winkelfeld«) fokussiert, obwohl noch gar keine inhaltliche Beschäftigung bzw. Erarbeitung erfolgte (siehe Transkript, S. 206 ff., Z. 809 ff.). Um dieses *Bewusstmachen* grundsätzlich realisieren zu können, soll ergänzend zu dieser Arbeit auch ein Leitfaden für Lehrerin-

A Aufspaltung in Aspekterarbeitung und Operieren mit Begriffsbestandteilen

B Trennung zwischen Realität und Mathematik

B_1 Modi für Realität und Mathematik

B_2 Darstellung unterstützt Herstellen von Bezügen

C Trennung zwischen Interaktionen und Einstellungen

C_1 Gesten sind spezifisch

C_2 Direkte Interaktion mit Objekten ausschließlich zum Operieren

D Passung zwischen Inhalt, Lernhandlung und Lernmodell/Repräsentation

D_1 Winkelfelddarstellung stets bis zum Rand

D_2 Sichtbarkeit von Objekten modusabhängig

D_3 Verhalten von Objekten modusabhängig

D_4 Verschiedene Gesten für verschiedenes Operieren

D_5 Unterstützung von Handlungen zum Operieren mit Objekten

nen und Lehrer zur App und ihrem Einsatz im Unterricht erstellt werden.

Um die Phase der Bestimmung der Rangfolge insgesamt besser zu strukturieren, wurde gemeinsam mit dem Lehrer entschieden, sie in eine Ich- und eine Du-Phase aufzuschlüsseln. In Phase VI erfolgt weiterhin individuell das Bestimmen der Rangfolge der Winkelfelder. Anschließend erklären sich die Banknachbarinnen und -nachbarn in einer neuen Phase VII gegenseitig ihr Vorgehen. Damit sollen auch Reflexionsprozesse über die eigenen Lernhandlungen angeregt werden, was die Unterprinzipien von D stärkt.

◁ Stunden-Änderung

Bedienschwierigkeiten

Diejenigen Schülerinnen und Schüler, die im Winkelfeldmodus gearbeitet haben, hatten jedoch auch dort einige Bedienschwierigkeiten.

So war es nicht möglich, Scheitelpunkte zu verschieben, über denen ein anderes Winkelfeld lag. Dies wurde programmiertechnisch geändert. Im Winkelfeldmodus können die Scheitelpunkte nun auch verschoben werden, wenn andere Winkelfelder darüber liegen. Diese »Vermeidung hemmenden Verhaltens« kann wieder D_3 in seiner modifizierten Ausprägung zugeordnet werden.

◁ App-Änderung

Weiterhin haben die Schülerinnen und Schüler kaum das automatisierte Einrasten der Scheitelpunkte genutzt, auch wenn sie diese in die Nähe zueinander geschoben haben. Das Einrasten zweier Scheitelpunkte im Winkelfeldmodus erfolgt daher nun mit größerer Toleranz, d. h. die beiden Punkte rasten bei einer etwas größeren Entfernung als bisher bereits ein. Auch dies ist Designprinzip D_5 zuzuordnen.

◁ App-Änderung

14.1.3 Repräsentation der Sichtfelder

Über mehrere Phasen hinweg konnten bei der Analyse der Lernhandlungen noch einige Besonderheiten hinsichtlich des Umgangs mit der Repräsentation von Sichtfeldern beobachtet werden. So vermuteten zeitweise einzelne Schülerinnen und Schüler, dass die Tiere nach hinten gucken würden (siehe z. B. Transkript, S. 198, Z. 189 ff. und 1912). Dass die Repräsentation bei mehr als zwei Tieren mit eingeblendeten Sichtfeldern

I Tier ins Sichtfeld setzen
II Tier außerhalb des Sichtfelds setzen
III Tier im Sichtfeld bewegen

IV Tier auf Sichtfeldgrenze setzen
V Tier entlang Sichtfeldgrenze bewegen
VI Bestimmen der Rangfolge
VII Erklären des Vorgehens

■ K1: rein situativ
■ K2: situativ, aber kontextualisierbar
■ K3: kontextuell, mit Situationsbezug
■ K4: rein kontextuell

zu Schwierigkeiten führt, lässt sich kaum vermeiden. Aber auch wenn es nur ein Tier oder zwei Tiere sind, ist dem relativ schwierig durch eine Änderung der App-Bedingungen entgegenzuwirken. Es bestanden hierzu einige Idee, die jedoch alle verworfen wurden:

- ▶ Um das Sichtfeld prinzipiell heller als die Umgebung darzustellen, müsste man die Farbwahl stark einschränken. Bei acht Lebewesen ist das kaum zu leisten, da diese alle unterschiedliche Farben haben müssen, um sie paarweise miteinander vergleichen zu können.
- ▶ Eine Alternative wäre es, den Hintergrund dunkler zu machen oder komplett weiß darzustellen. Gegen eine dunkle Farbe spricht der Bezug zu einer Wiese, die die »Farm« darstellt. Weiß sollte sie auch nicht sein, da der Farbwechsel von grün zu weiß hilfreich für den Übergang zum Winkelfeldmodus ist (Designprinzip D_2).
- ▶ Gerade auf die Realsituation bezogen, könnte man das Nichtsichtfeld gesondert abdunkeln oder weichzeichnen (sogenannter »Blur-Effekt«). Dies führt aber zu weiteren Schwierigkeiten der Darstellungsinterpretation bei mehreren Sichtfeldern, insbesondere wenn diese sich zum Teil überlagern.

Die möglichen Verständnisschwierigkeiten konnten auch häufig durch Hinweise des Lehrers oder anderer Schülerinnen und Schüler ausgeräumt werden. Daher wurde entschieden, die Repräsentation beim Sammeln der Realerfahrungen während der Einführung des Sichtfeldes im Klassenraum zu verbessern. Das konkrete Vorgehen im Unterricht sah so aus, dass ein Kind relativ frontal zur Tafel blickte und ein weiteres in Tünnähe in der Ecke des Raumes stand. Zunächst bewirkte dies durch die Einschränkung der Wände unterschiedlich große tatsächliche Sichtfelder innerhalb des Raumes, was als Erfahrung nicht hilfreich für den Sichtfeldvergleich auf der Tierfarm ist. Es ist daher angebracht, das Sichtfeld nur eines Kindes darzustellen. Außerdem sollte dieser Schüler oder diese Schülerin eine etwas »allgemeinere Lage« im Raum einnehmen, also nicht frontal zur Tafel und nicht von einer Ecke aus sehen. Das entsprechende Kind soll sich also etwa mittig im Raum befinden und dann schräg in den Raum hineinsehen.

Das zweite Problem der durchgeführten Unterrichtsstunde war, dass in der Abbildung an der Tafel immer nur die von den sehenden Kindern genannten Objekte markiert wurden, nicht jedoch das gesamte Sichtfeld.

↗ Sammeln von Realerfahrungen, S. 116
Stunden-Änderung ▷

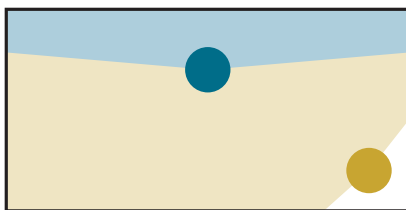


Abbildung 14.5: Ungünstige Position der Kinder im Raum

A Aufspaltung in Aspekterarbeitung und Operieren mit Begriffsbestandteilen

B Trennung zwischen Realität und Mathematik

B₁ Modi für Realität und Mathematik

B₂ Darstellung unterstützt Herstellen von Bezügen

C Trennung zwischen Interaktionen und Einstellungen

C₁ Gesten sind spezifisch

C₂ Direkte Interaktion mit Objekten ausschließlich zum Operieren

D Passung zwischen Inhalt, Lernhandlung und Lernmodell/Repräsentation

D₁ Winkelfelddarstellung stets bis zum Rand

D₂ Sichtbarkeit von Objekten modusabhängig

D₃ Verhalten von Objekten modusabhängig

D₄ Verschiedene Gesten für verschiedenes Operieren

D₅ Unterstützung von Handlungen zum Operieren mit Objekten

Hier ist also gesondert darauf zu achten, dass tatsächlich alles Gesehene *ausgemalt* wird. Dies kann zum Beispiel durch Rückfragen wie »Und siehst du auch den Raum zwischen den beiden genannten Stühlen?« erfolgen.

◁ Stunden-Änderung

14.1.4 Zusammenfassung der Änderungen

Insgesamt kann gesagt werden, dass sich keines der Designprinzipien als ursächlich hemmend für den Lernprozess dargestellt hat.

Aus dem ersten Untersuchungsdurchgang heraus erhielten das Prinzip B und die mit ihm gekoppelten Prinzipien D_2 und D_3 eine stärkere Bedeutung.

Prinzip D_5 konnte ausdifferenziert werden, weshalb es durch die Prinzipien D_{5a} und D_{5b} ersetzt wird:

- D_{5a} : Initiierung und Unterstützung hilfreicher Handlungen zum Operieren mit Objekten
- D_{5b} : Vermeidung hemmender Handlungen beim Operieren mit Objekten

Die zusätzliche Unterrichtsphase vor Phase I zum Kennenlernen der App, die auch aus den Erfahrungen der vielen Bedienschwierigkeiten heraus entstanden ist, kann als prinzipielle Sicherung der Bedienbarkeit der App aufgefasst werden. Dies hat für den weiteren Unterrichtsverlauf eine derart hohe Bedeutung, dass ein neues Designprinzip geschaffen werden kann. Da es ähnlich wie Designprinzip A den Unterrichtsgang strukturieren kann, soll es mit A_2 bezeichnet werden:

- A_2 : Sicherstellung der Bedienbarkeit des Artefakts

Ich habe hierbei bewusst auf die Formulierung »intuitive Bedienbarkeit« verzichtet, da gewisse Operationen, zu denen das Artefakt zwingt und die dennoch nicht »intuitiv« sind, hilfreich für den Begriffsaufbau sein können. Allerdings muss das Artefakt *prinzipiell* erfolgreich bedienbar sein. Damit hat A_2 Ähnlichkeiten mit D_{5b} .

Das Formulieren geeigneter Aufgabenstellungen bzw. das Vermeiden von hemmenden Aufgabenstellungen lässt sich den Designprinzipien D_{5a} und

I	Tier ins Sichtfeld setzen	IV	Tier auf Sichtfeldgrenze setzen	■	K1: rein situativ
II	Tier außerhalb des Sichtfelds setzen	V	Tier entlang Sichtfeldgrenze bewegen	■	K2: situativ, aber kontextualisierbar
III	Tier im Sichtfeld bewegen	VI	Bestimmen der Rangfolge	■	K3: kontextuell, mit Situationsbezug
		VII	Erklären des Vorgehens	■	K4: rein kontextuell

D_{5b} zuordnen, wenn man diese Prinzipien nicht nur hinsichtlich der App-Entwicklung sondern auch hinsichtlich des konkreten App-Einsatzes auffasst. Hilfreich ist hier auch, wenn die Aufgabenstellungen *vorgelesen* werden, damit die spezifischen Formulierungen sichergestellt werden. Konkret kann man als weitere Ausprägung beider Prinzipien formulieren: Aufgabenstellungen müssen sich an den erwünschten Lernhandlungen und ihrer Verallgemeinerbarkeit orientieren.

Tabelle 14.2 stellt noch einmal alle Änderungen inkl. ihrer Bezüge zu den Designprinzipien dar, sofern es sich bei den Änderungen nicht um bloße Behebungen von Programmierfehlern gehandelt hat.

Änderungen	Bezug zu Designprinzipien
größerer Touch-Bereich um Tiere; Nutzung des Schafes statt der Katze; Scheitelpunkte im Winkelfeldmodus immer verschiebbar	D_{5b} konkretisiert
Winkelfeldmaße angepasst; Einrasten im Winkelfeldmodus erfolgt schneller	D_{5a} konkretisiert
Augen zu/auf, Winkelfeld aus/an; Tiere haben im Winkelfeldmodus max. Opazität von 30 %	B, D_2 , D_3 stärker betont
Vorlesen teils neu formulierter Aufgabenstellungen; in Phase I: »Setze das Schaf so, dass es von der Kuh gesehen wird, aber selbst die Kuh nicht sehen kann.«; in Phase III: »Das Schaf möchte die Kuh verwirren. Bewege es an möglichst viele Orte, an denen es von der Kuh gesehen wird.«	D_{5a}/D_{5b} konkretisiert
Tierpositionen und -richtungen zu Beginn angepasst	D_{5a} konkretisiert
»Ausmalen« des Sichtfeldes beim Klassenraum von oben; nur Sichtfeld eines Kindes	B_2 wird unterstützt
vor Phase I freie Arbeitsphase zum Kennenlernen der App	A_2 neu formuliert
Lehrervortrag mit Präsentation zum Übergang vom Sichtfeld zum Winkelfeld	B stärker betont
nach Phase VI neue Phase VII zur Erklärung der durchgeführten Handlungen	Unterprinzipien von D gestärkt

Tabelle 14.2: Änderungen vom ersten zum zweiten Untersuchungsdurchgang

Die in diesem Kapitel vorgenommene Ausdifferenzierung der Designprinzipien birgt die Gefahr, unübersichtlich zu werden, so dass diese am Ende nicht mehr hilfreich als *Prinzipien* sind. Es soll daher im Anschluss an den dritten Untersuchungsdurchgang noch einmal rückblickend überprüft werden, in welcher Bedeutsamkeit einzelne Prinzipien Wirkung auf den Unterrichtsverlauf oder die Unterrichtsplanung gezeigt haben, um ggf. nochmals eine angemessene Reduktion oder übersichtlichere Strukturierung zu erreichen.

A Aufspaltung in Aspekterarbeitung und Operieren mit Begriffsbestandteilen
 A_2 Sicherstellung der Bedienbarkeit der App
 B Trennung zwischen Realität und Mathematik
 B_1 Modi für Realität und Mathematik
 B_2 Darstellung unterstützt Herstellen von Bezügen

C Trennung zwischen Interaktionen und Einstellungen
 C_1 Gesten sind spezifisch
 C_2 Direkte Interaktion mit Objekten ausschließlich zum Operieren
 D Passung zwischen Inhalt, Lernhandlung und Lernmodell/Repräsentation
 D_1 Winkelfelddarstellung stets bis zum Rand

D_2 Sichtbarkeit von Objekten modusabhängig
 D_3 Verhalten von Objekten modusabhängig
 D_4 Verschiedene Gesten für verschiedenes Operieren
 D_{5a} Initiierung und Unterstützung hilfreicher Handlungen zum Operieren mit Objekten
 D_{5b} Vermeidung hemmender Handlungen beim Operieren mit Objekten

14.1.5 Anpassung des Untersuchungsdesigns

Aus der ersten Erprobung konnten weiterhin einige Anpassungen des Untersuchungsdesigns vorgenommen werden.

So wurde bereits in der zweiten Unterrichtsstunde des ersten Untersuchungsdurchgangs beim Transkribieren die Gleichzeitigkeit von Äußerungen vernachlässigt. Nach Selting et al. (2009, S. 364) sind gleichzeitig stattfindende Äußerungen nach folgender Struktur zu transkribieren:

A: ich sage [etwas spannendes]
 B: [jetzt fange ich an] zu reden

Beim Codieren waren gleichzeitige Äußerungen jedoch nie relevant, so dass hiermit der Aufwand beim Transkribieren reduziert werden kann. Sollte dennoch einmal die Zeichencodierung aufgrund fehlender Informationen zu gleichzeitigen Äußerungen schwierig werden, wird die entsprechende Stelle nachtranskribiert.

Im Transkript zur Bildschirmaufzeichnung wurden die Touch-Events mit einem Zeitstempel in Sekunden versehen. Dies war jedoch in einigen wenigen Fällen zu ungenau, um im Nachhinein in Zweifelsfällen Bewegungen auf dem Bildschirm eindeutig interpretieren zu können. Der Zeitstempel wird daher in den Folgedurchgängen mindestens in Millisekunden abgespeichert, um später flüssige Bewegungen nachvollziehen zu können.

Außerdem konnten aus der Codierung weitere Ankerbeispiele generiert werden, die in dieser Form vorher nicht erwartet bzw. eingeplant waren. Auch wurden Ankerbeispiele für Handlungen gefunden, die keiner Kategorie zugeordnet werden, weil sie nicht mit der erwünschten Lernhandlung in Verbindung gebracht werden können. Damit wird auch noch einmal hervorgehoben, dass nicht der *Erfolg* der durchgeführten Handlung an sich von Interesse ist, sondern die *Qualität* erfolgreicher Handlungen – wobei sich *erfolgreich* an einem herstellbaren Bezug zur *erwünschten* Lernhandlung orientiert.

Vereinfachte Transkription

Genaueres Logfile

Erweiterung der Ankerbeispiele

↗ Ankerbeispiele und Codierregeln,
S. 129

I Tier ins Sichtfeld setzen
 II Tier außerhalb des Sichtfelds setzen
 III Tier im Sichtfeld bewegen

IV Tier auf Sichtfeldgrenze setzen
 V Tier entlang Sichtfeldgrenze bewegen
 VI Bestimmen der Rangfolge
 VII Erklären des Vorgehens

■ K1: rein situativ
 ■ K2: situativ, aber kontextualisierbar
 ■ K3: kontextuell, mit Situationsbezug
 ■ K4: rein kontextuell

Tabelle 14.3: Erweiterung der Ankerbeispiele

Kategorie	Weitere Ankerbeispiele
■ K1	<ul style="list-style-type: none"> – zu IV: Tier wird an Begrenzung präzise ausgerichtet (situative Nutzung der Repräsentation – das gilt nicht in Phase V) – zu V: Tier wird in Nähe der Augen geschoben – zu VI: Tiere werden in Nähe zueinander geschoben
■ K2	<ul style="list-style-type: none"> – zu V: Tier wird auf Nase bzw. über anderes Tier hinweg geschoben – zu VI: Köpfe der Tiere werden übereinander geschoben – zu VI: paarweiser Vergleich von Tieren
■ K3	<ul style="list-style-type: none"> – zu I/II: Es wird zur Herstellung der geforderten Endkonfiguration Kuh statt Katze bewegt (Repräsentation wird operationalisiert verwendet)
nicht kategorisierbar	<ul style="list-style-type: none"> – zu V: Katze wird am Steinkreis hin und her bewegt – zu V: Katze wird an Begrenzung ins und außerhalb des Sichtfeldes geschoben (also senkrecht zum Schenkel; Lernhandlung verlangt Bewegung entlang des Schenkels)

14.2 Ergebnisse der zweiten Erprobung und zweite Anpassung der Lernumgebung

14.2.1 Aspekterarbeitung

Abbildung 14.6 zeigt die Codierungen des zweiten Untersuchungsdurchgangs zur Aspekterarbeitung. Folgende Muster und Auffälligkeiten können, insbesondere im Vergleich zum ersten Untersuchungsdurchgang, identifiziert werden:

- ▶ In allen Phasen treten bei fast allen Schülerinnen und Schülern Zeichen der gewünschten Kategorie K2 auf. Die Schüler/-innen ①, ① und ⑨ zeigen auch kurzzeitig Zeichen der Kategorie K3.
- ▶ Die Handlungen der Schülerinnen und Schüler sind weniger »zerstückelt« als noch im ersten Untersuchungsdurchgang. Gegenüber dem ersten Durchgang ist Phase III etwas länger und IV deutlich kürzer.
- ▶ Die Lernhandlungen in Phase I nehmen nur einen relativ geringen Anteil der entsprechenden Unterrichtsphase ein. Nur noch Schüler/-in ⑨ zeigt in dieser Phase Zeichen der Kategorie K1.

A Aufspaltung in Aspekterarbeitung und Operieren mit Begriffsbestandteilen

A₂ Sicherstellung der Bedienbarkeit der App

B Trennung zwischen Realität und Mathematik

B₁ Modi für Realität und Mathematik

B₂ Darstellung unterstützt Herstellen von Bezügen

C Trennung zwischen Interaktionen und Einstellungen

C₁ Gesten sind spezifisch

C₂ Direkte Interaktion mit Objekten ausschließlich zum Operieren

D Passung zwischen Inhalt, Lernhandlung und Lernmodell/Repräsentation

D₁ Winkelfelddarstellung stets bis zum Rand

D₂ Sichtbarkeit von Objekten modusabhängig

D₃ Verhalten von Objekten modusabhängig

D₄ Verschiedene Gesten für verschiedenes Operieren

D_{5a} Initiierung und Unterstützung hilfreicher Handlungen zum Operieren mit Objekten

D_{5b} Vermeidung hemmender Handlungen beim Operieren mit Objekten

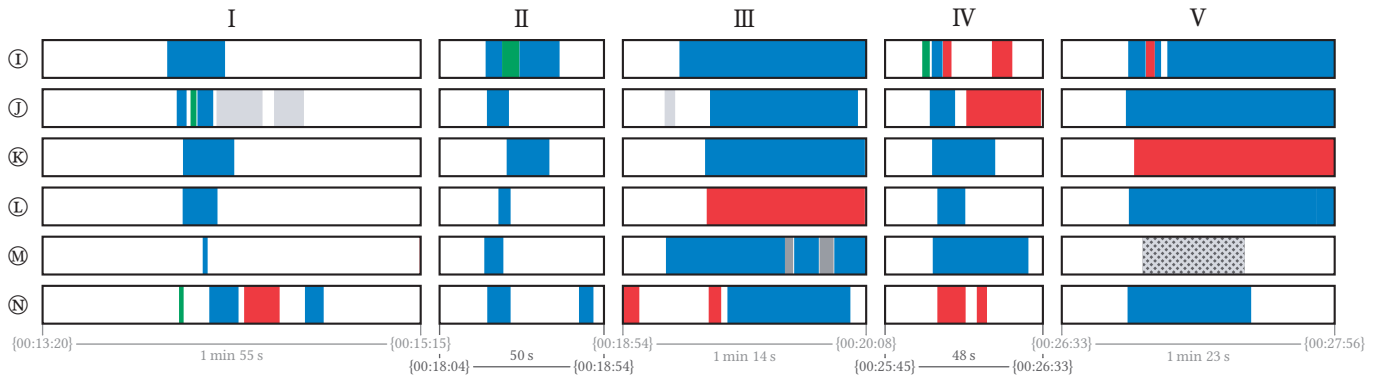


Abbildung 14.6: Codierung der Aspekterarbeitung in der zweiten Erprobung

- Tier lässt sich nicht drehen
- Tier lässt sich nicht bewegen
- Tier liegt am Rand des Steinkreises

- ▶ Ausschließlich Zeichen der Kategorie K1 treten nur noch in Phase III bei Schüler/-in ①, in Phase IV bei Schüler/-in ⑨ und in Phase V bei Schüler/-in ⑩ auf.
- ▶ Schüler/-in ⑩ kann aufgrund von Bedienschwierigkeiten in Phase V keine Lernhandlungen zeigen. In Phase I zeigt Schüler/-in ① ebenfalls Bedienschwierigkeiten, die die Lernhandlungen hemmen.

Insgesamt scheinen sich die Anpassungen der Lernumgebung also positiv ausgewirkt zu haben. Die Muster und Auffälligkeiten werden nun analog zum ersten Durchgang phasenweise genauer analysiert.

Bedienschwierigkeiten

Die Schwierigkeiten von Schüler/-in ① in Phase I beim Drehen des Tieres hatten ihre Ursache darin, dass zu weit herausgezoomt wurde und das Tier damit nicht mehr greifbar war. Der Touchbereich um die Tiere wurde nun nochmals vergrößert, um diese noch besser »greifbar« zu machen.

◁ App-Änderung

Außerdem hat Schüler/-in ⑩ in Phase V das Tier an den Rand des Steinkreises gesetzt und daher Schwierigkeiten, es zu bewegen. Dass die Lösung dieses Problems erst später angegangen werden kann, wurde weiter oben schon erwähnt.

Eine weitere Bedienschwierigkeit ist als solche in den Codierungen als fehlende Lernhandlung erkennbar: So wollten die Schülerinnen und Schüler den Hintergrund oft mit einem Finger bewegen – nach Designprinzip C₁ ist dies jedoch nur mit zwei Fingern möglich. Damit wird ein Konflikt

<p>I Tier ins Sichtfeld setzen</p> <p>II Tier außerhalb des Sichtfelds setzen</p> <p>III Tier im Sichtfeld bewegen</p>	<p>IV Tier auf Sichtfeldgrenze setzen</p> <p>V Tier entlang Sichtfeldgrenze bewegen</p> <p>VI Bestimmen der Rangfolge</p> <p>VII Erklären des Vorgehens</p>	<p> K1: rein situativ</p> <p> K2: situativ, aber kontextualisierbar</p> <p> K3: kontextuell, mit Situationsbezug</p> <p> K4: rein kontextuell</p>
--	---	---

App-Änderung ▷

zwischen den Prinzipien C_1 und A_2 bzw. D_{5b} sichtbar. Im konkreten Fall scheint eine zugelassene Bewegung auch über einen Finger sinnvoller für den Unterrichtsfortschritt zu sein. Daher soll dies in der nächsten App-Version möglich sein.

Phase I – Tier ins Sichtfeld setzen

Stunden-Änderung ▷

Die freie Arbeitsphase vor Phase I in Verbindung mit der erfolgten und vorgelesenen Aufgabenstellung kann als fördernd aufgefasst werden. Dabei ist jedoch erkennbar, dass die Schülerinnen und Schüler noch viel Orientierung in der App suchen – nicht im Sinne von Bedienproblemen, aber sie probieren sich weiterhin aus und wollen einige der Funktionalitäten unabhängig von der gegebenen Aufgabenstellung kennenlernen. Daher soll die »freie Phase« etwas stärker geführt werden durch folgende Forderung: »Das Pferd soll auf dem Steinpflaster stehen, die Frau soll auf dem Pferd sitzen/steht. Das Pferd guckt in Richtung der grünen Büsche, die Frau hat die Augen zu. Gleichzeitig versteckt sich die Katze unter der Kuh.« Damit werden alle relevanten Bedienmöglichkeiten (Verschieben und Drehen von Tieren, Schließen der Augen, Ändern der Reihenfolge in der Tabelle) angesprochen, bevor die eigentlichen Lernhandlungen angeregt werden. Das neu geschaffene Designprinzip A_2 wird damit validiert.

Die Zeichen der Kategorie K1 bei Schüler/-in ⑧ wurden dem permanenten An- und Ausschalten des Sichtfeldes des Schafes zugerechnet. Die auftretenden Zeichen der Kategorie K3 bei den Schüler/-innen ① und ⑧ sind wieder der »operationalisierten Verwendung der Repräsentation« zuzurechnen, d. h. in diesen Fällen wird die Kuh statt das Schaf bewegt, um die verlangte Sichtfeldsituation zu realisieren.

Phase II – Tier außerhalb des Sichtfelds setzen

Analog zum ersten Untersuchungsdurchgang war diese Phase erfolgreich. Nun fällt auch niemand mehr im Anschluss auf K1 zurück, so dass – da es an der Phase keine Änderung gab – die vorherigen Änderungen und das nun sicherere Bedienen der App positiv wirken.

A Aufspaltung in Aspekterarbeitung und Operieren mit Begriffsbestandteilen
 A₂ Sicherstellung der Bedienbarkeit der App
 B Trennung zwischen Realität und Mathematik
 B₁ Modi für Realität und Mathematik
 B₂ Darstellung unterstützt Herstellen von Bezügen

C Trennung zwischen Interaktionen und Einstellungen
 C₁ Gesten sind spezifisch
 C₂ Direkte Interaktion mit Objekten ausschließlich zum Operieren
 D Passung zwischen Inhalt, Lernhandlung und Lernmodell/Repräsentation
 D₁ Winkelfeldarstellung stets bis zum Rand

D₂ Sichtbarkeit von Objekten modusabhängig
 D₃ Verhalten von Objekten modusabhängig
 D₄ Verschiedene Gesten für verschiedenes Operieren
 D_{5a} Initiierung und Unterstützung hilfreicher Handlungen zum Operieren mit Objekten
 D_{5b} Vermeidung hemmender Handlungen beim Operieren mit Objekten

Die Nutzung von K3 durch Schüler/in ① an dieser Stelle und in Phase IV folgt ebenfalls aus der Bewegung der Kuh statt des Schafes.

Phase III – Tier im Sichtfeld bewegen

Auch in dieser Phase zeigte sich ein zielgerichtetes Vorgehen der Schülerinnen und Schüler nach dem Vorlesen der Aufgabenstellung. Die Umformulierung war also tatsächlich hilfreich, verallgemeinerbare Lernhandlungen zu initiieren. Dies stärkt die positive Wirkung der Prinzipien D_{5a}/D_{5b} .

Schüler/-in ① bewegt das Schaf ausschließlich vor den Augen der Kuh und zeigt viel Freude dabei. Es kann nicht aus der Unterrichtsbeobachtung heraus interpretiert werden, warum hier keine verallgemeinerten Handlungen angeregt werden konnten.

Phase IV – Tier auf Sichtfeldgrenze setzen





Dass diese Phase deutlich kürzer ist als beim ersten Durchgang, kann wieder mit der besseren Strukturierung der Unterrichtsstunde erklärt werden. Die Aufgabenstellungen des Lehrers sind fortlaufend klar formuliert und die Schülerinnen und Schüler setzen diese zügig um.

Phase V – Tier entlang Sichtfeldgrenze bewegen

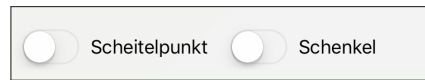
Im Gegensatz zum ersten Durchgang erfolgt nun in Anschluss an Phase IV sofort Phase V, ohne vorher die Handlungsstrategien von Phase IV zu besprechen. Dies macht den Unterrichtsgang insgesamt flüssiger – auch scheint den Kindern auf diese Weise klar zu werden, dass in Phase V nun eine neue Handlung gefragt ist.

In der Diskussion zu den erfolgten Handlungen von Phase I sprach ein Kind vom »Scheitelpunkt«, bis zu dem man das Schaf bewegen kann, was der Lehrer an dieser Stelle begeistert aufgriff (siehe Transkript, S. 225, Z. 266 ff.). Bei der Besprechung von Phase V greift er dieses Wort erneut auf (S. 227, Z. 422 ff.), obwohl bis dahin immer noch keine inhaltliche Erarbeitung des Begriffs stattfand. Dass das Wort so frühzeitig als Bezeichner verwendet wurde, lag daran, dass es in der App auch im Tiermodus zu lesen war, was dem Designprinzip B widerspricht. Um die ungewünschte

◁ App-Änderung

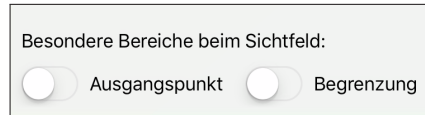
I	Tier ins Sichtfeld setzen	IV	Tier auf Sichtfeldgrenze setzen		K1: rein situativ
II	Tier außerhalb des Sichtfelds setzen	V	Tier entlang Sichtfeldgrenze bewegen		K2: situativ, aber kontextualisierbar
III	Tier im Sichtfeld bewegen	VI	Bestimmen der Rangfolge		K3: kontextuell, mit Situationsbezug
		VII	Erklären des Vorgehens		K4: rein kontextuell

Vermischung der realen und mathematischen Ebene zu vermeiden, wurden daher diese Bezeichnungen in der App angepasst, was gleichzeitig B_2 dienlich ist.

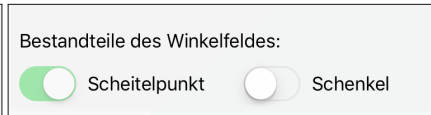


(a) App-Version 2, Tier- und Winkelfeldmodus

Abbildung 14.7: Vergleich der Schalter in den App-Versionen 2 und 3



(b) App-Version 3, Tiermodus



(c) App-Version 3, Winkelfeldmodus

14.2.2 Winkelfeldvergleich

Abbildung 14.8 zeigt die Codierungen zum Winkelfeldvergleich. Aus diesen können folgende Muster und Auffälligkeiten abgelesen werden:

- ▶ Öfter als im ersten Untersuchungsdurchgang werden zielgerichtete Übergänge zwischen Tier- und Winkelfeldmodus sichtbar. Allerdings sind nur selten sinnvolle Lernhandlungen nach einem Wechsel in den Winkelfeldmodus sichtbar.
- ▶ Die Schüler/-innen ① und ① zeigen stabil Zeichen der Kategorie K3, während alle anderen Schülerinnen und Schüler zumindest Zeichen der Kategorie K2 zeigen. Bei Schüler/-in ① ist kurzzeitig auch ein Zeichen der Kategorie K4 sichtbar.
- ▶ In Phase VI werden die Zeichen der Kategorie K3 später sichtbar als die der Kategorie K2 bei anderen Schülerinnen und Schülern.
- ▶ In Phase VII sind häufige Wechsel zwischen den Kategorien sichtbar. Schüler/-in ⑨ zeigt dabei jedoch kaum erfolgreiche Lernhandlungen.

Phase VI – Bestimmen der Rangfolge

Es wurde sichtbar, dass die nahezu gleich großen Felder nicht mehr offensichtlich miteinander verglichen werden können, sondern es hierfür einer

A Aufspaltung in Aspekterarbeitung und Operieren mit Begriffsbestandteilen
 A₂ Sicherstellung der Bedienbarkeit der App
 B Trennung zwischen Realität und Mathematik
 B₁ Modi für Realität und Mathematik
 B₂ Darstellung unterstützt Herstellen von Bezügen

C Trennung zwischen Interaktionen und Einstellungen
 C₁ Gesten sind spezifisch
 C₂ Direkte Interaktion mit Objekten ausschließlich zum Operieren
 D Passung zwischen Inhalt, Lernhandlung und Lernmodell/Repräsentation
 D₁ Winkelfelddarstellung stets bis zum Rand

D₂ Sichtbarkeit von Objekten modusabhängig
 D₃ Verhalten von Objekten modusabhängig
 D₄ Verschiedene Gesten für verschiedenes Operieren
 D_{5a} Initiierung und Unterstützung hilfreicher Handlungen zum Operieren mit Objekten
 D_{5b} Vermeidung hemmender Handlungen beim Operieren mit Objekten

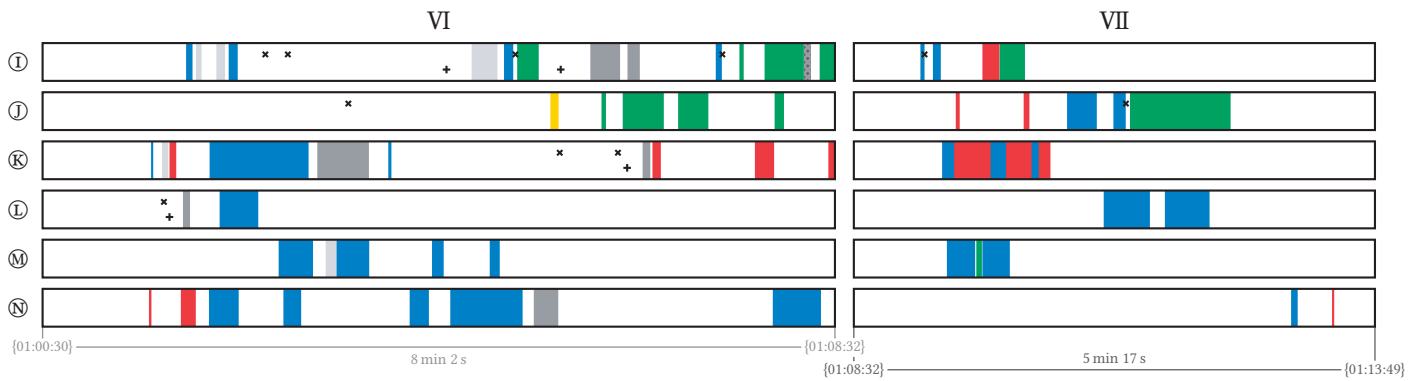


Abbildung 14.8: Codierung des Winkelfeldvergleichs in der zweiten Erprobung

- ☐ Tier lässt sich nicht drehen
- ☐ Tier lässt sich nicht bewegen
- ▨ Tier liegt am Rand des Steinkreises
- * Wechsel in Winkelfeldmodus
- + Wechsel in Tiermodus

Strategie bedarf. Die Schüler/-innen ① und ① wechselten hierzu nach einiger Überlegung in den Winkelfeldmodus der App und führten dort die erwünschten Lernhandlungen aus. Alle anderen Schülerinnen und Schüler arbeiteten weiterhin im Tiermodus und führten dort paarweise Vergleiche von Tieren durch – wenn auch mit erhöhtem Aufwand durch häufiges Hinein- und Herauszoomen und Bewegen bzw. Drehen der Tiere.

Aus dem vorliegenden Datenmaterial heraus kann nicht interpretiert werden, wodurch ein systematischer Wechsel in den Winkelfeldmodus für viele Schülerinnen und Schüler verhindert wird.

Als weiteres Hemmnis konnte eine Aufgabenstellung des Lehrers identifiziert werden. Dieser sagte vor Beginn der Phase: »Holt euch die vier Lebewesen rein.« Einige Schülerinnen und Schüler hatten nun aufgrund der vier dargestellten Sichtfelder Schwierigkeiten, die Situation zu überblicken und benötigten zum Teil einige Zeit, bis sie auf die Idee kamen, einige der Sichtfelder auszublenden. Nach Designprinzip D_{5b} sollten derartige Formulierungen also vermieden werden, was im nächsten Durchgang beachtet wird.

Eine wesentliche Ursache für erfolglose Handlungen im Winkelfeldmodus waren Schwierigkeiten beim Drehen der Winkelfelder. Hier stehen sich die Designprinzipien D₄ und A₂/D_{5b} im Wege, da die »neue« Drehhandlung von den Schülerinnen und Schülern nicht erkannt wird. Entsprechend ist zu überlegen, welches der Prinzipien bei konkreten Designentscheidungen leitend ist. In diesem Falle scheint eine Drehbewegung mit zwei Fingern erfolgversprechender zu sein, was jedoch wegen einer schwierigen Programmierung bisher nicht umgesetzt werden konnte. Im

↗ Bereinigtes Zitat, S. 232, Z. 740

◁ Stunden-Änderung

↗ Handlungen zum Drehen der Winkelfelder beim Prototypen, S. 114

I Tier ins Sichtfeld setzen	IV Tier auf Sichtfeldgrenze setzen	K1: rein situativ
II Tier außerhalb des Sichtfelds setzen	V Tier entlang Sichtfeldgrenze bewegen	K2: situativ, aber kontextualisierbar
III Tier im Sichtfeld bewegen	VI Bestimmen der Rangfolge	K3: kontextuell, mit Situationsbezug
	VII Erklären des Vorgehens	K4: rein kontextuell

Anschluss an die Gesamtuntersuchung kann dies – so wie das Verhalten der Tiere am Steinkreis – angegangen werden.

Bei Schüler/-in ① wurde das Ausrichten eines Winkelfeldes im Winkelfeldmodus als Zeichenkategorie K4 gewertet, da das Kind schon seit längerer Zeit diesen Modus nutzt und sich nun vollkommen auf die Winkelfelder (ohne Tierbezug) zu konzentrieren scheint. Insgesamt arbeitet ① in dieser Phase sehr konzentriert und zielgerichtet.

Phase VII – Erklären des Vorgehens

Die Ergebnisse dieser Phase sind zufriedenstellend, so dass sie prinzipiell keiner Änderung bedarf. Die Schüler/-innenpaare ①/②, ③/④ und ⑤/⑥ spiegeln sich in abwechselnden Codierungen wider, wobei innerhalb einer Erklärung häufig das erwünschte Verhalten austritt, zwischen verschiedenen Zeichenkategorien zu wechseln.

Schüler/-in ⑥ wird vom Lehrer als eher lernschwach eingeschätzt. Auch zeigt das Kind insgesamt ein geringeres Selbstbewusstsein, was es in dieser Phase zum Teil daran gehindert hat, zielgerichtet mit der App zu arbeiten und ⑥ das Vorgehen zu erklären.

14.2.3 Zusammenfassung der Änderungen

Mit den Ergebnissen des zweiten Untersuchungsdurchgangs konnten die neuen Designprinzipien A₂, D_{5a} und D_{5b} erneut als hilfreich gewertet werden.

Weitere Anpassungen erfolgten zur Stärkung von B bzw. B₂.

Ebenfalls wurde sichtbar, dass die Prinzipien C₁ bzw. D₄ und A₂ bzw. D_{5b} bei konkreten Designentscheidungen ggf. gegeneinander abgewogen werden müssen.

Während der Codierung wurde noch ein weiterer Programmierfehler sichtbar: Wurde im Winkelfeldmodus ein Tier hinzugeschaltet, so war es dort als »Tier verschiebbar«, also wenn der Finger irgendwo auf dem Tier liegt. Korrekt nach D₄ wäre jedoch nur eine Verschiebung über den Scheitelpunkt. Dieser Fehler konnte behoben werden.

App-Änderung ▷

A Aufspaltung in Aspekterarbeitung und Operieren mit Begriffsbestandteilen
 A₂ Sicherstellung der Bedienbarkeit der App
 B Trennung zwischen Realität und Mathematik
 B₁ Modi für Realität und Mathematik
 B₂ Darstellung unterstützt Herstellen von Bezügen

C Trennung zwischen Interaktionen und Einstellungen
 C₁ Gesten sind spezifisch
 C₂ Direkte Interaktion mit Objekten ausschließlich zum Operieren
 D Passung zwischen Inhalt, Lernhandlung und Lernmodell/Repräsentation
 D₁ Winkelfelddarstellung stets bis zum Rand

D₂ Sichtbarkeit von Objekten modusabhängig
 D₃ Verhalten von Objekten modusabhängig
 D₄ Verschiedene Gesten für verschiedenes Operieren
 D_{5a} Initiierung und Unterstützung hilfreicher Handlungen zum Operieren mit Objekten
 D_{5b} Vermeidung hemmender Handlungen beim Operieren mit Objekten

In Tabelle 14.4 sind noch einmal alle nicht auf Programmierfehler zurückzuführenden Änderungen inkl. ihrer Bezüge zu den Designprinzipien dargestellt.

Änderungen	Bezug zu Designprinzipien
noch größerer Touch-Bereich um Tiere	D _{sb} verstärkt
Hintergrundbewegung mit einem Finger möglich	A ₂ /D _{sb} wiegen schwerer als C ₁
freie Arbeitsphase vor Phase I erhält Auftrag: »Das Pferd soll auf dem Steinpflaster stehen, die Frau soll auf dem Pferd sitzen/stehen. Das Pferd guckt in Richtung der grünen Büsche, die Frau hat die Augen zu. Gleichzeitig versteckt sich die Katze unter der Kuh.«	A ₂ validiert
Schenkel- und Scheitelpunktschalter erhalten im Tiermodus Bezeichnungen »Begrenzung« und »Ausgangspunkt«	B mit B ₂ verstärkt
in Phase VI Vermeidung der Aufforderung, vier Tiere einzublenden	D _{sb} gestärkt

Tabelle 14.4: Änderungen vom zweiten zum dritten Untersuchungsdurchgang

14.3 Ergebnisse der dritten Erprobung und dritte Anpassung der Lernumgebung

Die dritte Erprobung war von mehreren ungünstigen Rahmenbedingungen geprägt. So musste die Unterrichtsstunde aus organisatorischen Gründen mehrfach verschoben werden und fand nun wenige Tage vor Schuljahresende statt. Dies spiegelte sich auch in der Arbeitshaltung der Schülerinnen und Schüler wider. Hinzu kam, dass der Lehrer am Morgen des Erprobungstages eine Zahn-Operation hatte, was sowohl zu einer geringeren Konzentration als auch einer teils undeutlichen Aussprache führte. Eine weitere Verschiebung der Unterrichtseinheit war jedoch aufgrund der nahenden Schulferien nicht mehr möglich, so dass die Erprobung unter diesen Bedingungen durchgeführt werden musste.

Es erscheint daher nicht sinnvoll, diesen Durchgang unter denselben Aspekten zu analysieren wie die ersten beiden Untersuchungsdurchgänge. Der Schwerpunkt wird daher bei den Mustern und Auffälligkeiten darauf gelegt, welche deutlichen Verbesserungen oder Verschlechterungen sich gegenüber den vorherigen Durchgängen ergeben haben. Die Abbildungen 14.9 und 14.10 zeigen die Codierungen von Aspekterarbeitung und Winkelvergleich.

I	Tier ins Sichtfeld setzen	IV	Tier auf Sichtfeldgrenze setzen	■	K1: rein situativ
II	Tier außerhalb des Sichtfelds setzen	V	Tier entlang Sichtfeldgrenze bewegen	■	K2: situativ, aber kontextualisierbar
III	Tier im Sichtfeld bewegen	VI	Bestimmen der Rangfolge	■	K3: kontextuell, mit Situationsbezug
		VII	Erklären des Vorgehens	■	K4: rein kontextuell

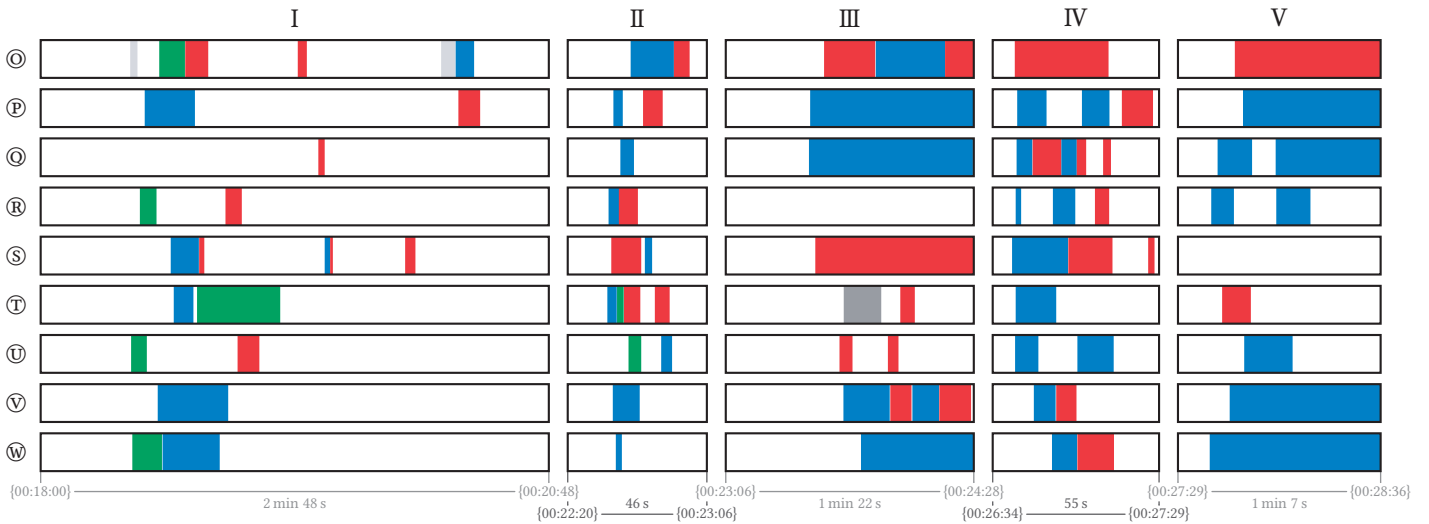


Abbildung 14.9: Codierung der Aspekterarbeitung in der dritten Erprobung

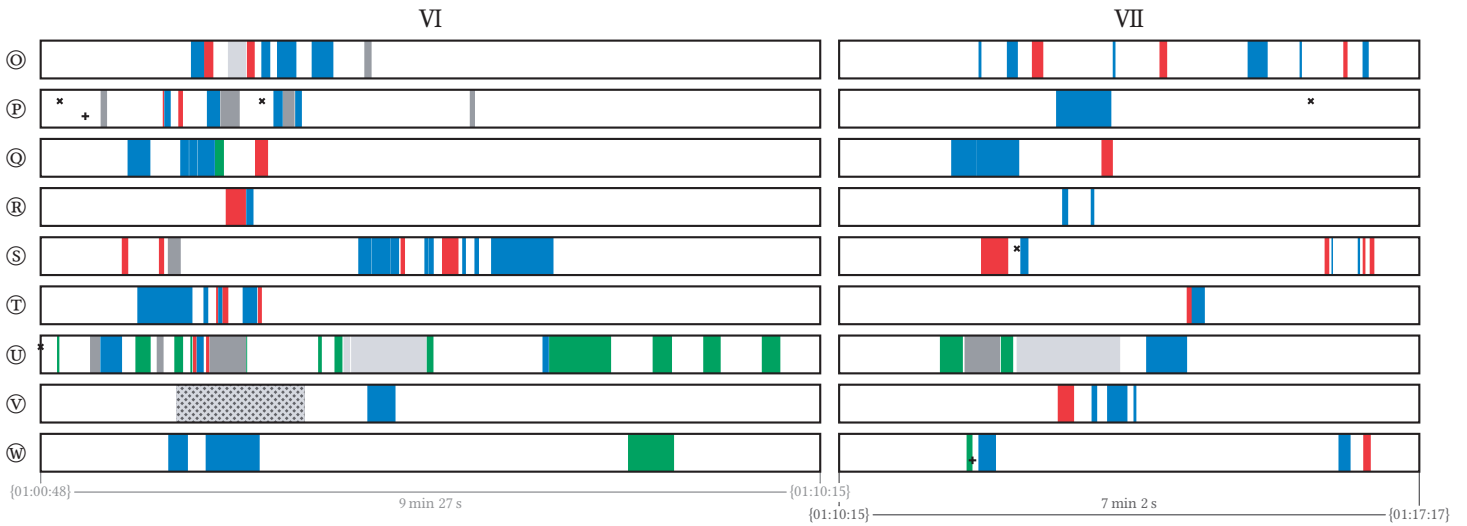


Abbildung 14.10: Codierung des Winkelfeldvergleichs in der dritten Erprobung

- Tier lässt sich nicht drehen
- Tier lässt sich nicht bewegen
- Tier liegt am Rand des Steinkreises
- * Wechsel in Winkelfeldmodus
- + Wechsel in Tiermodus

- A Aufspaltung in Aspekterarbeitung und Operieren mit Begriffsbestandteilen
- A₂ Sicherstellung der Bedienbarkeit der App
- B Trennung zwischen Realität und Mathematik
- B₁ Modi für Realität und Mathematik
- B₂ Darstellung unterstützt Herstellen von Bezügen

- C Trennung zwischen Interaktionen und Einstellungen
- C₁ Gesten sind spezifisch
- C₂ Direkte Interaktion mit Objekten ausschließlich zum Operieren
- D Passung zwischen Inhalt, Lernhandlung und Lernmodell/Repräsentation
- D₁ Winkelfeldarstellung stets bis zum Rand

- D₂ Sichtbarkeit von Objekten modusabhängig
- D₃ Verhalten von Objekten modusabhängig
- D₄ Verschiedene Gesten für verschiedenes Operieren
- D_{5a} Initiierung und Unterstützung hilfreicher Handlungen zum Operieren mit Objekten
- D_{5b} Vermeidung hemmender Handlungen beim Operieren mit Objekten

Drei Dinge werden besonders deutlich sichtbar:

- ▶ Erstmals treten in Phase I vermehrt auch Zeichen der Kategorie K3 auf.
- ▶ Gegenüber dem letzten Durchgang hat der Anteil an Zeichen der Kategorie K2 in den Phasen III und V wieder abgenommen.
- ▶ In den Phasen VI und VII finden seltener Übergänge zwischen Tier- und Winkelfeldmodus statt und die Lernhandlungen sind noch stärker zergliedert als in den letzten Durchgängen.





Die Zeichen der Kategorie K3 in Phase I sind allesamt dem operationalisierten Bewegen der Kuh zuzurechnen. Es fällt auf, dass die Schülerinnen und Schüler vermehrt problemlos die Tiere bewegen und drehen, um eine bestimmte Konfiguration zu erzeugen. Die gezielte Auseinandersetzung mit den Bedienmöglichkeiten im Vorfeld der Phase I aufgrund von Prinzip A₂ scheint damit die gewünschte Wirkung erzielt zu haben.

Dass in den Phasen III und V wieder weniger K2-Zeichen sichtbar wurden, kann erneut einer ungünstigen Aufgabenformulierung zugerechnet werden. So begann zwar der Lehrer in Phase III, die Aufgabe vorzulesen, war dann aber durch eine Schülerin oder einen Schüler kurz abgelenkt und nutzte daraufhin wieder eine ungünstige Formulierung: »Das Schaf will die Kuh verwirren. Bewege es an möglichst vielen Orten, an denen es von der Kuh gesehen wird. Nochmal: Bew... (kurze Pause) Das Schaf möchte die Kuh verwirren. (nennt Name von Schüler/-in) Wir legen das I-Pad mal hin. Ne, du hast große Probleme damit, dass es immer umfällt. Das Schaf möchte die Kuh verwirren. Bewege das Schaf an möglichst vielen Orten, sodass die Kuh, logischerweise, das Schaf noch sehen kann, aber verwirrt wird, weil das Schaf sich ständig hin und her bewegt.« Auch in Phase V erfolgt wieder eine unklarere Aufgabenstellung als geplant: »Als nächstes: Bewege das Schaf, so dass es sich genau an dieser Stelle näher zur Kuh bewegt und weiter weg geht, sodass es gerade so von der Kuh gesehen wird. Aber das Schaf bewegt sich. (einige Rückfragen der Schüler/-innen) Also das Schaf bewegt sich jetzt genau dort. Macht das mal, fahrt mal lang, bewegen, nicht irgendwo hinsetzen. Das Schaf bewegt sich jetzt genau an dieser Grenze.« Dies zeigt erneut die Bedeutsamkeit von Designprinzip D_{5b}.

↗ Bereinigtes Zitat, S. 245, Z. 449 ff.

↗ Bereinigtes Zitat, S. 246, Z. 547 ff.

Bei der Analyse der Zergliederung der Lernhandlungen in den Phasen VI und VII konnten kaum die Designprinzipien als ursächlich ausgemacht werden. Vielmehr fehlte eine Strukturierung seitens der Lehrkraft. So hat

I	Tier ins Sichtfeld setzen	IV	Tier auf Sichtfeldgrenze setzen		K1: rein situativ
II	Tier außerhalb des Sichtfelds setzen	V	Tier entlang Sichtfeldgrenze bewegen		K2: situativ, aber kontextualisierbar
III	Tier im Sichtfeld bewegen	VI	Bestimmen der Rangfolge		K3: kontextuell, mit Situationsbezug
		VII	Erklären des Vorgehens		K4: rein kontextuell

er die Schülerinnen und Schüler lange arbeiten lassen, ohne individuelle Rückmeldungen zu geben oder etwas im Plenum zusammenzufassen. Die Kinder wirkten teils auf sich allein gestellt, weshalb sie sich auch mit anderen Dingen als der eigentlichen Aufgabenstellung beschäftigten.

14.3.1 Zusammenfassung

Das Datenmaterial des dritten Untersuchungsdurchgangs ergab keine Anlässe, weitere Anpassungen der Lernumgebung durchzuführen.

Erneut wurde die Bedeutsamkeit des Designprinzips D_{5b} sichtbar mit der Notwendigkeit, dass Aufgabenformulierungen an den gewünschten Lernhandlungen ausgerichtet sein müssen. Obwohl der Lehrer in die Entwicklung der Unterrichtsstunde intensiv eingebunden war, wurden im konkreten Unterricht – unter bestimmten Rahmenbedingungen – derartige Details nicht beachtet, was dafür spricht, dass eine Lehrkraft, die die Lernumgebung erfolgreich umsetzen möchte, sehr genau auf den Einsatz der App vorbereitet werden muss. Der bereits erwähnte Leitfaden für Lehrerinnen und Lehrer soll dies unterstützen, indem in diesem bspw. auch begründet wird, warum bestimmte Aufgabenformulierungen geeignet und wichtig sind.

Im Anschluss können nun noch die offenen Änderungen an der App, die eines erhöhten Programmieraufwandes bedürfen, angegangen werden:



Abbildung 14.11: App-Version 4 ohne Steinkreis

App-Änderung ▷

Dass es den Steinkreis überhaupt gab, lag daran, dass alle Tiere in der App in einem sogenannten »View« liegen, über den auch die Skalierung, Drehung und Verschiebung der Gesamtsituation geregelt ist. Wird ein Tier außerhalb dieses Views geschoben, ist es im Anschluss nicht mehr greifbar. Beim Prototypen der App wurde dies so gelöst, dass das Tier bis zu einem bestimmten Abstand vom Mittelpunkt des Views geschoben werden darf, aber nicht weiter. Um dies für die Nutzerinnen und Nutzer nachvollziehbar zu machen, wurde der Steinkreis als Gestaltelement hinzugefügt. Durch eine etwas aufwendigere Umprogrammierung ist es nun möglich, die Situation »globaler« zu programmieren, so dass der Steinkreis nicht mehr nötig ist und die Tiere nun beliebig verschoben werden können. Dies kann auch unterstützend dahingehend wirken, dass Winkelfelder tatsächlich unendlich weit ausstrahlen. Damit wird auch Designprinzip D_1 inso-

A Aufspaltung in Aspekterarbeitung und Operieren mit Begriffsbestandteilen

A₂ Sicherstellung der Bedienbarkeit der App

B Trennung zwischen Realität und Mathematik

B₁ Modi für Realität und Mathematik

B₂ Darstellung unterstützt Herstellen von Bezügen

C Trennung zwischen Interaktionen und Einstellungen

C₁ Gesten sind spezifisch

C₂ Direkte Interaktion mit Objekten ausschließlich zum Operieren

D Passung zwischen Inhalt, Lernhandlung und Lernmodell/Repräsentation

D₁ Winkelfelddarstellung stets bis zum Rand

D₂ Sichtbarkeit von Objekten modusabhängig

D₃ Verhalten von Objekten modusabhängig

D₄ Verschiedene Gesten für verschiedenes Operieren

D_{5a} Initiierung und Unterstützung hilfreicher Handlungen zum Operieren mit Objekten

D_{5b} Vermeidung hemmender Handlungen beim Operieren mit Objekten

fern unterstützt, als dass es nun keine »künstliche Barriere« mehr für das Sichtfeld gibt.

Die zweite Änderung betrifft die Drehung der Winkelfelder im Winkelfeldmodus. Hier musste bisher das Winkelfeld angefasst werden, damit es um seinen Scheitelpunkt gedreht werden kann. Dazu musste das zu drehende Feld aber auch greifbar sein, also bei sich überlagernden Feldern teilweise sichtbar sein oder im Vordergrund liegen. Nun ist eine Drehgeste mit zwei Fingern möglich und es dreht sich immer dasjenige Feld, dessen Scheitelpunkt (mit gewisser Toleranz) im Mittelpunkt beider Finger liegt. Wie schon an vorheriger Stelle erwähnt, wird hier auf Prinzip D_4 zugunsten der Prinzipien A_2 bzw. D_{5b} verzichtet.

◁ App-Änderung

Tabelle 14.5 fasst die letzten Änderungen zusammen.

Änderungen	Bezug zu Designprinzipien
Steinkreis entfernt, Tiere beliebig bewegbar	D_1 unterstützt
Drehgeste im Winkelfeldmodus möglich	A_2/D_{5b} wiegen schwerer als D_4

Tabelle 14.5: Änderungen nach dem dritten Untersuchungsdurchgang

I	Tier ins Sichtfeld setzen	IV	Tier auf Sichtfeldgrenze setzen	■	K1: rein situativ
II	Tier außerhalb des Sichtfelds setzen	V	Tier entlang Sichtfeldgrenze bewegen	■	K2: situativ, aber kontextualisierbar
III	Tier im Sichtfeld bewegen	VI	Bestimmen der Rangfolge	■	K3: kontextuell, mit Situationsbezug
		VII	Erklären des Vorgehens	■	K4: rein kontextuell

15 Drittes Zwischenfazit

15.1 Diskussion der Erprobung

15.1.1 Reflexion der Methodik

Die vorgenommene Methodik war zumindest in den Unterrichtsphasen I bis V dahingehend hilfreich, die Lernumgebung derart anzupassen, dass die Schülerinnen und Schüler vermehrt verallgemeinerbare Lernhandlungen am Ausgangskonkretum durchführten. Die (nicht gewünschte) Nichtbeachtung einiger Änderungen im dritten Erprobungsdurchgang und deren negative Auswirkungen konnte dies noch einmal validieren.

Die Codierregeln und Ankerbeispiele führten insgesamt zu einer hohen Übereinstimmung der Codierungen von Erst- und Zweitcodierer. Tabelle 15.1 zeigt die Reliabilitätskoeffizienten für alle Durchgänge. Sowohl in den einzelnen Durchgängen als auch insgesamt liegt der Reliabilitätskoeffizient im Schnitt bei etwa 0,8. Der kleinste Reliabilitätskoeffizient beträgt 0,5, wobei insgesamt nur 8 von 46 Werten unter dem von Mayring (2000, Abs. 7) geforderten Wert von 0,7 liegen – bevor der Diskurs über die Codierung von Erst- und Zweitcodierer erfolgte. Wie den Tabellen im Anhang D zu entnehmen ist, ist beim Winkelfeldvergleich ein Großteil der Übereinstimmungen der fehlenden Sichtbarkeit von Lernhandlungen anzurechnen.

Positiver Effekt der Methodik

Intercoderreliabilität

↗ Tabellen zur Intercoderreliabilität, S. 289

Erste Erprobung									
Aspekterarbeitung	0,73	0,52	0,77	0,89	0,77	0,89	0,81	0,75	
Winkelfeldvergleich	0,73	0,79	0,90	0,91	0,60	0,99	0,96	0,69	
Zweite Erprobung									
Aspekterarbeitung	0,91	0,85	0,68	0,85	0,93	0,76			
Winkelfeldvergleich	0,85	0,82	0,77	0,87	0,94	0,86			
Dritte Erprobung									
Aspekterarbeitung	0,59	0,69	0,84	0,87	0,50	0,82	0,83	0,92	0,86
Winkelfeldvergleich	0,87	0,91	0,90	0,93	0,86	0,91	0,80	0,93	0,86

Tabelle 15.1: Reliabilitätskoeffizienten aller Durchgänge

Weniger hilfreich war das Vorgehen zum Auffinden einer besseren Durchführung der Phasen VI und VII, in der auch nach der dritten Erprobung noch nicht systematisch das gewünschte Verhalten sichtbar wurde, in den

Schwächen der Methodik

Winkelfeldmodus der App zu wechseln und diesen zielgerichtet zu nutzen. Insofern scheint das hier genutzte qualitative Setting eher dafür geeignet, konkrete Fehlentscheidungen zu identifizieren und sinnvolle Entscheidungen zu optimieren – weniger aber zum Finden *neuer* guter Designentscheidungen. Auch konnten beispielsweise mit der vorliegenden Methodik keine Gründe dafür gefunden werden, *warum* die Schülerinnen und Schüler nicht die erwünschten Lernhandlungen zeigen. Eventuell wären Interviews mit den Schülerinnen und Schülern über ihr Nutzungsverhalten oder ein Interview mit der Lehrkraft, der seine Schülerinnen und Schüler diesbezüglich besser einschätzen kann, an dieser Stelle hilfreich.

Codierung zu Bedienschwierigkeiten

Bei der induktiven Codierung zu den Bedienschwierigkeiten konnten die sichtbaren Probleme der Schülerinnen und Schüler eindeutig kategorisiert werden. Im ersten Untersuchungsdurchgang ergaben sich die in Tabelle 15.2 dargestellten Kategorien, die auch in den Folgedurchgängen unverändert genutzt werden konnten. Das erfolglose Zoomen als letzte dargestellte Kategorie tauchte dabei nur einmalig auf, weshalb es für die Auswertung in dieser Arbeit keine weitere Relevanz hatte.

Tabelle 15.2: Kategorien der Bedienschwierigkeiten

Kategorie durch Erstcodierer	Kategorie durch Zweitcodierer	finale Kategorie
Tier lässt sich nicht bewegen	kann Tier nicht bewegen	Tier lässt sich nicht bewegen
Tier am Rand	zieht Tier außerhalb des Steinkreises	Tier liegt außerhalb des Steinkreises
Tier lässt sich nicht drehen	kann Tier nicht drehen	Tier lässt sich nicht drehen
An- und Ausschalten funktioniert nicht	Tier kann nicht angemacht werden	An- und Ausschalten des Tieres funktioniert nicht
erfolgloses Zoomen, weil Tier berührt		erfolgloses Zoomen, weil Tier berührt wird

Das durchgeführte Vorgehen, Kategorien für die Bedienschwierigkeiten am Material zu bestimmen, war demnach übersichtlich und hilfreich bei der Analyse der Handlungen und insbesondere auch beim Aufdecken von Programmierfehlern – gerade im ersten Untersuchungsdurchgang.

- A Aufspaltung in Aspekterarbeitung und Operieren mit Begriffsbestandteilen
- A₂ Sicherstellung der Bedienbarkeit der App
- B Trennung zwischen Realität und Mathematik
- B₁ Modi für Realität und Mathematik
- B₂ Darstellung unterstützt Herstellen von Bezügen

- C Trennung zwischen Interaktionen und Einstellungen
- C₁ Gesten sind spezifisch
- C₂ Direkte Interaktion mit Objekten ausschließlich zum Operieren
- D Passung zwischen Inhalt, Lernhandlung und Lernmodell/Repräsentation
- D₁ Winkelfeldarstellung stets bis zum Rand

- D₂ Sichtbarkeit von Objekten modusabhängig
- D₃ Verhalten von Objekten modusabhängig
- D₄ Verschiedene Gesten für verschiedenes Operieren
- D_{5a} Initiierung und Unterstützung hilfreicher Handlungen zum Operieren mit Objekten
- D_{5b} Vermeidung hemmender Handlungen beim Operieren mit Objekten

15.1.2 Wirkung auf Designprinzipien

Die unterrichtliche Erprobung der entwickelten Lernumgebung hat gezeigt, dass die zuvor theoretisch entwickelten Designprinzipien in ihrer Struktur prinzipiell hilfreich waren, die App zu entwickeln und einen Unterricht zu gestalten, der zum Aufbau einer Ausgangsabstraktion zum Winkelfeld dienlich sein kann.

Von den Hauptprinzipien hat sich B als besonders wertvoll herauskristallisiert, von den Unterprinzipien konnten B_2 , D_2 und D_3 als bedeutsam bestimmt werden, die allesamt mit B gekoppelt sind. Weiterhin konnte nach dem ersten Durchgang das Designprinzip D_5 mittels der neuen Prinzipien D_{5a} und D_{5b} modifiziert werden und A_2 stellte ein weiteres neues Prinzip dar, das jedoch große Ähnlichkeiten mit D_{5b} aufweist, auch wenn es eher an der Unterrichtsstrukturierung als an den Bedienmöglichkeiten mit der App orientiert ist. Die Folgedurchgänge validierten die Bedeutung der neuen Prinzipien. Ebenso wurde sichtbar, dass die Prinzipien C_1 und D_4 hemmende Einflüsse haben können, wenn sich aus Ihnen Designentscheidungen ergeben haben, die die Schülerinnen und Schüler in der Bedienung der App einschränken. Damit kann es passieren, dass diese Prinzipien den Prinzipien A_2 und D_{5b} im Wege stehen. Die Aufdeckung derartiger Hürden ist ein wesentliches Ziel fachdidaktischer Entwicklungsforschung (Prediger & Link, 2012, S. 29). Kaum sichtbar geworden ist die Wirkung der Designprinzipien A, C_2 und D_1 . Dies soll jedoch nicht deren Bedeutsamkeit schmälern. Vielmehr ist aus den Untersuchungen heraus zumindest keine hemmende Wirkung erkennbar, so dass sie – theoretisch fundiert – weiterhin ihre Berechtigung haben.

Mit der Modifizierung, Neuentwicklung und Bedeutungsverschiebung einiger Designprinzipien bietet es sich an, diese noch einmal final zu strukturieren. Angelehnt an Euler (2014, S. 107) ist eine Operationalisierung in *Leitprinzipien* und *Umsetzungsprinzipien* sinnvoll.

Als leitend dienen dabei zunächst die vier bisherigen Hauptprinzipien. Wegen der vergleichbaren Bedeutsamkeit der »Trennung« von Realität und Mathematik und der Umsetzung in den »Modi« der App, wird Prinzip B etwas allgemeiner als »Unterscheidung« von Realität und Mathematik bezeichnet, während »Trennung« und »Modi« leitende Unterprinzipien sind. Zu Prinzip D sind v. a. die neu geschaffenen Prinzipien D_{5a} und D_{5b} leitende Unterprinzipien. Alle weiteren bisherigen Unterprinzipien dienen der Umsetzung. Bei Euler (2014, S. 109) sind diese noch einmal in Lehr- und Lernaktivitäten geclustert. In der hier vorliegenden Arbeit bietet sich eine Clusterung danach an, ob die Prinzipien die Darstellung von Objekten in der App betreffen, das Verhalten der App oder die Umsetzung im Unterricht.

Leitprinzipien	Umsetzungsprinzipien		
	Darstellung in App	Verhalten der App	Umsetzung im Unterricht
A Aufspaltung in Aspekterarbeitung und Operieren mit Begriffsbestandteilen			
B Unterscheidung in Realität und Mathematik	App hat Modi für Realität und Mathematik		
B _I Verdeutlichen der Trennung	Sichtbarkeit modusabhängig	Verhalten modusabhängig	
B _{II} Unterstützung zum Herstellen von Bezügen			
C Trennung zwischen Interaktionen und Einstellungen		direktes Interagieren mit Objekten nur für Lernhandlungen Gesten sind spezifisch	
D Passung zwischen Inhalt, Lernhandlung und Lernmodell/Repräsentation	Winkelfelddarstellung stets bis zum Rand		
D _I Initiierung und Unterstützung hilfreicher Handlungen		Verschiedene Gesten für verschiedenes Operieren	
D _{II} Vermeidung hemmender Handlungen			Sicherstellung der Bedienbarkeit der App

Tabelle 15.3: Finale Strukturierung der Designprinzipien

15.2 Beantwortung der dritten Forschungsfrage

Dritte Forschungsfrage:
Welche Designprinzipien sind geeignet für die Entwicklung einer Lernumgebung zur Ausbildung einer Ausgangsabstraktion zum Winkelfeld im Sinne der Erkenntnisse der zweiten Forschungsfrage und wie sieht diese Lernumgebung letztendlich aus?

Tabelle 15.3 zeigt die aus den letzten Kapiteln heraus entwickelten Designprinzipien, aufgeschlüsselt in Leit- und Umsetzungsprinzipien, für die Entwicklung einer Lernumgebung zur Ausbildung einer Ausgangsabstraktion beim Begriffsaspekt Winkelfeld. Farbig markiert sind sich ggf. widersprechende Prinzipien. Die Entscheidung darüber, welches Prinzip dabei bevorzugt wird, hängt von den gegebenen Rahmenbedingungen ab. In der im Rahmen dieser Arbeit untersuchten Klasse wurde die Sicherstellung der Bedienbarkeit und Vermeidung hemmender Handlungen als bedeutender angesehen als die Erfüllung verschiedener Gesten für verschiedene Operationen bzw. die Spezifität der Gesten. Als Rahmenbedingungen, unter denen die Designprinzipien und die Lernumgebung entwickelt wurden, sind zu nennen:

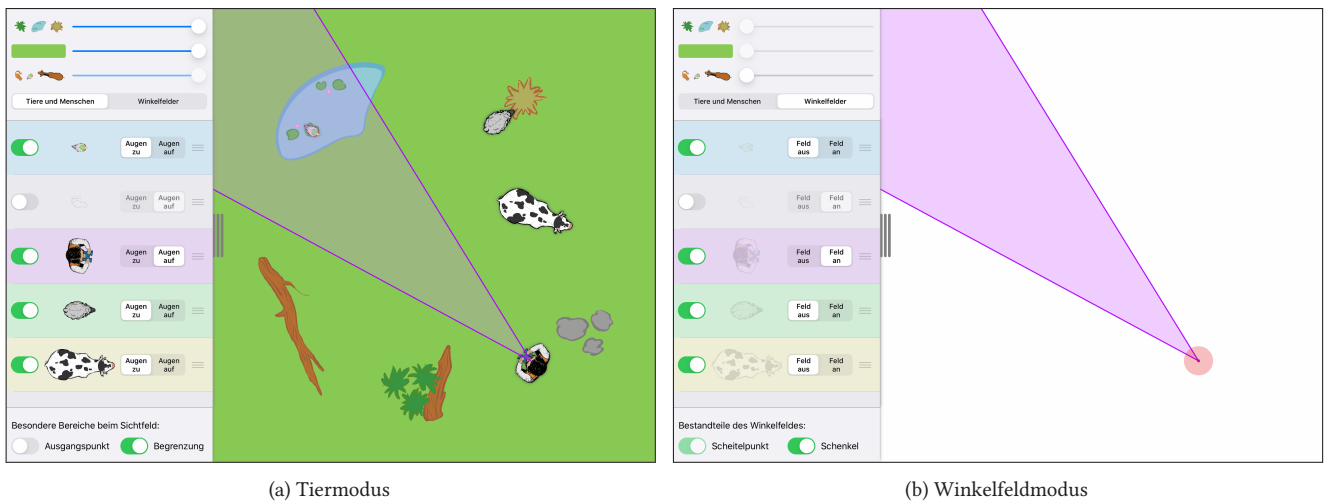
- ▶ Die Durchführung der Erprobung erfolgte bei drei Lerngruppen.
- ▶ Pro Lerngruppe erfolgten 90 Minuten Unterricht mit 6 bis 9 Schülerinnen und Schülern.

- ▶ Alle Schülerinnen und Schüler entstammten derselben Klasse (vierte Klassenstufe).
- ▶ Die Erprobung erfolgte beim Mathematiklehrer der Klasse, der eng in die Entwicklung der Lernumgebung eingebunden war.

Den einzelnen Zellen der Tabelle können nun weitere konkrete Designentscheidungen zugewiesen werden, so wie es bei der Entwicklung des Prototypen bzw. bei dessen Weiterentwicklung erfolgte. Die entstandene Lernumgebung besteht aus der App »Winkel-Farm« (Etzold, 2019a) und deren Einsatzszenarium im Mathematikunterricht einer vierten Klassenstufe. Auf eine erneute Beschreibung der finalen Lernumgebung soll an dieser Stelle verzichtet werden – diese ergibt sich aus den in dieser Arbeit dargestellten Entwicklungsprozessen und ist weiterhin in einem Leitfaden für Lehrerinnen und Lehrer (Etzold, 2019b) zusammengefasst.

↗ Prototyp, S. 111 ff.

↗ Änderungen des Prototypen, S. 148, 157 und 161



Der Leitfaden und die zugehörigen Unterrichtsmaterialien werden als offene Bildungsressourcen zur Verfügung gestellt, so dass eine wissenschaftliche sowie auch unterrichtspraktische Weiterentwicklung und Anpassung an konkrete Rahmenbedingungen gewährleistet werden kann.

Abbildung 15.1: Tier- und Winkelfeldmodus der finalen App-Version

16 Fazit

16.1 Zusammenfassung

In dieser Arbeit wurde der Versuch unternommen, von einem konkreten stofflichen Inhalt – dem Winkelbegriff – und der Tätigkeitstheorie als theoretischen Rahmen abzuleiten, welche Vorstellungen Schülerinnen und Schüler zu einzelnen Aspekten des Winkelbegriffs haben sollten, wie diese im Mathematikunterricht strukturiert ausgebildet werden können und wie am Ende eine Lernumgebung konkret aussehen kann, die diesen Prozess unterstützt.

Das gesamte Forschungsvorhaben orientierte sich am Forschungsansatz der Fachdidaktischen Entwicklungsforschung, die genauso wie ausgewählte Grundlagen der Tätigkeitstheorie in den Kapiteln 1 und 2 vorgestellt wurden.

Teil I dieser Arbeit widmete sich dem Winkelverständnis an sich. In Kapitel 3 wurden nationale wie internationale Ansätze diskutiert, wobei die Ergebnisse von Krainer (1989) mit den vier Winkelaspekten *Knick*, *Feld*, *Richtungsänderung* und *Umdrehung* leitend für den weiteren Verlauf dieser Arbeit waren. Der Abstraktionsstufenansatz von Mitchelmore und White (1998) aus *Winkelsituationen, -kontexten und -abstraktionen* war die zweite wesentliche Grundlage für das weitere Vorgehen. Beide Ansätze bildeten für Kapitel 4 die Motivation, eine *informationstheoretische Winkeldefinition* zu entwickeln. Aus der Frage heraus, welche Informationen benötigt werden, um einen Winkel zu beschreiben, erfolgte eine fachmathematische Analyse, die wiederum die vier Winkelaspekte nach Krainer bestärkte.

Teil I: Das Winkelverständnis

Ergebnis dieses ersten Teils der Arbeit, dargestellt in Kapitel 5, war die Aufschlüsselung der vier Winkelaspekte inkl. der jeweiligen Bedeutung einzelner Bestandteile des Winkels. Die Bedeutungen ergaben sich v. a. aus dem Entwicklungsprozess von Situationen über Kontexte zu Abstraktionen im Sinne von Mitchelmore und White.

In Teil II dieser Arbeit wurde auf theoretischer Ebene ermittelt, wie ein Lehrgang zum Aufbau des Winkelverständnisses unter der Annahme der vier Winkelaspekte und angelehnt an die diskutierten Abstraktionsstufen

Teil II: Ein Lehrgang zum Aufbau des Winkelverständnisses

aussehen kann. Hierfür wurden zunächst in Kapitel 6 *Entwicklungsmodelle geometrischen Denkens* diskutiert, insbesondere die von Piaget und Inhelder (1975) sowie van Hiele (1986), und mit weiteren Untersuchungen zum Winkelbegriff in Verbindung gebracht. Etwas allgemeiner widmete sich Kapitel 7 dem Begriffserwerb, wobei der Schwerpunkt dieses Kapitels in der Verknüpfung der *Grundvorstellungsidee* nach vom Hofe (1995) und der Lehrstrategie des *Aufsteigens vom Abstrakten zum Konkreten* (Lompcher, 1996) lag. So konnten wesentliche Orientierungspunkte für die Unterrichtsgestaltung gefunden werden, die in Kapitel 8 auf den Winkelbegriff hin angewendet wurden. Damit erfolgte zugleich eine Anpassung des Aufbaus einer Ausgangsabstraktion innerhalb der Lehrstrategie des Aufsteigens vom Abstrakten zum Konkreten am spezifischen mathematischen Gegenstandsbereich des Winkelbegriffs, was am Begriffsaspekt des *Winkelfeldes* noch einmal konkretisiert wurde.

Der zweite Teil schließt in seiner Zusammenfassung in Kapitel 9 mit einer Übersicht zur Erarbeitung der Ausgangsabstraktion beim Winkelfeld ab, indem zunächst Sichtfelder von Tieren beschrieben werden, aus diesen heraus die Bestandteile eines Winkelfeldes abstrahiert werden und anschließend über den Vergleich von Sichtfeldern das Operieren mit Winkelfeldern erfolgt. Dazu wurden *Lernhandlungen* entwickelt, die diesen Abstraktionsprozess leiten, und Bedingungen an ein *Lernmodell* formuliert, das den Prozess unterstützen soll. Die erfolgten Forderungen motivierten dabei die Entwicklung eines digitalen Lernmodells für den Einsatz im Unterricht.

Teil III: Entwicklung der Lernumgebung

In Teil III dieser Arbeit erfolgte schließlich die Entwicklung einer konkreten Lernumgebung – dies beinhaltet eine Tablet-App samt ihrer Einbindung in den Unterricht. Mit dem in Kapitel 10 beschriebenen *ACAT-Modell* von Ladel und Kortenkamp (2013) wurde eine Strukturierungshilfe vorgestellt, die den Entwicklungs- und Evaluationsprozess gliedert. Anschließend wurden – als Synthese aller bisherigen Überlegungen – *Designprinzipien* in Kapitel 11 formuliert, die leitend für die Entwicklung der Lernumgebung waren. In enger Zusammenarbeit mit dem Lehrer einer vierten Klasse wurde nun der Prototyp der Lernumgebung entwickelt, dargestellt in Kapitel 12. Dieser sollte gemeinsam mit den Designprinzipien evaluiert werden, wofür in Kapitel 13 ein qualitatives Setting ausgearbeitet wurde. Dieses bestand zunächst darin, die sichtbaren Lernhandlungen der Schülerinnen und Schüler in Abstraktionsstufen zu kategorisieren, wobei auf die *Semiotische Vermittlung* von Bartolini Bussi und Mariotti (2008) Bezug genommen wurde. Daraus wurden Muster und Auffälligkeiten identifiziert, um damit die Wirkung der Designprinzipien besser zu verstehen und letztere sowie auch die Lernumgebung weiterzuentwickeln. Die Erprobung über drei Zyklen wurde in Kapitel 14 dargestellt, was zu

einer Anpassung und Systematisierung der Designprinzipien sowie Optimierung der Lernumgebung führte, siehe Kapitel 15.

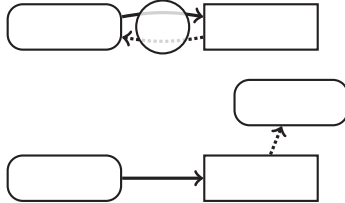
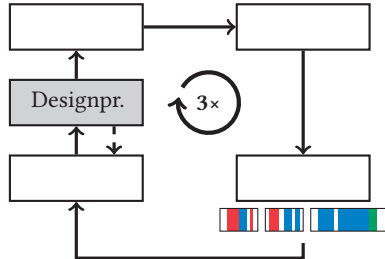
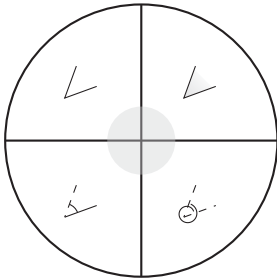
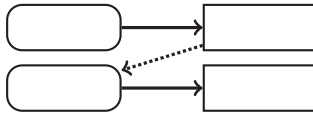
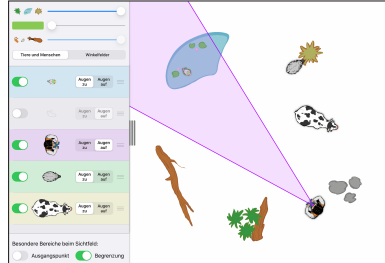
	Das Winkelverständnis	Ein Lehrgang zum Aufbau des Winkelverständnisses	Entwicklung der Lernumgebung
Wesentliche Theoriebezüge	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Winkelvorstellungen (Krainer, 1989) ▶ Winkelsituationen, -kontexte und -abstraktionen (Mitchelmore & White, 1998) 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Grundvorstellungsidee (vom Hofe, 1995) ▶ Aufsteigen vom Abstrakten zum Konkreten (Lompscher, 1996) 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ ACAT (Ladel & Kortenkamp, 2013) ▶ Semiotische Vermittlung (Bartolini Bussi & Mariotti, 2008)
Schwerpunkt im Forschungsprozess	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Informationstheoretische Winkeldefinition $W = (z, r, \varphi)$ 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Verknüpfung der Theorien 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Qualitatives Setting 
Ergebnisse ↗ S. 53, 91, 166	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Winkelaspekte mit Betonung der Bestandteile 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Vorgehen ▶ Lernhandlungen ▶ Forderungen an Lernmodell 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Designprinzipien A, B, B_I, B_{II}, C, D, D_I, D_{II} ▶ Lernumgebung 

Tabelle 16.1: Schematische Darstellung der Forschungsarbeit

Tabelle 16.1 stellt diese Zusammenfassung noch einmal schematisch dar und verweist dabei auf die wesentlichen Theoriebezüge, Schwerpunkte im Forschungsprozess und die konkreten Ergebnisse der drei Teile dieser Arbeit.

↗ Charakteristika Fachdidaktischer Entwicklungsforschung, S. 17

16.2 Diskussion des Forschungsansatzes

Zur Diskussion des Forschungsansatzes der Fachdidaktischen Entwicklungsforschung sollen dessen charakteristische Merkmale nach van den Akker et al. (2013, S. 20) in Bezug zur vorliegenden Forschungsarbeit gesetzt werden.

- ▶ Die Forschung war *interventionistisch*, also zielte auf das Designen einer Intervention in einem realistischen Setting. Der Unterricht, in dem die Lernumgebung erprobt wurde, wurde in einer vierten Klassenstufe durchgeführt, wobei für die einzelnen Erprobungszyklen jeweils ein Drittel der Kinder von deren Mathematiklehrer unterrichtet wurde. Die geringere Gruppengröße und die Tatsache der Videoaufzeichnung waren demnach die einzigen Abweichungen zum üblichen Unterrichtsvorgehen in der Klasse. Der Einsatz von Tablets gehört für die Schülerinnen und Schüler zum Unterrichtsalltag, auch die Anwesenheit von Gästen der Universität ist nichts Ungewöhnliches.
- ▶ Die Forschung war *iterativ*. Nach einer stoffdidaktischen Analyse und theoretischen Auseinandersetzung mit dem Begriffserwerb im Mathematikunterricht wurden Designprinzipien und daraus ein erster Prototyp der Lernumgebung entwickelt. Mithilfe der Erfahrungen aus einer dreizyklischen Erprobung wurden diese Prinzipien, die App und deren Einsatz im Unterricht mehrfach angepasst.
- ▶ Die Forschung war *prozessorientiert* in dem Sinne, dass Sie auf die Entwicklung der Designprinzipien und der Lernumgebung zielte. Demnach standen nicht die Leistungen einzelner Schülerinnen und Schüler im Fokus, sondern die Bestimmung der Qualitäten der Lernhandlungen diente in erster Linie der Strukturierung des Materials, um den Einsatz der Lernumgebung genauer untersuchen zu können.
- ▶ Die Forschung war *nutzenorientiert*. Die entwickelte Lernumgebung ist – auch dank eines zusätzlich erstellten Leitfadens für Lehrerinnen und Lehrer – sofort im Unterricht einsetzbar mit dem für die Primar- bzw. Orientierungsstufe angebrachten Lerninhalt des Winkelfeldes.
- ▶ Die Forschung war *theorieorientiert*. Das Design der Lernumgebung bezieht sich auf die Grundvorstellungsidee und tätigkeitstheoretische Grundlagen, insbesondere die Lehrstrategie des Aufsteigens vom Abstrakten zum Konkreten. Auch die stoffdidaktische Auseinandersetzung fußt auf vielfältige theoretische Hintergründe. Gleichzeitig diente die Forschung auch der Bildung lokaler Theorien. Dabei sind die informationstheoretische Winkeldefinition und die Anpassung der Lehrstrategie beim Winkelbegriff hervorzuheben. Für die Entwicklung digital gestützter Lernumgebungen können die hier hervorgebrachten Designprinzipien ebenfalls als

Grundlage einer möglichen Generalisierung dienen und damit einen Aufschlag weiterer theoriegenerierender Erkenntnisse darstellen. Die Theoriebildung erfolgte demnach im vorliegenden Fall in erster Linie im Rahmen der Entwicklung des Prototypen und erst in zweiter Linie als Produkt der mehrzyklischen Intervention.

► Die Forschung *bezog Praktiker/-innen ein*. Hier ist v. a. die intensive Zusammenarbeit mit dem Lehrer der Klasse zu erwähnen, bei dem die Lernumgebung erprobt worden ist. Als Ausgangskonkretum Sichtfelder von Tieren zu nutzen, war beispielsweise sein Vorschlag, so dass er einen wesentlichen Beitrag zur letztlichen Gestaltung der Lernumgebung lieferte. Auch die Erfahrungen zu Schwierigkeiten bei der Umsetzung konnten genutzt werden, um den Leitfaden zur Lernumgebung zu erstellen und so ihre Verbreitung und ihren erfolgreichen Einsatz zu ermöglichen.

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass die diskutierten Charakteristika erfüllt wurden und das Forschungsvorgehen den Bedingungen der Fachdidaktischen Entwicklungsforschung genügt. Der Ansatz erwies sich als gewinnbringend, strukturiert der Frage der Entwicklung einer Lernumgebung nachzugehen und gleichermaßen auf theoretische Grundlagen aufzubauen sowie den Blick der Praxis zu bewahren. Das im dritten Teil genutzte qualitative Setting konnte die zuvor theoretisch bestimmten Designprinzipien bestätigen und spezifizieren sowie die Lernumgebung optimieren, war dabei jedoch kaum kreativitätsfördernd, neue Ideen für eine bessere Umsetzbarkeit gewünschter Lernhandlungen beim Winkelfeldvergleich zu generieren. Um auch dies erreichen zu können, wäre eine methodische Anpassung nötig, was im Rahmen des Forschungsansatzes dank dessen methodischer Offenheit auch möglich ist.

16.3 Ausblick

Im Laufe der Entwicklung der Lernumgebung erfolgte eine fortlaufende Einschränkung der zugrundeliegenden theoretischen Bezüge, um die Praktikabilität der Erkenntnisgewinnung zu gewährleisten. So wurde im Abstraktionsstufenmodell von Mitchelmore und White (1998) nur der Übergang von den Winkelsituationen zu den -kontexten betrachtet, nicht der von den -kontexten zu den -abstraktionen. Hinsichtlich der Winkelaspekte, angelehnt an Krainer (1989), erfolgte nur eine Betrachtung am Winkelfeld. In der Lehrstrategie des Aufsteigens vom Abstrakten zum Konkreten (Lompscher, 1996) wurde nur der erste Teil, also die Gewinnung der Ausgangsabstraktion, näher betrachtet und entsprechend angepasst. Dies führt zu vielfältigen Anknüpfungspunkten, die in weiteren Untersuchungen von Interesse sein könnten:

An dieser Stelle richte ich ein Dankeschön an den Lehrer der Untersuchungsklasse, dessen Unterstützung für mich enorm gewinnbringend bei der Entwicklung und Erprobung der Lernumgebung war.

Winkelbegriff

- ▶ Wie kann der *eigentliche* Aufstieg vom Abstrakten zum Konkreten, also das Abarbeiten von Konkretisierungsreihen, aussehen? Welche Beispiele sind hierfür geeignet, inwieweit kann das Lernmodell dafür behilflich sein oder muss es ggf. angepasst werden?
- ▶ Inwieweit sind ähnliche Vorgehensweisen auch für die anderen Winkelaspekte möglich? Können möglicherweise existierende Lernumgebungen (z. B. Clements et al., 1996; Browning et al., 2007; Crompton, 2015; Kaur, 2017) derart adaptiert werden, dass sie mit der (angepassten) Lehrstrategie kompatibel sind?
- ▶ Wie sieht letztlich der Übergang von den Winkelkontexten zu den Winkelabstraktionen aus? Welche Rolle kann hier die informationstheoretische Winkeldefinition bei der Entwicklung eines entsprechenden Lehrganges spielen und ist tatsächlich *eine* allgemeine Winkeldefinition angestrebt?

Diese offenen Fragen machen einmal mehr deutlich, dass die hier vorliegende Arbeit nur einen kleinen Ausschnitt der unterrichtlichen Behandlung des Winkelbegriffs bieten kann, aber ein theoretisches und auch methodisches Fundament zur Verfügung stellen könnte, die weiteren Fragen anzugehen.

Designprinzipien

Ein weiteres Feld ist die Frage nach der Generalisierung der entwickelten Designprinzipien. Die aus ihnen heraus entwickelte Lernumgebung wurde in einem realistischen Kontext unter ganz spezifischen Rahmenbedingungen erprobt, weshalb eine Generalisierung der damit angepassten Designprinzipien grundsätzlich kritisch betrachtet werden sollte. Die Frage, »inwiefern [...] fallbezogene Erfahrungen und Erkenntnisse generalisiert werden« können, ist grundsätzlicher Natur bei diesem Forschungsansatz (Euler, 2014, S. 97), weshalb an dieser Stelle aus der Genese der Leitprinzipien heraus diskutiert werden soll, wie hoch deren Generalisierungspotenzial ist:

A: Aufspaltung in Aspekterarbeitung und Operieren mit Begriffsbestandteilen

- ▶ Das Designprinzip A ergab sich in erster Linie aus den theoretischen Überlegungen beim Übergang von Winkelsituationen zu Winkelkontexten, unabhängig vom betrachteten Winkelaspekt. Bei der Untersuchung zur Übertragbarkeit auf andere Winkelaspekte könnte auf Tabelle 8.1, S. 85, zurückgegriffen werden, in der dargestellt ist, welches Operieren bei den einzelnen Aspekten besonders bedeutsam ist.

B: Unterscheidung in Realität und Mathematik

B_I: Verdeutlichen der Trennung

B_{II}: Unterstützung zum Herstellen von Bezügen

- ▶ Ähnlich verhält es sich mit den Designprinzipien B, B_I und B_{II}, die den Übergang zwischen Winkelsituation und Winkelkontext im Fokus haben. Bei der Untersuchung der Übertragbarkeit auf den Übergang zwischen Winkelkontext und Winkelabstraktion kann hier bspw. die Frage

gestellt werden, inwieweit dann eine solche Trennung überhaupt möglich bzw. sinnvoll wäre.

- ▶ Designprinzip C wiederum weist zunächst keinerlei Bezüge zum Winkelbegriff auf und ist auch in erster Linie aus den tätigkeitstheoretischen Grundlagen heraus entstanden, dabei insbesondere aus der Betrachtung von Handlungen und Operationen. Dieses Designprinzip hätte also durchaus Potenzial, unabhängig vom konkreten Gegenstandsreich Geltung zu erlangen.
- ▶ Stark geprägt von der konkreten Unterrichtssituation waren die dem Designprinzip D zugeordneten Prinzipien D_I und D_{II} . Hier zeigte sich schon innerhalb der Untersuchung der Bedarf zur Abwägung zwischen verschiedenen Prinzipien, insbesondere D_{II} mit dem Umsetzungsprinzip »Sicherstellen der Bedienbarkeit der App« gegenüber den Umsetzungsprinzipien »Verschiedene Gesten für verschiedenes Operieren« (zu D_I) und »Gesten sind spezifisch« (zu C). Im vorliegenden Fall wurde D_{II} stärker gewichtet, was jedoch per se nicht für jede Lerngruppe und jede Lehrperson gelten muss. Auch hängt die Entscheidung stark von der Wichtung konkreter Lern- und Lehrziele ab, worauf bspw. Euler (2014, S. 105 f.) aufmerksam macht. Hier bieten sich also genauere Untersuchungen an, unter welchen Bedingungen welche Designprinzipien eine stärkere Wichtung erfahren und inwiefern dies generalisierbar ist.

Die allgemeine Formulierung von Prinzip D dagegen ist wieder den tätigkeitstheoretischen Grundlagen entnommen, was eine hohe Generalisierbarkeit vermuten lässt. Stark vom betrachteten Winkelaspekt abhängig ist offenkundig das dem Leitprinzip D untergeordnete Umsetzungsprinzip »Winkelfeld Darstellung stets bis zum Rand«.

Insofern zeigen die Designprinzipien ein unterschiedliches Generalisierungspotenzial, was zu vielfältigen Anknüpfungspunkten für weiterführende Untersuchungen führen kann.

Damit möchte ich den inhaltlichen Teil dieser Arbeit schließen und hoffe, für die interessierten Leserinnen und Leser vielfältige Anregungen zum Denken, Arbeiten, Unterrichten und Forschen gegeben zu haben.

16.4 Danke!

Zum Abschluss dieser Arbeit möchte ich Danke sagen.

Die Gefahr einer solchen Danksagung ist ja stets, dass man bei der namentlichen Nennung entweder Personen vergisst oder – wenn man versucht,

C: Trennung zwischen Interaktionen und Einstellungen

D: Passung zwischen Inhalt, Lernhandlung und Lernmodell/Repräsentation

D_I : Initiierung und Unterstützung hilfreicher Handlungen

D_{II} : Vermeidung hemmender Handlungen

dies zu verhindern – es zu einer Aufzählung ausufert, die ihrem Ziel nicht gerecht wird.

Daher möchte ich, dass sich hiermit die Menschen, die mich auf dem Weg zum Abschluss meiner Dissertation begleitet haben, von selbst persönlich angesprochen fühlen.

Ich bedanke mich bei meiner Familie, meinen Freundinnen und Freunden. Auch wenn ihr nicht direkt am Inhalt dieser Arbeit beteiligt wart, so habt ihr mich doch geprägt und mein Denken über Schule, über das Lernen, über Menschen und damit letztlich diese Arbeit beeinflusst.

Ich bedanke mich bei meinen Arbeitskolleginnen und -kollegen. Eure Ehrlichkeit, eure Kritik, eure Unterstützung hat mir geholfen, »am Ball zu bleiben«, immer und immer wieder über Zusammenhänge nachzudenken und diese zu überdenken. Uns sind grundsätzliche Ansichten über unsere Arbeit gemein: die Liebe zum Detail und zur Ästhetik, das Bedürfnis nach Authentizität, die Freude am Tun. Mit euch haben sich Freundschaften entwickelt, so dass ihr auch außerhalb des Büros eine hohe Bedeutung für mich habt.

Mein Dank gilt auch den Kolleginnen und Kollegen anderer Arbeitsbereiche sowie anderer Hochschulen und Universitäten. In persönlichen Gesprächen und auf Tagungen gabt ihr und gaben Sie mir wertvolle Hinweise und neue Perspektiven.

Ebenso geprägt haben mich meine Ausbilderinnen und Ausbilder im Studium sowie im Referendariat. Sie haben und ihr habt dazu beigetragen, einen ganz bestimmten Blick auf das Unterrichten zu entwickeln, der letztlich auch in die Darstellung dieser Arbeit mit eingeflossen ist. Vielen Dank dafür.

Zuletzt und ganz besonders möchte ich mich aber bei dir, Ulli, bedanken. Du hast mich in den letzten Jahren immer wieder unterstützt, gefördert, gefordert. Ich hatte nie das Gefühl, unter Druck gesetzt worden zu sein oder eine Aufgabe erledigen zu *müssen*. Bei dir fühlte ich mich frei, du hast meine Arbeit gewürdigt, Kritik immer so formuliert, dass ich sie verstanden habe und sie mich weiter brachte. Und nicht zuletzt war unsere Zusammenarbeit und dein Humor auch in den wenigen schwierigen Phasen ein wichtiger Anker für mich. Danke!

Verzeichnisse

Abbildungsverzeichnis

2.1	Instrumentelle Methode	20
2.2	Schematische Darstellung der psychischen Entwicklung	22
2.3	Struktur der Tätigkeit	24
3.1	»Winkeldiagramme«	34
4.1	Spiegelung eines informationstheoretischen Winkels	42
4.2	Logarithmen w_k für $z = 2 + 2i = \sqrt{8} e^{i\frac{\pi}{4}}$	44
4.3	Unstetigkeit des Logarithmus	45
4.4	Imaginärteil des Hauptzweiges des Logarithmus	47
4.5	Riemannsche Fläche des Logarithmus	47
4.6	Gebiet, auf dem ein Zweig des Logarithmus existiert	47
4.7	Rekursive Winkelmaßbestimmung	49
4.8	Periodenübergang vom I. zum IV. Quadranten	51
6.1	Konfiguration zum Übertragen eines Winkels	61
6.2	Schildkrötenverhalten bei LOGO	63
6.3	Winkelmodelle	66
6.4	Abstraktionsmodell mit den vier Winkelkontexten	70
7.1	Grundvorstellungsidee	71
7.2	Ausbilden von Grundvorstellungen	74
7.3	Aufsteigen vom Abstrakten zum Konkreten	76
8.1	Gegenüberstellung der verwendeten theoretischen Modelle	83
8.2	Erarbeitung der Ausgangsabstraktion bei Winkelaspekten	84
8.3	Berechnung der Winkelhalbierenden eines informationstheoretischen Winkels	88
9.1	Erarbeitung der Ausgangsabstraktion beim Winkelfeld	91
10.1	ACAT-Modell	97
10.2	Struktur der menschlichen Tätigkeit	98
10.3	Grundidee der Instrumentellen Genese	102
11.1	Verschieben einzelner Tiere und der Gesamtsituation	107
11.2	Darstellung des Winkelfeldes bis zum Displayrand	108
12.1	Darstellung der App-Version 1	112
12.2	Vergleich von Tier- und Winkelfeldmodus der App-Version 1	113

12.3	Sich teilweise überlappende Winkelfelder	114
12.4	Arbeitsblatt zur Aspekterarbeitung	117
12.5	Arbeitsblatt zum Winkelfeldvergleich	119
13.1	Untersuchungsplan	121
13.2	Nachträgliche Zeiteinheiten zu bestehender (fiktiver) Codierung	132
14.1	Codierung der Aspekterarbeitung in der ersten Erprobung	137
14.2	Vergleich der Tier-Ausgangspositionen in den App-Versionen 1 und 2	140
14.3	Codierung des Winkelfeldvergleichs in der ersten Erprobung	143
14.4	Vergleich der Tier-/Feld-Schalter in den App-Versionen 1 und 2	144
14.5	Ungünstige Position der Kinder im Raum	146
14.6	Codierung der Aspekterarbeitung in der zweiten Erprobung	151
14.7	Vergleich der Schalter in den App-Versionen 2 und 3	154
14.8	Codierung des Winkelfeldvergleichs in der zweiten Erprobung	155
14.9	Codierung der Aspekterarbeitung in der dritten Erprobung	158
14.10	Codierung des Winkelfeldvergleichs in der dritten Erprobung	158
14.11	App-Version 4 ohne Steinkreis	160
15.1	Tier- und Winkelfeldmodus der finalen App-Version	167

Tabellenverzeichnis

1.1	Charakteristika von Entwicklungsforschung	17
2.1	Leben und Wirken ausgewählter Vertreter der Tätigkeitstheorie	19
2.2	Bezeichnungen zur Instrumentellen Methode	20
2.3	Hierarchie der Tätigkeiten im Deutschen, Russischen und Englischen	24
4.1	Umrechnungen verschiedener Abweichungsmaße	41
4.2	»Teilweise« Gleichheit von Winkeln	43
4.3	Kontextabhängige Äquivalenz zweier Winkel	44
6.1	Entwicklungsstadien nach Piaget	57
6.2	Klassifikation physikalischer Winkelsituationen	64
7.1	Grundvorstellungen zum Zahlbegriff	73
7.2	Schema für Grundvorstellungen zu Aspekten und Operationen	73
7.3	Verinnerlichen von Handlungen und Aufbau von Grundvorstellungen	79
7.4	Aufsteigen vom Abstrakten zum Konkreten und Grundvorstellungs- idee	82
8.1	Aspekte und Operieren	85
8.2	Lernhandlungen zur Erarbeitung der Winkelfeldbestandteile	87
8.3	Lernhandlungen zum Winkelfeldvergleich	89
12.1	App-Bedingungen und Designprinzipien	115
12.2	Zeitplanung der Unterrichtsphasen	120
12.3	Unterrichtphasen mit Aufbau von Lernhandlungen	120
13.1	Zeichenkategorien und ihre Bedeutungsebenen	123
13.2	Kategoriensystem zur Codierung der geäußerten Zeichen	126
13.3	Ankerbeispiele und Codierregeln zum deduktiven Kategoriensystem	129
13.4	Kombinationsmöglichkeiten vergebener Codes	133
13.5	Nahezu identische Code-Verteilungen	134
14.1	Veränderte Winkelfeldmaße von Version 1 zu Version 2	143
14.2	Änderungen vom ersten zum zweiten Untersuchungsdurchgang	148
14.3	Erweiterung der Ankerbeispiele	150
14.4	Änderungen vom zweiten zum dritten Untersuchungsdurchgang	157
14.5	Änderungen nach dem dritten Untersuchungsdurchgang	161
15.1	Reliabilitätskoeffizienten aller Durchgänge	163

15.2	Kategorien der Bedienschwierigkeiten	164
15.3	Finale Strukturierung der Designprinzipien	166
16.1	Schematische Darstellung der Forschungsarbeit	171

Literaturverzeichnis

- Akker, J. van den, Bannan, B., Kelly, A. E., Nieveen, N. & Plomp, T. (2013). *Educational Design Research. Part A: An introduction* (T. Plomp & N. Nieveen, Hrsg.). Enschede, Netherlands Insitute for Curriculum Development. (↗ S. 16, 17, 172).
- Alfred Dietz. (2016, 2. Oktober). In *Madipedia*. https://madipedia.de/index.php?title=Alfred_Dietz&oldid=25836. (↗ S. 13)
- Bartolini Bussi, M. G. & Mariotti, M. A. (2008). Semiotic mediation in the mathematics classroom. Artifacts and signs after a Vygotskian perspective. In L. D. English (Hrsg.), *Handbook of International Research in Mathematics Education* (2nd revised edition, S. 746–783). New York, London, Routledge / Taylor Francis Group. <https://doi.org/10.4324/9780203930236.ch28>. (↗ S. 122–124, 170, 171)
- Bausch, I., Pinkernell, G. & Schmitt, O. (Hrsg.). (2015). *Unterrichtsentwicklung und Kompetenzorientierung. Festschrift für Regina Bruder*. Münster, WTM. (↗ S. 13).
- Blum, W. & Leiß, D. (2005). Modellieren im Unterricht mit der „Tanken“-Aufgabe. *mathematik lehren*, (128), 18–21 (↗ S. 88).
- Brennan, R. L. & Prediger, D. J. (1981). Coefficient Kappa: Some Uses, Misuses, and Alternatives. *Educational and Psychological Measurement*, 4(3), 687–699 (↗ S. 134).
- Browning, C. A., Garza-Klingt, G. & Sundling, E. H. (2007). What’s Your Angle on Angles? *Teaching Children Mathematics*, 14(5), 283–287 (↗ S. 35, 174).
- Christos, M. & Georgios, T. (2007). 6th to 7th Grade Pupils and Primary Teachers’ Perceptions Regarding the Natur of Angles and their Measurement Units. *Proceedings of CIEAEM 59. Mathematical Activity in Classroom Practice and as Research Object in Didactics: Two Complementary Perspectives* (↗ S. 34).
- Clements, D. H. & Battista, M. T. (1989). Learning of Geometric Concepts in a Logo Environment. *Journal for Research in Mathematics Education*, 20(5), 450–467. <https://doi.org/10.2307/749420> (↗ S. 63, 86)
- Clements, D. H., Battista, M. T., Sarama, J. & Swaminathan, S. (1996). Development of Turn and Turn Measurement Concepts in a Computer-Based Instructional Unit. *Educational Studies in Mathematics*, 30, 313–337. <https://doi.org/10.1007/BF00570828> (↗ S. 35, 174)
- Close, G. S. (1982). *Children’s Understanding of Angle at the Primary/Secondary Transfer Stage* (Dissertation). Polytechnic of the South Bank, 1982. (↗ S. 34)

- Crompton, H. (2015). Understanding Angle and Angle Measure: A Design-Based Research Study Using Context Aware Ubiquitous Learning. *International Journal of Technology in Mathematics Education*, 22(1), 19–30 (↗ S. 35, 68, 86, 174).
- Davydov, Vasilij Vasil'evič (psiholog). (2021, 20. März). In *Vikipediâ*. [https://ru.wikipedia.org/w/index.php?title=Давыдов,_Василий_Васильевич_\(психолог\)&oldid=113089213](https://ru.wikipedia.org/w/index.php?title=Давыдов,_Василий_Васильевич_(психолог)&oldid=113089213). (↗ S. 19)
- Dawydow, W. (1977). *Arten der Verallgemeinerung im Unterricht. Logisch-psychologische Probleme des Aufbaus von Unterrichtsfächern* (E. Drefenstedt, W. Preuß, G. Schulze & G. Stöhr, Hrsg.). Berlin, Volk und Wissen. (↗ S. 19, 75, 76).
- Matos, J. M. L. de. (1999). *Cognitive Models for the Concept of Angle* (Dissertation). University of Georgia, 1999. (↗ S. 34)
- Dohrmann, C. (2018). Herausforderungen bei der Winkelmessung. *mathematik lehren*, (210), 20–23 (↗ S. 68).
- Dohrmann, C. & Etzold, H. (2018). Tätigkeitstheoretische Begriffsbildung – ACAT-basierte Entwicklung von Material am Beispiel des Winkelfeldes. In Fachgruppe Didaktik der Mathematik der Universität Paderborn (Hrsg.), *Beiträge zum Mathematikunterricht 2018. Vorträge zur Mathematikdidaktik und zur Schnittstelle Mathematik/Mathematikdidaktik auf der gemeinsamen Jahrestagung GDM und DMV 2018 (52. Jahrestagung der Gesellschaft für Didaktik der Mathematik)* (S. 449–452). Münster, WTM. <https://doi.org/10.17877/DE290R-19296>. (↗ S. 97, 102)
- Engeström, Y. (2011). *Lernen durch Expansion* (F. Seeger, Hrsg.; 2., stark erweiterte Aufl.). Berlin, Lehmanns. (↗ S. 98).
- Engeström, Y. (2015). *Learning by Expanding. An Activity-Theoretical Approach to Development Research* (2. Aufl.). New York, Cambridge University Press. (↗ S. 98).
- Etzold, H. (2016). Guck hier - guck dort. Das Klassenzimmer aus verschiedenen Blickwinkeln betrachtet. *Grundschulunterricht Mathematik*, (3), 30–34 (↗ S. 58).
- Etzold, H. (2017). Winkel aus der Sicht von Informationen. In A. Filler & A. Lambert (Hrsg.), *Von Phänomenen zu Begriffen und Strukturen / Konkrete Lernsituationen für den Geometrieunterricht. Vorträge auf der 32. Herbsttagung des Arbeitskreises Geometrie in der Gesellschaft für Didaktik der Mathematik vom 11. bis 13. September 2015 und auf der 33. Herbsttagung vom 09. bis 11. September 2016 in Saarbrücken* (S. 35–44). Hildesheim, Franzbecker. (↗ S. 40).
- Etzold, H. (2019a). *Winkel-Farm* [App]. Abgerufen am 23. Februar 2020 von <https://apps.apple.com/de/app/winkel-farm/id1369585218>. (↗ S. 16, 167)
- Etzold, H. (2019b). *Winkel-Farm. Leitfaden für Lehrerinnen und Lehrer*. Abgerufen am 28. Oktober 2019 von <https://dlgs.uni-potsdam.de/oer/winkelfarm-leitfaden>. (↗ S. 16, 167)
- Etzold, H., Kortenkamp, U. & Ladell, S. (2018). ACAT-Review-Guide – Ein tätigkeitstheoretischer Blick auf die Beurteilung von Mathematik-Apps. In S. Ladell, U. Kortenkamp & H. Etzold

- (Hrsg.), *Mathematik mit digitalen Medien – konkret. Ein Handbuch für Lehrpersonen der Primarstufe* (Lernen, Lehren und Forschen mit digitalen Medien, S. 91–97). Münster, WTM. <https://doi.org/10.37626/GA9783959870788.0.07>. (↗ S. 21, 99)
- Euler, D. (2014). Design Principles als Kristallisationspunkt für Praxisgestaltung und wissenschaftliche Erkenntnisgewinnung. In D. Euler & P. F. E. Sloane (Hrsg.), *Design-Based Research* (S. 97–112). Stuttgart, Franz Steiner Verlag. (↗ S. 165, 174, 175).
- Feldt-Caesar, N. (2017). *Konzeptualisierung und Diagnose von mathematischem Grundwissen und Grundkönnen. Eine theoretische Betrachtung und exemplarische Konkretisierung am Ende der Sekundarstufe II*. Wiesbaden, Springer Spektrum. <https://doi.org/10.1007/978-3-658-17373-9>. (↗ S. 27)
- Filler, A. (2011). *Zusammenfassende Notizen zu der Vorlesung Didaktik der Elementargeometrie*. Abgerufen am 30. September 2015 von http://didaktik.mathematik.hu-berlin.de/files/did_elemgeo-skript.pdf. (↗ S. 40)
- Flick, U. (2010). Triangulation. In G. Mey & K. Mruck (Hrsg.), *Handbuch Qualitative Forschung in der Psychologie* (S. 278–289). Wiesbaden, VS Verlag für Sozialwissenschaften. https://doi.org/10.1007/978-3-531-92052-8_19. (↗ S. 135)
- Franke, M. & Reinhold, S. (2016). *Didaktik der Geometrie. In der Grundschule* (3. Aufl.). Berlin, Heidelberg, Springer Spektrum. (↗ S. 58).
- Freudenthal, H. (1973). *Mathematik als pädagogische Aufgabe. Band 2*. Stuttgart, Klett. (↗ S. 31–34, 36, 37, 43).
- Friesen, M. (o. J.). *Die komplexen Logarithmen*. Abgerufen am 28. Oktober 2019 von <https://www.math.uni-bielefeld.de/~mfriesen/files/ft/logarithmen.pdf>. (↗ S. 45, 46)
- Frøyshov, K. A. & Jurke, B. (2011). *Komplexe Analysis und Geometrie*. Abgerufen am 28. Oktober 2019 von https://benjaminjurke.com/content/lectures/canageom_froyshov.pdf. (↗ S. 45, 47)
- Fuys, D., Geddes, D. & Tischler, R. (1988). The Van Hiele Model of Thinking in Geometry among Adolescents. *Journal for Research in Mathematics Education. Monograph*, 3, i+1–196. <https://doi.org/10.2307/749957> (↗ S. 59, 60)
- Fyhn, A. B. (2006). A climbing girl's reflections about angles. *The Journal of Mathematical Behavior*, 25(2), 91–102. <https://doi.org/10.1016/j.jmathb.2006.02.004> (↗ S. 35)
- Giest, H. (2004). The formation experiment in the age of hypermedia and distance learning. *European Journal of Psychology of Education*, 19(1), 45–64. <https://doi.org/10.1007/BF03173236> (↗ S. 17)
- Giest, H. (2016a). Kulturhistorische Didaktik und Bildungstheorie. *Journal für tätigkeitstheoretische Forschung in Deutschland*, (14), 24–48 (↗ S. 13).
- Giest, H. (2016b). Tätigkeitstheoretische bzw. kultur-historisch orientierte Didaktik. *Journal für tätigkeitstheoretische Forschung in Deutschland*, (14), 13–23 (↗ S. 79).

- Giest, H. & Lompscher, J. (2004). Tätigkeitstheoretische Überlegungen zu einer neuen Lernkultur. *Sitzungsberichte der Leibniz-Sozietät*, (72), 101–123 (↗ S. 13).
- Giest, H. & Lompscher, J. (2006). *Lerntätigkeit – Lernen aus kultur-historischer Perspektive. Ein Beitrag zur Entwicklung einer neuen Lernkultur im Unterricht*. Berlin, Lehmanns. (↗ S. 13, 17, 24, 75, 77, 80, 81).
- Greefrath, G., Oldenburg, R., Siller, H.-S., Ulm, V. & Weigand, H.-G. (2016). *Didaktik der Analysis. Aspekte und Grundvorstellungen zentraler Begriffe* (F. Padberg & A. Büchter, Hrsg.; 4. Aufl.). Berlin, Heidelberg, Springer Spektrum. <https://doi.org/10.1007/978-3-662-48877-5>. (↗ S. 72, 73)
- Greve, W. & Wentura, D. (1997). *Wissenschaftliche Beobachtung. Eine Einführung*. Weinheim, Beltz. (↗ S. 131, 133).
- Hattermann, M., Kadunz, G., Rezat, S. & Sträßer, R. (2015). Geometrie: Leitidee Raum und Form. In R. Bruder, L. Hefendehl-Hebeker, B. Schmidt-Thieme & H.-G. Weigand (Hrsg.), *Handbuch der Mathematikdidaktik* (S. 185–219). Berlin, Heidelberg, Springer Spektrum. https://doi.org/10.1007/978-3-642-35119-8_7. (↗ S. 57, 59)
- Hefendehl-Hebeker, L. & Schwank, I. (2015). Arithmetik: Leitidee Zahl. In R. Bruder, L. Hefendehl-Hebeker, B. Schmidt-Thieme & H.-G. Weigand (Hrsg.), *Handbuch der Mathematikdidaktik* (S. 77–115). Berlin, Heidelberg, Springer Spektrum. https://doi.org/10.1007/978-3-642-35119-8_4. (↗ S. 72)
- Henn, H.-W. & Filler, A. (2015). *Didaktik der Analytischen Geometrie und Linearen Algebra: Algebraisch verstehen – Geometrisch veranschaulichen und anwenden*. Berlin, Heidelberg, Springer Spektrum. <https://doi.org/10.1007/978-3-662-43435-2>. (↗ S. 73)
- Herget, W. & Klika, M. (2003). Fotos und Fragen. Messen, Schätzen, Überlegen – viele Wege, viele Ideen, viele Antworten. *mathematik lehren*, (119), 14–19 (↗ S. 119).
- Heuser, H. (2003). *Lehrbuch der Analysis. Teil 1* (15., durchges. Aufl.). Stuttgart, Leipzig, Wiesbaden, Teubner. (↗ S. 45).
- Hiele, P. M. van. (1986). *Structure and Insight. A Theory of Mathematics Education*. Orlando, Academic Press. (↗ S. 59, 60, 170).
- Hofe, R. vom. (1995). *Grundvorstellungen mathematischer Inhalte*. Heidelberg, Berlin, Oxford, Spektrum Akademischer Verlag. (↗ S. 37, 54, 71, 73–75, 79–81, 83, 170, 171).
- Hofe, R. vom. (2003). Grundbildung durch Grundvorstellungen. *mathematik lehren*, (118), 4–8 (↗ S. 71–73).
- ISO 9. (2021, 20. Januar). In *Wikipedia*. https://de.wikipedia.org/w/index.php?title=ISO_9&oldid=207875367. (↗ S. 9)
- Jahn, D. (2014). Durch das praktische Gestalten von didaktischen Designs nützliche Erkenntnisse gewinnen: Eine Einführung in die Gestaltungsforschung. *Wirtschaft und Erziehung*, 66(1), 3–15 (↗ S. 14–16).

- Kaptelinin, V. & Nardi, B. (2012). *Activity Theory in HCI: Fundamentals and Reflections*. Morgan & Claypool. <https://doi.org/10.2200/S00413ED1V01Y201203HCI013>. (↗ S. 22, 25, 26, 99, 124)
- Kaur, H. (2017). *Young children's understanding of angles in a dynamic geometry environment* (Dissertation). Simon Fraser University, 2017. (↗ S. 34, 35, 69, 86, 174)
- Keiser, J. M. (2004). Struggles With Developing the Concept of Angle: Comparing Sixth-Grade Students' Discourse to the History of the Angle Concept. *Mathematical Thinking and Learning*, 6(3), 285–306. https://doi.org/10.1207/s15327833mtl0603_2 (↗ S. 34)
- Kortenkamp, U. & Etzold, H. (2018). Stellenwertverständnis mit Tablets unterstützen. Digitalisierung im Mathematikunterricht begleiten. In B. Brandt & H. Dausend (Hrsg.), *Digitales Lernen in der Grundschule. Fachliche Lernprozesse anregen* (S. 205–216). Münster, Waxmann. (↗ S. 80).
- Krainer, K. (1989). *Lebendige Geometrie. Überlegungen zu einem integrativen Verständnis von Geometrieunterricht anhand des Winkelbegriffs*. Frankfurt am Main, Peter Lang. (↗ S. 32, 33, 37, 43, 64, 169, 171, 173).
- Krauter, S. (2008). *Beiträge zur Methodik und Didaktik des Geometrieunterrichts in der Sekundarstufe 1 (Klassen 5 bis 10)*. Abgerufen am 3. November 2019 von https://www.ph-ludwigsburg.de/fileadmin/subsites/2e-imix-t-01/user_files/Veranstaltungsmaterialien_offen/Zusatzmaterialien/Skripte_Krauter/FD_Geom_Skript_neu_2008.pdf. (↗ S. 118)
- Krauthausen, G. (2018). *Einführung in die Mathematikdidaktik* (F. Padberg & A. Büchter, Hrsg.; 4. Aufl.). Berlin, Springer Spektrum. <https://doi.org/10.1007/978-3-662-54692-5>. (↗ S. 72, 73)
- Ladel, S. (2018). Kombiniertes Einsatz virtueller und physischer Materialien. Zur handlungsorientierten Unterstützung des Erwerbs mathematischer Kompetenzen. In B. Brandt & H. Dausend (Hrsg.), *Digitales Lernen in der Grundschule. Fachliche Lernprozesse anregen* (S. 53–70). Münster, Waxmann. (↗ S. 97, 99).
- Ladel, S. & Kortenkamp, U. (2013). An Activity-Theoretic Approach to Multi-Touch Tools in Early Mathematics Learning. *The International Journal for Technology in Mathematics Education*, 1(20), 3–8 (↗ S. 97, 98, 170, 171).
- Ladel, S. & Kortenkamp, U. (2014). Number Concepts—Processes of Internalization and Externalization by the Use of Multi-Touch Technology. In U. Kortenkamp, B. Brandt, C. Benz, G. Krummheuer, S. Ladel & R. Vogel (Hrsg.), *Early Mathematics Learning: Selected Papers of the POEM 2012 Conference* (S. 237–253). New York, Springer. https://doi.org/10.1007/978-1-4614-4678-1_15. (↗ S. 97)
- Larkin, K., Kortenkamp, U., Ladel, S. & Etzold, H. (2018). Using the ACAT Framework to evaluate the design of two geometry apps: An exploratory study. *Digital Experiences in Mathematics Education*, 5(1), 59–92. <https://doi.org/10.1007/s40751-018-0045-4> (↗ S. 97, 107)

- Leont'ev, Aleksej Nikolaevič. (2020, 13. Dezember). In *Wikipediâ*. https://ru.wikipedia.org/w/index.php?title=Леонтьев,_Алексей_Николаевич&oldid=111044243. (↗ S. 19)
- Leontjew, A. N. (1985a). Einleitung: Der Schaffensweg Wygotskis. In J. Lompscher (Hrsg.), *Lew Wygotski. Ausgewählte Schriften* (S. 9–55). Berlin, Volk und Wissen. (↗ S. 19, 20, 23).
- Leontjew, A. N. (1985b). *Probleme der Entwicklung des Psychischen* (6. Aufl.). Berlin, Volk und Wissen. (↗ S. 19, 21, 23, 24).
- Leontjew, A. N. (1987). *Tätigkeit, Bewußtsein, Persönlichkeit* (3. Aufl.). Berlin, Volk und Wissen. (↗ S. 19, 21–25).
- Lommatsch, C. W., Tucker, S. I., Moyer-Packenham, P. S. & Symanzik, J. (2018). Heatmap and Hierarchical Clustering Analysis to Highlight Changes in Young Children's Developmental Progressions Using Virtual Manipulative Mathematics Apps. In N. Calder, K. Larkin & N. Sinclair (Hrsg.), *Using Mobile Technologies in the Teaching and Learning of Mathematics* (S. 167–187). Cham, Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-90179-4_10. (↗ S. 97)
- Lompscher, J. (1985a). Die Ausbildung von Lernhandlungen. In J. Lompscher (Hrsg.), *Persönlichkeitsentwicklung in der Lerntätigkeit* (S. 53–78). Berlin, Volk und Wissen. (↗ S. 21, 22, 78–80).
- Lompscher, J. (1985b). Die Lerntätigkeit als dominierende Tätigkeit des jüngeren Schülers. In J. Lompscher (Hrsg.), *Persönlichkeitsentwicklung in der Lerntätigkeit* (S. 23–52). Berlin, Volk und Wissen. (↗ S. 26, 27, 78).
- Lompscher, J. (1989). *Aktuelle Probleme der pädagogisch-psychologischen Analyse der Lerntätigkeit; Die Lehrstrategie des Aufstiegens vom Abstrakten zum Konkreten; Fazit*. Berlin, Volk und Wissen. (↗ S. 75).
- Lompscher, J. (1996). *Aufsteigen vom Abstrakten zum Konkreten - Lernen und Lehren in Zonen der nächsten Entwicklung* [Übersetzung eines Referats auf dem Symposium »Die ZdnE: Beziehungen zwischen Erziehung und Entwicklung« im Rahmen der 2. Internationalen Konferenz zur soziokulturellen Forschung, Genf, 11-15. September 1996]. Abgerufen am 29. Oktober 2019 von <https://publishup.uni-potsdam.de/opus4-ubp/frontdoor/deliver/index/docId/444/file/AUFSTEIG.pdf>. (↗ S. 75–81, 83, 170, 171, 173)
- Lompscher, J. (2006). *Tätigkeit Lerntätigkeit Lehrstrategie. Die Theorie der Lerntätigkeit und ihre empirische Erforschung* (H. Giest & G. Rückriem, Hrsg.). Berlin, Lehmanns. (↗ S. 19, 26).
- Maaß, K. (2005). Modellieren im Mathematikunterricht der Sekundarstufe I. *Journal für Mathematik-Didaktik*, 26(2), 114–142. <https://doi.org/10.1007/BF03339013> (↗ S. 106)
- Mayring, P. (1996). *Einführung in die qualitative Sozialforschung. Eine Anleitung zum qualitativen Denken* (3., überarbeitete Aufl.). Weinheim, Psychologie Verlags Union. (↗ S. 121, 127, 128, 130, 131, 135).

- Mayring, P. (2000). Qualitative Inhaltsanalyse [28 Absätze]. *Forum Qualitative Sozialforschung / Forum: Qualitative Social Research*, 1(2), Art. 20, Abgerufen am 31. Dezember 2019 von <http://nbn-resolving.de/urn:nbn:de:0114-fqs0002204>. (↗ S. 132, 163).
- Mayring, P. (2008). Neuere Entwicklungen in der qualitativen Forschung und der Qualitativen Inhaltsanalyse. In P. Mayring & M. Gläser-Zikuda (Hrsg.), *Die Praxis der Qualitativen Inhaltsanalyse* (2. Aufl., S. 7–19). Beltz. (↗ S. 134).
- Mietzel, G. (2001). *Pädagogische Psychologie des Lernens und Lehrens* (6. Aufl.). Göttingen, Hogrefe. (↗ S. 13, 23, 57–59).
- Milow, D. (2018). *Der Rotationsaspekt bei der Winkelmessung in Dynamischen Geometrie-Systemen* (Masterarbeit). Universität Potsdam, 2018. (↗ S. 131)
- Mitchelmore, M. (1990). Psychologische und mathematische Schwierigkeiten beim Lernen des Winkelbegriffs. *mathematica didactica*, 13(2), 19–37 (↗ S. 33–35, 37, 43, 64).
- Mitchelmore, M. & White, P. (1998). Development of Angle Concepts: A Framework for Research. *Mathematics Education Research Journal*, 10(3), 4–27. <https://doi.org/10.1007/BF03217055> (↗ S. 35–37, 39, 43, 53, 54, 57, 63–68, 70, 76, 83, 85, 122, 125, 169, 171, 173)
- Mitchelmore, M. & White, P. (2000). Development of Angle Concepts by Progressive Abstraction and Generalisation. *Educational Studies in Mathematics*, 41(3), 209–238. <https://doi.org/10.1023/A:1003927811079> (↗ S. 39, 63, 65, 67, 68)
- Mitchelmore, M. & White, P. (2001). Teaching for Abstraction: Angle as a Case in Point. *24th Annual MERGA Conference, Sydney, July 2001*, 531–538 (↗ S. 57, 65, 69, 70, 84).
- Moore, K. C. (2013). Making sense by measuring arcs: a teaching experiment in angle measure. *Educational Studies in Mathematics*, 83(2), 225–245. <https://doi.org/10.1007/s10649-012-9450-6> (↗ S. 35)
- Munier, V., Davichi, C. & Merle, H. (2008). A Physical Situation As a Way to Teach Angle. *Teaching Children Mathematics*, 14(7), 402–407 (↗ S. 35).
- Padberg, F. (2007). *Didaktik der Arithmetik* (F. Padberg, Hrsg.; 3. Aufl.). Berlin, Springer. (↗ S. 73).
- Padberg, F. (2012). *Didaktik der Bruchrechnung* (F. Padberg, Hrsg.; 4. Aufl.). Berlin, Springer Spektrum. (↗ S. 73).
- Padberg, F. & Wartha, S. (2017). *Didaktik der Bruchrechnung* (5. Aufl.). Berlin, Heidelberg, Springer Spektrum. <https://doi.org/10.1007/978-3-662-52969-0>. (↗ S. 73)
- Piaget, J. & Inhelder, B. (1975). *Die Entwicklung des räumlichen Denkens beim Kinde* (1. Aufl.). Stuttgart, Klett. (↗ S. 57, 58, 61, 170).
- Piaget, J., Inhelder, B. & Szeminska, A. (1975). *Die natürliche Geometrie des Kindes* (1. Aufl.). Stuttgart, Klett. (↗ S. 58, 61).
- Prediger, S. & Link, M. (2012). Fachdidaktische Entwicklungsforschung – ein lernprozessfokussierendes Forschungsprogramm mit Verschränkung fachdidaktischer Arbeitsbereiche.

- In H. Bayrhuber, U. Harms, B. Muszynski, B. Ralle, M. Rothgangel, L.-H. Schön, H. J. Vollmer & H.-G. Weigand (Hrsg.), *Formate Fachdidaktischer Forschung. Empirische Projekte – historische Analysen – theoretische Grundlegungen* (S. 29–46). Münster, Waxmann. (↗ S. 14, 16, 165).
- Rabardel, P. (2002). *people and technology: a cognitive approach to contemporary instruments* (Dissertation). université paris, 2002. (↗ S. 101)
- Randenborgh, C. van. (2015). *Instrumente der Wissensvermittlung im Mathematikunterricht. Der Prozess der Instrumentellen Genese von historischen Zeichengeräten*. Wiesbaden, Springer Spektrum. <https://doi.org/10.1007/978-3-658-07291-9>. (↗ S. 101–103, 123–125)
- Rausch, A. (1984). *Galperin und Piaget - Eine Analyse und ein Vergleich. Handlung und Lernprozess in Beziehung zur handlungstheoretischen Betrachtungsweise*. München, W. Angerer. (↗ S. 59).
- Rembowski, V. (2013). Begriffsbildung – „Los von Euklid!“ und wieder zurück? In A. Filler & M. Ludwig (Hrsg.), *Wege zur Begriffsbildung für den Geometrieunterricht. Ziele und Visionen 2020. Vorträge auf der 29. Herbsttagung des Arbeitskreises Geometrie in der Gesellschaft für Didaktik der Mathematik vom 14. bis 16. September 2012 in Saarbrücken* (S. 3–62). Hildesheim, Berlin, Franzbecker. (↗ S. 80).
- Rembowski, V. (2015). *Eine semiotische und philosophisch-psychologische Perspektive auf Begriffsbildung im Geometrieunterricht. Begriffsfeld, Begriffsbild und Begriffskonvention und ihre Implikationen auf Grundvorstellungen* (Dissertation). Universität des Saarlandes, 2015. (↗ S. 76)
- Rezat, S. (2009). *Das Mathematikbuch als Instrument des Schülers. Eine Studie zur Schulbuchnutzung in den Sekundarstufen*. Wiesbaden, Vieweg+Teubner. <https://doi.org/10.1007/978-3-8348-9628-5>. (↗ S. 101, 102)
- Riemenschneider, O. (2006). *Funktionentheorie I*. Abgerufen am 21. September 2018 von <https://www.math.uni-hamburg.de/home/riemenschneider/funvorl1.pdf>. (↗ S. 45–47)
- Rieß, M. (2018). *Zum Einfluss digitaler Werkzeuge auf die Konstruktion mathematischen Wissens*. Wiesbaden, Springer Spektrum. <https://doi.org/10.1007/978-3-658-20644-4>. (↗ S. 101, 131, 132)
- Rückriem, G. (2014). „Die realisierte Tätigkeit ist reicher, wahrer als das sie vorwegnehmende Bewusstsein.“ Zum Verständnis der Tätigkeit bei Leont’ev. *Journal für tätigkeitstheoretische Forschung in Deutschland*, (10), 75–108 (↗ S. 21).
- Rückriem, G. & Giest, H. (2006). Nachruf auf Joachim Lompscher. In H. Giest (Hrsg.), *Erinnerung für die Zukunft – Pädagogische Psychologie in der DDR. Tagungsband des Symposiums zum Andenken an Joachim Lompscher am 31. Aug. 2005 in Berlin* (S. 159–164). Berlin, Lehmanns. (↗ S. 13, 19).

- Scally, S. P. (1987). The Effects of Learning LOGO on Ninth Grade Students' Understanding of Geometric Relations. *Proceedings of the Eleventh International Conference Psychology of Mathematics Education. Montreal, July 19 - July 25 July 1987*, 46–52 (↗ S. 62, 63).
- Schmitt, O. (2017). *Reflexionswissen zur linearen Algebra in der Sekundarstufe II*. Wiesbaden, Springer Spektrum. <https://doi.org/10.1007/978-3-658-16365-5>. (↗ S. 13)
- Schulmeister, R. (2002). Taxonomie der Interaktivität von Multimedia- Ein Beitrag zur aktuellen Metadaten-Diskussion (Taxonomy of Interactivity in Multimedia - A Contribution to the Actual Metadata Discussion). *Informationstechnik Tech. Inform.*, 44(4), 193–199. <https://doi.org/10.1524/itit.2002.44.4.193> (↗ S. 107)
- Selting, M., Auer, P., Barth-Weingarten, D., Bergmann, J., Bergmann, P., Birkner, K., Couper-Kuhlen, E., Deppermann, A., Gilles, P., Günthner, S., Hartung, M., Kern, F., Mertzlufft, C., Meyer, C., Morek, M., Oberzaucher, F., Peters, J., Quasthoff, U., Schütte, W., ... Uhmann, S. (2009). Gesprächsanalytisches Transkriptionssystem 2 (GAT 2). *Gesprächsforschung - Online-Zeitschrift zur verbalen Interaktion*, (10), 353-402. Abgerufen am 3. November 2019 von <http://www.gespraechsforschung-ozs.de/heft2009/px-gat2.pdf>. (↗ S. 127, 149).
- Smith, C. P., King, B. & Hoyte, J. (2014). Learning angles through movement: Critical actions for developing understanding in an embodied activity. *The Journal of Mathematical Behavior*, 36, 95–108. <https://doi.org/10.1016/j.jmathb.2014.09.001> (↗ S. 35)
- Strehl, R. (1983). Anschauliche Vorstellung und mathematische Theorie beim Winkelbegriff. *mathematica didactica*, 6, 129–146 (↗ S. 32, 36, 37).
- Tanguay, D. & Venant, F. (2016). The semiotic and conceptual genesis of angle. *ZDM Mathematics Education*, 48(6), 875–894. <https://doi.org/10.1007/s11858-016-0789-5> (↗ S. 85)
- Tucker, S. I. & Johnson, T. N. (2017). I Thought This Was a Study on Math Games: Attribute Modification in Children's Interactions with Mathematics Apps. *Education Sciences*, 7(2). <https://doi.org/10.3390/educsci7020050> (↗ S. 97)
- Unixzeit. (2020, 11. November). In *Wikipedia*. <https://de.wikipedia.org/w/index.php?title=Unixzeit&oldid=205400683>. (↗ S. 271)
- Vita Hartmut Giest. (o.J.). Abgerufen am 20. Juli 2019 von <https://www.uni-potsdam.de/u/grundschule/giestweb/wb/pages/vita.php>. (↗ S. 13)
- Vollrath, H.-J. (1984). *Methodik des Begriffslehrens im Mathematikunterricht*. Stuttgart, Klett. (↗ S. 71).
- Vollrath, H.-J. & Roth, J. (2012). *Grundlagen des Mathematikunterrichts in der Sekundarstufe* (F. Padberg, Hrsg.; 2. Aufl.). Heidelberg, Spektrum Akademischer Verlag. <https://doi.org/10.1007/978-3-8274-2855-4>. (↗ S. 71, 79)
- Vygotskij, L. S. (1992). *Geschichte der höheren psychischen Funktionen*. Münster, Lit. (↗ S. 19, 20).
- Vygotsky, L. S. (1979). *Mind in Society. The Development of Higher Psychological Processes* (M. Cole, V. John-Steiner, S. Scribner & E. Souberman, Hrsg.). Cambridge, London, Harvard University Press. (↗ S. 20).

- Walter, D. (2018). *Nutzungsweisen bei der Verwendung von Tablet-Apps. Eine Untersuchung bei zählend rechnenden Lernenden zu Beginn des zweiten Schuljahres*. Wiesbaden, Springer Spektrum. <https://doi.org/10.1007/978-3-658-19067-5>. (↗ S. 108)
- Wang, F. & Hannafin, M. J. (2005). Design-Based Research and Technology-Enhanced Learning Environments. *Educational Technology Research and Development*, 53(4), 5–23. <https://doi.org/10.1007/BF02504682> (↗ S. 14)
- Wartha, S. & Schulz, A. (2011). *Aufbau von Grundvorstellungen (nicht nur) bei besonderen Schwierigkeiten im Rechnen*. IPN Kiel. (↗ S. 75, 78, 79).
- Weigand, H.-G. (2015). Begriffsbildung. In R. Bruder, L. Hefendehl-Hebeker, B. Schmidt-Thieme & H.-G. Weigand (Hrsg.), *Handbuch der Mathematikdidaktik* (S. 255–278). Berlin, Heidelberg, Springer Spektrum. https://doi.org/10.1007/978-3-642-35119-8_9. (↗ S. 71)
- Wilson, P. S. & Adams, V. M. (1992). A Dynamic Way to Teach Angle and Angle Measure. *The Arithmetic Teacher*, 39(5), 6–13 (↗ S. 35).
- Wirtz, M. A. & Kutschmann, M. (2007). Analyse der Beurteilerübereinstimmung für kategoriale Daten mittels Cohens Kappa und alternativer Maße. *Die Rehabilitation*, 46(6), 370–377. <https://doi.org/10.1055/s-2007-976535> (↗ S. 132, 134)
- Wygotski, L. (1985). Die instrumentelle Methode in der Psychologie. In J. Lompscher (Hrsg.), *Lew Wygotski. Ausgewählte Schriften. Teil 1: Arbeiten zu theoretischen und methodologischen Problemen der Psychologie* (S. 309–317). Berlin, Volk und Wissen. (↗ S. 19, 20, 98).
- Wygotski, L. (1987). Das Problem der Altersstufen. In J. Lompscher (Hrsg.), *Lew Wygotski. Ausgewählte Schriften. Teil 2: Arbeiten zur psychischen Entwicklung der Persönlichkeit* (S. 53–90). Köln, Pahl-Rugenstein. (↗ S. 19, 22).
- Zech, F. (1998). *Grundkurs Mathematikdidaktik* (9. Aufl.). Weinheim, Basel, Beltz. (↗ S. 71, 78, 79).

Anhang

A Transkripte der Äußerungen

Im Transkript werden die Schülerinnen und Schüler mit den Buchstaben A bis W bezeichnet, der Lehrer mit Z und die Beobachter mit * (Autor dieser Arbeit, App-Entwickler und Erstcodierer) bzw. ** (Transkript-Ersteller und Zweitcodierer). Werden Äußerungen aufgrund von Datenschutzbestimmungen im Transkript anonymisiert (z. B. das Geschlecht einzelner Schüler/-innen), wird dies durch die Darstellung eines X kenntlich gemacht.

A.1 Erster Untersuchungsdurchgang

A.1.1 Aspekterarbeitung

Motivation

{0:00:00.0} 1 Z: ich begrüße euch jetzt in der kleinen runde zu (.) logischerweise ne mathestunde | (-) ich will jetzt am anfang eigentlich gar nicht so viel sagen was wir heute vorhaben und um was es genau geht | ich denke | ihr werdet relativ schnell selbst darauf kommen | daher (-) zeige ich jetzt ein (.) ein paar bilder

{0:00:14.8} 2 G: (gehen) wir

{0:00:15.6} 3 Z: und ihr versucht mal zu beschreiben (.) was ihr auf den bildern seht | (-) und wer ne Vermutung hat kann ja schonmal diese vermutung abgeben und sa-gen, was wir (-) (mit) welchem thema wir uns beschäftigen [wollten] [sch]

{0:00:27.5} 4 G: [oah die] [augen] von dem reh sehen so komisch aus

{0:00:28.3} 5 F: [tiere]

{0:00:31.1} 6 D: so guckt das reh ((berührt mit den Daumen die jeweiligen Zeigefinger und hält sich diese »Ringe« vor die Augen))

{0:00:32.2} 7 ((lachen))

{0:00:34.7} 8 G: << lachend > sieht voll computeranimiert aus >

{0:00:37.0} 9 Z: so | H such dir mal ein bild raus was siehst du denn?

{0:00:39.6} 10 H: ähm | den | fisch?

{0:00:42.2} 11 Z: okay?

{0:00:43.6} 12 H: also | (-) wir nehmen quasi (- -) tiere | also es geht um das thema tiere

{0:00:52.0} 13 Z: hm_hm (-) und?

{0:00:53.4} 14 H: und wo sie leben

{0:00:55.6} 15 Z: hm_hm | wo lebt | wo lebnt der fisch?

{0:00:57.6} 16 H: im wasser

{0:00:58.4} 17 Z: okay | gut |

{0:00:59.8} 18 G: aber die können auch im ozean [leben]

{0:01:00.9} 19 Z: [weiter] erstmal | C | such dir mal n anderes tier aus

{0:01:03.9} 20 C: ähm

{0:01:07.8} 21 Z: komm überleg nicht lange | (0.3) G

{0:01:14.2} 22 G: ähm | den adler also den falken | ähm | da sieht man eigentlich nicht viel außer den falken von der seite und dass der schnabel ein bisschen grün ist | wahrscheinlich computeranimiert und hinten ist einfach alles unscharf

{0:01:29.1} 23 Z: schön laut reden

{0:01:30.0} 24 G: und hinten is alles unscharf

{0:01:31.8} 25 Z: hinten ist alles unscharf | okay | (-) gut | wo lebt n der (.) der falke?

{0:01:36.9} 26 G: eigentlich überall

{0:01:38.2} 27 Z: eigentlich überall | aber von wo (-) jagt er?

{0:01:42.0} 28 G: (unverständlich) savanne?

{0:01:43.5} 29 H: aus der luft

{0:01:44.9} 30 Z: unter [wasser]

{0:01:46.0} 31 H: [aus der] [luft]

{0:01:46.4} 32 Z: [oder muss er noch mehr] naja gott sei dank | A | such dir mal eins der beiden verbleibenden bilder aus

{0:01:51.1} 33 A: das erdmännchen

{0:01:52.6} 34 Z: was? | tut mir mal nen gefallen redet mal schön laut ja?

{0:01:56.5} 35 H: ja

{0:01:57.2} 36 A: die erdmännchen

{0:01:58.2} 37 Z: die erdmännchen gut (- -) wo leben die erdmännchen?

38 ((D guckt gezielt zur Kamera))

{0:02:03.1} 39 A: in der wüste

{0:02:04.3} 40 Z: okay | was machen die erdmännchen gerade auf dem bild?

{0:02:07.4} 41 A: die gucken irgendwo hin

{0:02:09.4} 42 Z: was was was?

{0:02:10.4} 43 A: gucken irgendwo hin

{0:02:14.0} 44 Z: die gucken irgendwo hin | was glaubst du denn | nach was halten denn die erdmännchen ausschau?

{0:02:14.9} 45 A: vielleicht nach gefahr oder

{0:02:17.3} 46 Z: nach was? laut
 {0:02:18.4} 47 A: nach gefahr oder nach futter oder
 {0:02:21.6} 48 Z: okay wissen wa jetzt nicht genau vermuten wa einfach | E | letzte bild
 {0:02:27.4} 49 E: mh | auf dem letzten bild sieht man ein reh
 {0:02:32.4} 50 Z: mhmh
 {0:02:32.8} 51 E: das | es hat irgendwie glubschaugen oder so ähnlich <<lachend>> jedenfalls > sieht es so aus (.) und (.) hinter dem reh ist es unscharf
 {0:02:45.0} 52 Z: okay | wo lebt das reh?
 {0:02:47.0} 53 E: im wald
 {0:02:48.4} 54 Z: hm was glaubst du | nach was hält das reh ausschau? (0.3) vermute mal
 {0:02:55.5} 55 E: nach gefahr oder nach futter
 {0:02:58.6} 56 Z: gefahr oder futter okay | G
 {0:03:01.1} 57 G: ich wollte nur mal sagen dass beim reh die augen eigentlich immer an der seite sind und nicht nach vor[ne]
 {0:03:05.3} 58 Z: [hmm] is ne kleine (.)
 fotomontage höchstwahrscheinlich sieht n bisschen komisch aus ne? aber es spielt an dieser stelle erstmal gar keine rolle | jetzt versucht mal s sind ja vier verschiedene tiere | versucht mal ne kleine gruppierung zu finden (- -) in zwei gruppen einzuteilen diese vier tiere | G
 {0:03:21.1} 59 G: ähm | alle leben in verschiedenen lebensräumen
 {0:03:24.7} 60 Z: hmm (0.3) H
 {0:03:30.1} 61 H: ähm | ich weiß jetzt nicht ob der fisch ähm fleisch frisst aber
 {0:03:34.7} 62 Z: was issn das fürn fisch?
 {0:03:36.1} 63 H: barsch?
 {0:03:36.9} 64 Z: hab ich am wochenende gefangen
 {0:03:38.1} 65 G: ich sag hecht
 {0:03:38.9} 66 Z: das isn hecht genau
 {0:03:39.8} 67 B: ja hab ich auch [gedacht]
 {0:03:40.4} 68 Z: [gut] hecht isn
 {0:03:41.4} 69 G: fleischfresser
 {0:03:42.2} 70 Z: fleischfresser | also ein raubfisch | [was ist der f]
 {0:03:45.1} 71 H: [also] es gibt zwei raubtiere und zwei (.) joa insekten oder pflanzenfresser
 {0:03:50.3} 72 Z: insekten oder pflanzenfresser | aber auf jeden fall nach was müssen die Te-re machen wenn sie andere tiere sehen die äh (-) die tiere in lebensgefahr bringen können | was machen die auf jeden fall?
 {0:04:01.1} 73 A: wegrennen
 {0:04:01.9} 74 Z: wegrennen sie flüchten | die anderen beiden sind also fluchttiere aha (-) und alle vier tiere wie haltensie ausschau? | (-) was auf diesem bild überall zu sehen ist? wie bemerken sie was sie jagen wollen? oder vor was sie wegrennen sollen? F
 {0:04:15.9} 75 F: naja sie gucken

Lernzielformulierung

{0:04:17.3} 76 Z: sie gucken | ganz einfach | reicht schon | sie gucken | die augen spielen heute also ne ganz wichtige rolle wir wollen uns heute nämlich damit n bis n bisschen beschäftigen | (.) was tiere sehen können (-) und was eventuell nicht (-) demzufolge lernziel für diese heutige stunde (-) D liest du vor?
 {0:04:35.8} 77 D: ziel für heute wir wollen sichtfelder
 {0:04:38.4} 78 Z: hände vom mund weg und schön laut vorlesen
 79 (D nimmt die Hände vom Mund weg)
 {0:04:40.7} 80 D: ziel für heute wir wollen sichtfelder von tieren beschreiben und miteinander vergleichen können
 {0:04:46.2} 81 Z: aha | G
 {0:04:47.7} 82 G: ich und H waren mal in sonem waldcamp und da haben wir gelernt wie das reh guckt | nämlich wenn man beide ähm hände so hier macht und die an die augen legt dann sieht man wie das reh sieht
 83 ((G kreuzt die Handflächen voreinander, sodass die Handrücken sich gegenüber liegen und schaut dazwischen hindurch, A, B, C und D machen es nach))
 {0:04:57.4} 84 Z: ah das kannst du dir mal merken brauchen wir nachher auf jeden fall noch (-) super
 {0:05:01.2} 85 H: schaf

Klassenraum von oben

{0:05:27.4} 86 Z: wir wollen also herausfinden wie (.) die sichtfelder von tieren sind (.) wollen diese beschreiben und miteinander vergleichen | (- -) jetzt gehen wir mal nen schritt zurück | ihr habt ja auch n sichtfeld n bestimmtes (- -) das wollen wir überprüfen (-) wie das aussieht | (-) demzufolge geht mal E stellt sich vorne an die tür hin (0.3) und B bleibt einfach da sitzen wo X gerade ist ((A macht noch immer die Geste von G nach und dreht sich zu ihm um; dieser macht die Geste noch einmal vor und nickt. A dreht sich daraufhin wieder zurück nach vorn, wobei sie noch immer die Geste verwendet. E steht währenddessen auf und geht zur Tür))
 87
 88 G: (unverständlich)
 89 H: ja
 {0:05:29.5} 90 B: wo kommt das her?
 {0:05:30.5} 91 Z: was sehtn ihr dort auf dem foto? | H
 {0:05:34.0} 92 H: unser klassenraum
 {0:05:35.6} 93 G: die tische sind aber schief
 {0:05:37.2} 94 Z: da seht ihr mal was ihr von oben fotografiert was ihr für ne unordnung hier im klassenraum habt
 95 ne
 {0:05:41.4} 96 H: oh | hihihhi
 97 (lachen)
 {0:05:41.9} 98 B: oh gott ihre hefte sind alle zer[rissen]
 {0:05:55.8} 99 Z: [das] (.) A nimmt sich mal den (.) den stift und markiert mal wo (- -) E gerade im raum steht (- -) mit grün (E) hat grün
 100 A: juhu
 {0:05:57.2} 101 G: ich weiß es
 {0:06:01.5} 102 Z: mach n schön dicken kreis | also E steht wo? an der?
 {0:06:05.3} 103 B: [tür]
 104 G: [tür]
 105 H: [tür]
 {0:06:06.1} 106 Z: jawoll (- -) und mach mal wo B sitzt | nicht das spielt ja auch ne rolle | mach mal mit rot
 {0:06:17.9} 107 (lachen)
 {0:06:19.1} 108 G: genau da
 {0:06:20.5} 109 Z: so
 {0:06:21.0} 110 A: am stuhl oder auch am tisch?
 {0:06:23.6} 111 Z: na er sitzt ja aufm stuhl am tisch | ist okay (.) da sitzt B ungefähr (.) so | (-) E versuch mal zu beschreiben was du alles

sieht (-) und A (-) stellt das | geh mal hier oben aufn textmarker (-) dass wir das nicht alles übermalen sondern nur (-) mit textmarker über malen sozusagen | und du markierst mal alles was E dir beschreibt was E von diesem raum sieht

{0:06:45.8} 112 E: ich sehe die tische im klassenraum (0.3) ich sehe die tafel
 {0:06:56.3} 113 Z: (unverständlich) okay (-) mach mal weiter
 {0:07:02.1} 114 E: ich sehe das waschbecken
 {0:07:06.3} 115 H: [ja es ist das weiße]
 116 F: [weiße (.) genau vor] uns is
 {0:07:06.4} 117 G: [das (.) das vor dem grünen]
 {0:07:09.3} 118 A: das?
 {0:07:09.8} 119 G: [nein] drunter ja genau das
 {0:07:10.0} 120 B: [nein]
 {0:07:10.8} 121 D: herr (unverständlich)
 {0:07:17.1} 122 E: ich sehe den schrank
 {0:07:20.0} 123 G: wo welchen?
 {0:07:21.5} 124 H: den langen glaub ich
 {0:07:22.9} 125 G: den?
 {0:07:24.1} 126 Z: das da sieht E? den schrank sieht X? (-) die tür hier kannst du sehen ja? (-) oh alles gut (-) was siehst du noch?
 {0:07:36.2} 127 E: ich sehe die blauen stühle und den lehrertisch
 {0:07:43.3} 128 G: die stühle
 {0:07:44.2} 129 B: stühle (.) die blauen
 {0:07:46.1} 130 Z: hmhm
 {0:07:46.8} 131 H: hihi
 {0:07:47.5} 132 B: hui
 {0:07:51.8} 133 Z: gut
 {0:07:52.4} 134 G: den zweiten stuhl auch?
 {0:07:53.6} 135 Z: gehen wir mal zum schluss noch hier hinten in die ecke siehst du dort alles?
 {0:07:58.4} 136 E: ja
 {0:07:58.7} 137 Z: guck dich doch mal um
 138 ((B und H gucken sich um))
 {0:08:06.1} 139 Z: ja? okay (-) gut ma- ((nennt den falschen Namen)) dann zeig mal (.) * steht jetzt da hinten in der ecke kannst du mir den auch mal me (.) markieren | ist jetzt aufm bild nicht drauf weil wurde ja nicht heute gemacht das foto | okay gut | F kommt mal nach vorne (-) markiert mal alles grün nee alles (.) doch mach mal alles grün (-) was B so sieht | B beschreib mal was du alles siehst aus deiner blickrichtung | du guckst vorne zur tafel | was du alles siehst

{0:08:29.7} 140 B: ähm ich seh die stühle ((schaut nach vorne an die tafel))
 {0:08:32.0} 141 Z: welche denn?
 {0:08:33.5} 142 B: ähm die lehrerstühle
 {0:08:34.8} 143 Z: aha
 {0:08:38.1} 144 B: die ähm den lehrertisch
 {0:08:41.9} 145 Z: aha (.) du guckst grad nach vorne wo siehst du n du guck mal grad nach vorn zur tafel wo siehst du n den lehrertisch?
 {0:08:48.5} 146 B: geradeaus ((zeigt an die tafel))
 {0:08:51.5} 147 Z: ihr sollt von dort wo ihr jetzte aus seht [sitzt]
 {0:08:53.8} 148 B: [achso] äh ich seh den lehrertisch ((dreht sich so auf X platz, dass der lehrertisch vor X ist; schaut den tisch an und zeigt darauf))
 {0:08:55.2} 149 Z: okay
 {0:08:56.4} 150 B: ich seh die tische also hier alle tische ((dreht sich dabei auf X stuhl weiter in die klasse hinein))
 {0:08:59.6} 151 Z: hm (.) was macht n B gerade? (-) bin ich noch nicht ganz so einverstanden | (-) es geht darum das (-) was wir alles sehen können (-) zu beschreiben | B dreht sich grad schön im raum um

{0:09:12.1} 152 B: achso (-) ähm (.) ich seh das (-) ich sehe den tisch ((B hat sich wieder nach vorn gedreht))
 {0:09:19.9} 153 Z: welchen denn?
 {0:09:20.7} 154 B: den ((zeigt nach vorn; A streicht über den gemeinsamen tisch von A und B, zeigt danach auch nach vorn))
 {0:09:23.9} 155 Z: (guck) mal hier?
 {0:09:27.9} 156 B: ich sehe die grüne wand (0.3) ich den schrank
 {0:09:39.4} 157 Z: den ganzen schrank siehst du?
 {0:09:40.9} 158 B: ja aus dem augenwinkel
 {0:09:42.1} 159 Z: okay hm
 {0:09:43.3} 160 B: und ich sehe dann mh (.) die fenster
 {0:09:48.4} 161 Z: die ganzen fenster?
 {0:09:49.6} 162 B: nee ähm nur beim lehrertisch die fenster
 {0:09:53.0} 163 Z: beim lehrer- also A zieh mal nach oben (zu den) fenstern (-) okay | (-) was ganz wichtig ist siehst du die tafel
 {0:10:00.2} 164 B: ja [natürlich]
 {0:10:00.7} 165 Z: [lass uns] die nochmal grün markieren | sehr schön | so danke E könntest dich erstmal wieder setzen danke F | ((beide schüler/-innen setzen sich)) mal ganz in zwei sätzen zusammenfassen | (0.4) wie unterscheiden sich die beiden? bereiche die E und B voneinander sehen G

{0:10:17.7} 166 G: ähm E steht ziemlich weit außerhalb und hat somit den größeren blick | das mh größere blickfeld und hinter B sind auch noch sachen die X aber nicht sehen kann
 {0:10:29.7} 167 Z: aha | ((B lässt den kopf nach hinten fallen)) (-) hast du ne vermutung warum B die sachen nicht sehen kann? oder was hat n B gemacht so DASS X die sehen kann?
 {0:10:38.0} 168 G: X hat ähm ausm augenwinkel geschaut also nach links mit den augen einfach gerollt was eulen nich können

Einführung in App

{0:10:44.3} 169 Z: okay | gut | lassen wir das an dieser stelle erstmal so stehen | ihr öffnet jetzt eure iPads
 {0:10:51.1} 170 (die schüler/-innen nehmen und öffnen die iPads)
 {0:10:57.4} 171 Z: ich hohl hier mein iPad
 {0:10:59.0} 172 G: winkelfarm
 {0:11:00.0} 173 F: winkelfarm
 {0:11:00.5} 174 G: achja das ist das richtige
 {0:11:01.4} 175 Z: leute
 {0:11:03.3} 176 H: winkelfarm
 {0:11:05.2} 177 Z: ich öffnet die iPads (-) öffnet (-) natürlich (-) die app die richtig schon geschätzt wurde | drückt da drauf wo diese komische ente is
 {0:11:14.9} 178 ((lachen; B und G heben die arme über den kopf und schütteln dabei die hände))
 179 G: ente
 180 D: [winkelfarm]
 181 C: [ente]

182 B: hihi [ja hä? oh]
183 F: [oah das]a] geil
184 H: okay? ((A dreht das iPad))
{0:11:18.8} 185 Z: ohne dass ihr jetzt in der app erstmal schon rumspielt | (-) könnt ihr mal nach vorne schauen ich hab vorne euch die (.) ähm app an die tafel rangespielt (-) und
{0:11:27.8} 186 G: schläft und guckt
{0:11:29.5} 187 Z: ich hol mir jetzt mal das (0.2) schaf da hin | und ihr seht (-) das schaf [seh ich in der app] okay?
{0:11:38.4} 188 G: [hat n ne kleinen blickwinkel]
{0:11:42.9} 189 G: hä wieso kann des denn nach hinten schau?
{0:11:44.8} 190 B: nein (.) äh der rote [bereich da kann] äh kann er nicht hinschaun ((dreht sich zu G um))
{0:11:45.7} 191 H: [nein das sieht er nicht]
{0:11:48.3} 192 G: achja
{0:11:49.7} 193 H: das kann er aber weit gucken
{0:11:51.2} 194 G: ((zu H)) ja das hat auch die augen an der seite vom kopf ((beide zeigen auf die seiten ihrer köpfe, H beschreibt mit seinen händen außerdem geradlinige bewegungen von den seiten seines kopfes bis hinter den kopf))
{0:11:55.9} 195 Z: ganz einfach was hab ich n vorne gemacht? | was seht ihr denn da? G
{0:11:59.3} 196 G: ähm das schaf das ähm die augen an der seite hat sieht es ziemlich weit gut nach hinten außer alles was direkt hinten ist
{0:12:10.0} 197 Z: wir sind | in welche richtung guckt n das schaf? versuch [mal zu] beschreiben
{0:12:12.5} 198 G: [nach vorne] äh (.) ähm fast senkrecht nach unten ungefähr
{0:12:17.4} 199 Z: senkrecht nach unten (-) demzufolge (-) was ist das hier fürn bereich der jetzt hier grün eingefärbt ist?
{0:12:24.2} 200 B: das was er (-) das was er sehen kann
{0:12:27.2} 201 Z: was glaubt ihr was das hier hinten ist fürn bereich? D
{0:12:31.5} 202 D: das was er nicht sehen kann?
{0:12:35.0} 203 Z: okay (0.3) lassen wa erstmal so (.) stehen | und ihr seht was kann ich mit der app machen? ihr habt ja eine fläche (.) die gegeben ist | ich kann das schaf (- -) hin und her schieben (- -) und ich kann sogar das schaf ein bisschen | (- -) das will jetzt gar nicht (0.3) ein bisschen (-) ((Mehrere Schüler sagen »drehen«))
{0:12:58.9} 204
{0:13:00.2} 205 Z: drehen okay (-) gut | so (-) zieh ich mal das schaf ganz nach oben | und lege es schlafen | was passiert?
{0:13:11.1} 206 G: sieht alles?
{0:13:12.9} 207 Z: hm?
{0:13:13.5} 208 G: des sieht alles?
{0:13:14.3} 209 Z: es sieht alles?
{0:13:15.2} 210 H: ((lacht))
{0:13:16.0} 211 G: da ist ja nichts rotes
{0:13:17.3} 212 Z: was passiert | mach mal die augen zu | leg dich schlafen (-) was siehst n du? ((B und G schließen die augen, B dreht dabei den kopf nach rechts und links))
{0:13:20.4} 213 G: schwarz
{0:13:21.1} 214 Z: aha | was sieht das schaf jetzt also?
{0:13:23.4} 215 G: schwarz
{0:13:24.0} 216 Z: also (- -) sieht es?
{0:13:25.5} 217 G: nix
{0:13:26.2} 218 Z: nix | sehr schön
{0:13:27.2} 219 G: also ich seh manchmal [some lich]ter dinger ((G schließt die augen und hält sich die hände vor die augen))
{0:13:28.3} 220 Z: gut | (0.2) ich lege das schaf raus und hol mir
{0:13:34.5} 221 G: den igel
{0:13:35.5} 222 D: die [kuh]
{0:13:35.8} 223 Z: [die] [kuh rein]
{0:13:36.6} 224 B: [die kuh]
{0:13:37.2} 225 D: HA
{0:13:37.6} 226 H: huhu
{0:13:38.0} 227 F: muh
{0:13:38.8} 228 Z: und ich leg- hole mir (- -) die katze rein
{0:13:42.6} 229 D: ja die katze
{0:13:43.2} 230 Z: (die) katze leg ich aber schlafen
{0:13:44.7} 231 F: oah die katze kann ja [richtig wenig sehen]
{0:13:45.2} 232 H: [Alter die katze] [ganz schön] viel [wenig (unverständlich)]
{0:13:46.7} 233 B: [die katze]

Phase I – Tier ins Sichtfeld setzen

{0:13:48.1} 234 Z: [so jetzt seid] ihr dran | holt euch auch mal die (-) kuh rein
{0:13:51.3} 235 H: ja
236 ((alle Schüler wenden sich zu ihren iPads))
{0:13:51.7} 237 Z: und die katze rein | (-) positioniert die kuh so wie ich sie positioniert habe (.) und die katze so wie ich sie positioniert habe
{0:13:58.4} 238 G: ähm
{0:13:58.7} 239 H: hä?
{0:13:59.2} 240 A: is schon
{0:13:59.8} 241 G: so? so ungefähr?
242 ((F schaut auf das iPad von E))
{0:14:02.0} 243 B: nein (- -) << singend > [katze wo bist du?]>
{0:14:04.3} 244 G: [ja das ist gut | und wo ist die katze?]
{0:14:04.9} 245 D: [so ungefähr? (-) nein]
{0:14:06.3} 246 F: ((zu E gewandt)) [hä? ne warte mach] nochmal aus
{0:14:06.6} 247 H: [wie schaffst du das?]
{0:14:07.4} 248 C: wie kann man das [drehen?]
{0:14:08.5} 249 G: ((zu H gewandt)) du musst näher [ranzoomen]
{0:14:08.7} 250 D: [die katze]
{0:14:09.4} 251 H: achso
252 ((F bedient das iPad von E))
{0:14:09.9} 253 C: wie [dreht man das?]
{0:14:10.3} 254 G: ((bedient das iPad von H)) [so bei der] kuh so
{0:14:11.5} 255 D: wo ist denn die katze jetzt?
{0:14:12.5} 256 H: ja und jetzt?
{0:14:13.9} 257 F: [so die katze auch?]

{0:14:14.3} 258 G: ((bedient das iPad von H)) [musst du wieder raus] zoomen und gucken wo die kuh [steht]
 {0:14:16.1} 259 Z: [genau] die kuh und die katze
 {0:14:17.3} 260 F: [achso]
 {0:14:17.8} 261 G: na wo [issn]
 {0:14:18.0} 262 H: [nirgends]
 {0:14:18.3} 263 D: [ich hab] keine katze
 {0:14:19.1} 264 G: ((bedient das iPad von H)) hä? bei H geht die [kuh nich hin] [wo sie] is
 {0:14:19.7} 265 C: [doch da oben]
 {0:14:20.5} 266 D: ((schaut auf das iPad von C)) [wo denn?]
 {0:14:22.1} 267 C: hä? wo is denn [die katze?]
 268 G: [das is ja] unlogisch
 {0:14:24.1} 269 C: ich [finde die katze nicht]
 {0:14:25.2} 270 B: [das is ja unlogisch]
 {0:14:25.9} 271 C: hä wo is die katze?
 {0:14:26.7} 272 G: wo ism jetz meine katze?
 {0:14:28.9} 273 B: hallo [katze]
 274 F: [meine katze lässt sich nicht bewegen]
 {0:14:29.7} 275 G: [hä wieso kann ich das ding nicht mehr] [bewegen?]
 {0:14:31.5} 276 E: [gib mal her]
 {0:14:31.7} 277 B: hallo
 {0:14:32.6} 278 G: hä? ich kann mein dings nicht mehr bewegen
 {0:14:35.4} 279 H: vielleicht muss man da [auf go-]
 {0:14:36.2} 280 G: [achso ja so]
 {0:14:36.7} 281 B: [was?]
 {0:14:37.2} 282 C: hä? wo is denn die katze?
 {0:14:38.6} 283 B: die katze kann man ja gar nicht drehen
 {0:14:40.3} 284 H: AH
 {0:14:41.0} 285 B: [AH]
 286 F: [ja die] katze kann man [gar nicht bewegen]
 287 ((Lehrer bedient das iPad von H))
 288 Z: [so wenn man manch]mal die tiere nicht sieht dann macht ihr nochmal an und wieder aus ja?
 {0:14:44.8} 289 G: hm
 {0:14:45.5} 290 H: ha okay
 {0:14:46.2} 291 Z: wenn da st- [dann erscheinen] die [wieder]
 292 H: [die katze schielt]
 293 D: [die katze] will nich
 {0:14:49.1} 294 C: ja bei mir au [nich]
 295 B: [die katze ah]
 296 F: [die katze bewegt sich aber nicht]
 {0:14:49.7} 297 G: [bei mir auch (.) ach jetzt hab] ich sie | oh [nein jetzt hab ich] sie [wieder] aus gemacht
 298 B: << lachend > [ach jetzt hab ich sie]>
 299 F: [HUI]
 {0:14:53.7} 300 Z: wo is die katze?
 301 H: ähm
 {0:14:54.7} 302 F: HHI
 {0:14:55.7} 303 Z: genau
 {0:14:56.1} 304 D: ach da
 {0:14:56.4} 305 Z: so die katze schläft | [ja?]
 {0:14:57.2} 306 F: [die katze] rei[tet] auf der kuh
 307 H: [hihi]
 {0:14:57.8} 308 D: katze schläft
 {0:14:58.5} 309 Z: jetzt genau so positionieren wie ich das ge- (- -) an der tafel vorne habe
 310 H: ((zu G gewandt)) [die katze m muss schlafen | das heißt [nix] grünes
 311 G: [mach ich doch]
 {0:15:02.2} 312 C: hä | bei mir (-) [bringt die] katze nix
 313 D: [genau so?]
 314 ((H bedient das iPad von G))
 {0:15:05.1} 315 D: ich hats
 {0:15:05.5} 316 Z: genau so positionieren wie ich das vorne habe
 {0:15:07.8} 317 G: ich mach aber erstmal [die katze]
 318 H: ge[nau] so positionieren
 {0:15:10.2} 319 C: sie schläft
 {0:15:11.5} 320 D: guck mal | ich kanns drehen
 {0:15:12.7} 321 H: autsch
 322 ((C schaut auf das iPad von D))
 {0:15:13.4} 323 B: [kann ich auch]
 324 C: [kann ich auch]
 {0:15:14.4} 325 H: ah
 {0:15:15.2} 326 D: [so?]
 327 G: [so?] | ja ungefähr
 {0:15:16.5} 328 D: das | nein die [ist nicht im] teich
 329 G: [die katze] schläft
 330 B: [oh | das ist richtig] schwer
 {0:15:19.4} 331 G: o[kay fertig | ich hats genauso | (-) un] [gefähr]
 332 D: [so | (-) da in der nähe]
 333 B: [ich auch]
 334 E: ((zu F gewandt)) [wie macht man das?]
 {0:15:23.4} 335 F: soll ich dir das mal machen? ((bedient das iPad von E))
 {0:15:24.4} 336 G: sehen sie? ((dreht X iPad zum Lehrer))
 {0:15:24.7} 337 H: kann man [die] [katze | achja die katze kann man] auch bewegen
 338 E: [ah]
 339 F: [guck | da is doch die katze]
 {0:15:28.6} 340 F: die katze schläft?
 {0:15:29.4} 341 C: DA

{0:15:30.0} 342 Z: die katze katze schläft | genau | und die kuh guckt natürlich
 {0:15:32.3} 343 H: juhu
 {0:15:32.9} 344 Z: also die kuh kann [jetzt] [die katze SE]HEN
 345 H: [die katze kann]
 346 C: [ja]
 {0:15:36.1} 347 Z: gut | (- -) [is erstmal okay so ganz genau] (-)
 348 D: [ich hab die katze]
 {0:15:38.9} 349 Z: muss dis ja nich sein aber ihr habt alle ungefähr die position gefunden von der [kuh] und von der katze
 350 F: [hui]
 351 C: [ja]

Phase II – Tier außerhalb des Sichtfelds setzen

{0:15:43.2} 352 Z: so (.) jetzt setzt ihr die katze bitte an eine position
 {0:15:46.9} 353 H: hm(-)
 {0:15:47.2} 354 Z: wo diese NICHT mehr von der kuh gesehen werden kann
 {0:15:49.6} 355 G: okay | ganz nach [hinten oder] aufn hintern? ((G und H lachen))
 356 B: [jap geschafft] kann man des? ((Lacht))
 {0:15:53.9} 357 Z: so | wer die position gefunden hat | macht mal die hände weg von iPad ich komm mal rum und guck mir das ganze mal an
 358 ((Lachen))
 {0:15:58.9} 359 G: ich legs an po (-) hä wieso hast du [n] größeren blickwinkel als ich?
 360 C: [da]
 {0:16:02.8} 361 H: ich hab näher rangezoomt
 362 ((E schaut auf das iPad von F; beide lachen))
 {0:16:04.4} 363 G: achso
 {0:16:06.5} 364 C: die katze will sich nicht drehen lassen
 {0:16:07.5} 365 B: bei mir liegt die drauf
 {0:16:08.2} 366 H: guck
 367 G: ne | ich leg sie aufn po
 {0:16:09.5} 368 Z: ah | bei B sitzt die katze aufm rücken der kuh
 369 ((Lachen))
 {0:16:12.2} 370 Z: ah ok | bei F auch
 {0:16:13.8} 371 G: hier
 {0:16:14.5} 372 Z: bei allen anderen genau | bei G auch | bei allen anderen genau hinter der (-) kuh platziert
 {0:16:19.2} 373 B: ja so [hab ichs jetzt auch]
 {0:16:19.8} 374 G: [nee ich kann auch so] hier machen | das geht auch noch uh ganz knapp n herr Z | ganz knapp mit dem schwanz
 375 ((H lacht; A und B drehen sich zu G und H um))

Phase III – Tier im Sichtfeld bewegen

{0:16:26.5} 376 Z: okay | (-) als NÄCHStes | (-) stellt ihr euch vor die katze (- -) möchte mit der kuh spielen
 {0:16:33.2} 377 H: JUHU
 {0:16:33.9} 378 B: AH
 379 ((D lacht))
 {0:16:34.3} 380 Z: möchte die kuh verwirren | äh B | erst zuhören (.) dann machen
 {0:16:37.2} 381 A: jetzt schläft die kuh?
 {0:16:38.0} 382 H: ja
 {0:16:39.5} 383 G: [ich]
 384 Z: [die] katze möchte die kuh verwürn und bewegt sich ganz schnell | (0.2) im sichtfeld der kuh herum
 {0:16:46.9} 385 G: huiii
 {0:16:47.0} 386 Z: macht das ganze mal | zeigt mal wo sich die katze überall bewegt
 {0:16:50.7} 387 G: [hallo]
 388 D: [nein]
 {0:16:51.0} 389 Z: sodass die kuh sie zwar sehen kann aber die kuh ihren kopf ganz schnell | (-) und ihre augen hinterher kommen müssen und verwürt würd
 {0:16:56.0} 390 G: ins wasser
 391 ((H lacht))
 {0:16:57.6} 392 D: hu meine katze ist ins wasser gefallen | sie will wieder a- raus | (-) UH (-)
 {0:17:01.0} 393 G: [heija hu] obwi uh [sie | sie is ausm spielfeld rausgerutscht]
 394 D: [TURBO]
 395 C: [blöde katze] [blöde katze was ist mit der überhaupt los?]
 396 A: ((zum Lehrer)) [herr Z aber die katze schläft doch] dann kann sie sich doch nicht
 397 B: guckt die katze guckt hui ((B macht von nun an kehlige Geräusche))
 {0:17:05.5} 398 H: ins meer
 399 A: ((zum Lehrer)) bewegen so doll
 {0:17:06.9} 400 G: ich hab aus versehen losgelassen
 {0:17:08.9} 401 C: meine katze bewegt sich nicht mehr
 {0:17:11.6} 402 D: katze hat genuch
 {0:17:12.6} 403 G: ups ich lauf die ganze zeit übern kopf rüber
 {0:17:14.1} 404 C: ja mei[ne katze hat auch genug]
 405 F: [und die katze ist ins wasser gefallen]
 {0:17:14.6} 406 B: holy shit | bei mir [buggt es richtig rum]
 407 H: [ich kann meine nich mehr bewegen]
 408 E: [oh]
 {0:17:17.4} 409 F: wo ist sie hin?
 {0:17:18.1} 410 H: man beweg dich
 {0:17:18.9} 411 D: och katzchen komm schon (zora)
 {0:17:20.8} 412 H: hui
 {0:17:21.0} 413 D: das ist doch nicht schlimm
 {0:17:21.6} 414 B: [(zora)] okay
 415 Z: [(fuck)]
 {0:17:22.8} 416 G: JEAH
 {0:17:23.6} 417 A: die sieht gar nicht aus wie (zora)
 {0:17:23.8} 418 Z: finger weg vom iPad
 {0:17:25.1} 419 G: wups
 420 ((B hält die Hände mit geöffneten Handflächen über den Kopf))

Besprechung der Handlungsstrategien von Phase II

{0:17:25.6} 421 Z: und E geh mal nach vorne | (-) zeig mir mal wo X ne katze platziert hat
 {0:17:30.7} 422 F: im wasser ((lacht))
 423 ((E geht zur Tafel))
 {0:17:31.6} 424 Z: als die kuh die katze nich gesehen hat
 {0:17:34.3} 425 G: oh ich hab sie | ich hab sie genau so hier platz-
 {0:17:37.1} 426 Z: [G] ((tippt G auf die Schulter))
 427 E: [ich hab] die katze da platziert
 {0:17:39.5} 428 Z: na geh mal zu meinem iPad | liegt ja da vorne | aufm [aufm] tisch aufm tisch
 429 H: [ja da]
 {0:17:43.8} 430 Z: kannst du von dort aus denn die katze dort hin bewegen?
 {0:17:48.0} 431 G: ja
 {0:17:49.1} 432 Z: gehts?
 {0:17:50.4} 433 E: m nee
 {0:17:53.3} 434 ((B singt leise Silben))
 {0:17:54.3} 435 G: nein die katze geht nicht
 {0:17:56.8} 436 H: was (.) man kann den see bewegen?
 {0:17:58.8} 437 B: [what (.) wirklich?]
 438 G: [hä? die katze] schläft doch die ganze zeit und wie kann sie sich denn bewegen?
 439 ((H lacht))
 {0:18:02.1} 440 A: ((dreht sich zu G und H um)) eben | das hab ich doch auch schon gefragt
 {0:18:05.0} 441 G: hab ich nicht verstanden
 {0:18:06.9} 442 B: hallo katze
 {0:18:07.7} 443 G: [ah jetzt is sie wach (.) jetzt kann sie sich auch bewegen]
 444 C: [ein igel | oder ist das ein igel?]
 {0:18:10.0} 445 H: oh die [kann aber mehr gucken] als die kuh äh weniger gucken als die kuh
 446 D: [ja das ist ein igel]
 {0:18:14.6} 447 G: ich weiß weil sie die augen auch vorne im kopf hat (bildet mit Daumen und Zeigefinger der rechten Hand einen Ring und legt ihn sich über das rechte Auge)
 {0:18:16.9} 448 D: ((zu G gewandt)) du meinst wie der mensch?
 {0:18:18.4} 449 Z: ((steht vorne an der tafel und spricht dort zu E)) du musst genau [den aufdrücken]
 450 G: [hier issn Pferd]
 {0:18:19.3} 451 D: was?
 {0:18:19.6} 452 Z: da raufdrücken genau

Besprechung der Handlungsstrategien von Phase III

{0:18:21.1} 453 Z: ((zur Klasse)) genau (.) so | (0.3) okay | gut | jetzt geht mal H nach vorne
 {0:18:28.1} 454 H: ja
 {0:18:28.4} 455 Z: zeigt mal wo X die katze überall bewegt hat
 456 ((H steht auf und geht nach vorne))
 {0:18:31.5} 457 H: hihi
 {0:18:33.9} 458 Z: und versucht da die kuh zu verwirren
 {0:18:36.3} 459 G: << lachend > hm >
 {0:18:37.4} 460 B: hm | ganz einfach
 {0:18:38.1} 461 C: da war ein | nein
 {0:18:43.2} 462 Z: gehts los
 {0:18:43.8} 463 B: << sich streckend > oah >
 {0:18:45.9} 464 G: JEAH
 {0:18:47.1} 465 D: fällt die gan[ze halt nich s-]
 466 Z: [so nur nach] links und rechts | [okay]
 467 B: [haha]
 {0:18:49.8} 468 Z: B geht mal nach vorne | hat X die katze noch woanders hinbewegt?
 {0:18:53.2} 469 H: juhu
 470 ((B steht auf und geht zur tafel))
 {0:18:55.5} 471 G: ich kann äh
 {0:18:57.3} 472 H: << flüsternd > die is aber n bisschen ins wasser gerutscht
 {0:19:04.1} 473 B: ((an der Tafel)) die geht bei mir | ah jetzt
 {0:19:06.8} 474 Z: auch nach links und rechts
 {0:19:08.4} 475 B: und kreise
 {0:19:09.6} 476 Z: dann zeig mal | mach mal die kreise
 {0:19:18.5} 477 G: ja | darf ich noch?
 {0:19:19.6} 478 Z: G
 {0:19:20.6} 479 G: yeah
 {0:19:21.8} 480 D: ich will auch
 481 ((G steht auf und geht nach vorne))
 {0:19:23.4} 482 Z: beschreib mal was du machst nebenbei
 {0:19:25.0} 483 G: ((auf dem Weg zur Tafel)) okay | (0.2) eh
 {0:19:29.6} 484 Z: bisschen länger raufdrücken (.) genau
 {0:19:31.8} 485 G: ((an der Tafel)) so (.) wieder kurz hinter die kuh [damit die] (unverständlich) sie sieht
 486 Z: [äh] die die katze soll sich nur dort bewegen [wo sie von der kuh auch] GEGEHEN werden kann
 487 G: [die ganze zeit?]
 {0:19:38.5} 488 G: achso (-) ja dann wieder hier hinten und (zurück) und so (.) und so ups
 {0:19:48.0} 489 B: he (.) ups ((lacht))
 {0:19:50.1} 490 G: ich krieg die katze nich mehr weg
 {0:19:52.5} 491 Z: was krichst nich mehr weg?
 {0:19:54.1} 492 ((lachen))
 {0:19:55.7} 493 Z: G zoom mal bitte raus (-) sodass die kuh insgesamt also viel kleiner wird
 {0:19:59.6} 494 G: ähm eh (-) das geht gar nicht
 {0:20:02.3} 495 H: ((steht auf)) (unverständlich)
 {0:20:03.7} 496 G: das geht nich rausgezoomt
 {0:20:05.6} 497 H: soll ich?

{0:20:06.9} 498 H: hm?
 {0:20:07.3} 499 F: hä na klar gehts rausgezoot (- -) hä es geht voll rausgezoot
 500 ((Lachen))
 {0:20:15.0} 501 G: HÄ?
 {0:20:15.9} 502 F: hab ich auch so richtig doll rausgezoot
 {0:20:18.6} 503 H: kaputt
 {0:20:20.3} 504 D: kaputt
 {0:20:20.8} 505 B: haha
 {0:20:22.0} 506 D: äh?
 {0:20:22.5} 507 B: hä?
 {0:20:23.3} 508 H: G (.) du hast die außerhalb des kreises hinge[legt]
 509 D: [guck] mal (.) es gibt sogar ein pferd mit sattel
 {0:20:27.5} 510 G: ich hab die katze glaub ich [außerhalb] des kreises hingelegt
 511 C: [echt?]
 {0:20:30.0} 512 C: *h << mit hoher Stimme > [es gibt n pferd mit sattel] >
 513 B: [das geht gar nicht]
 514 Z: [das is halt]
 {0:20:31.1} 515 H: doch geht | die katze kann über die [mauer]
 516 Z: [okay] (.) die Katze (-) ja
 {0:20:34.8} 517 G: die kam nach unten
 {0:20:35.5} 518 Z: versuch die katze mal wieder rein [zu holen]
 519 C: [es gibt auch igel]
 {0:20:37.8} 520 D: oh (.) schnell wieder raus
 {0:20:39.3} 521 C: ((zu D)) du hast wieder nur dreck [gemacht]
 522 Z: [schläft]
 {0:20:39.6} 523 *: ((steht auf und kommt nach vorn)) beweg mal kurz die kuh
 524 ((C und D lachen))
 {0:20:42.9} 525 *: dann müsste es wieder gehen
 {0:20:44.0} 526 D: oh (.) die sieht häss[lich aus]
 527 *: [beweg mal] n bisschen die kuh jetzt müsste auch der zoom wieder gehen
 {0:20:47.4} 528 B: yeah
 {0:20:48.1} 529 Z: ah okay | ja habt ihr gesehen? wenna mal (.) n bisschen hängt
 {0:20:51.6} 530 H: ah da is die katze
 {0:20:52.6} 531 Z: das rauszoomen nicht klappt | dann müsst ihr die kuh kurz bewegen | okay?
 {0:20:56.5} 532 G: danke
 {0:20:57.6} 533 Z: ich positionier hier die kuh mal | mach das [sichtfeld wieder an]
 534 H: ((zu G)) [du siehst die kuh da rein]
 {0:21:01.0} 535 G: och man
 {0:21:02.0} 536 Z: und die katze | ah (.) G hat die katze hinter dem stein versteckt seh ich gerade
 {0:21:05.5} 537 ((Lachen))
 {0:21:06.4} 538 G: die hat sich da versteckt

Besprechung der unendlichen Weite des Feldes

{0:21:08.3} 539 Z: so | B | was glaubst du (-) was passiert | (- - -) wenn C nach vorne geht
 {0:21:18.3} 540 B: mh
 {0:21:18.7} 541 Z: und die katze immer weiter weg von der kuh bewegt
 {0:21:22.8} 542 B: ähm | dann sieht die kuh eine katze immer kleiner
 {0:21:28.5} 543 Z: C | geh mal nach vorne (- -) B sagt | wenn sich die katze jetz von der kuh weg bewegt | dann wird die katze immer kleiner |
 [mach das mal] C vorne am iPad
 544 B: [für die kuh]
 545 ((C geht nach vorne))
 {0:21:38.6} 546 G: mh
 {0:21:39.1} 547 B: für die kuh [aus der sicht] (zeigt mit den Fingern der linken Hand auf ihre/seine Augen, bewegt sie danach nach vorne)
 548 Z: [scht]
 {0:21:40.1} 549 Z: wir machens mal (0.1) okay (-) okay | (0.2) und ist die katze immer kleiner geworden?
 {0:21:48.1} 550 G: na
 {0:21:48.4} 551 ((C schüttelt den Kopf))
 552 A: [mhmh]
 553 B: [nein]
 554 F: [nein]
 {0:21:49.1} 555 B: aber vom sicht[feld]
 556 Z: [G]
 {0:21:50.6} 557 G: na vom sichtfeld der kuh scheint das so als wenn die kleiner wird
 {0:21:55.0} 558 Z: *h | vom sichtfeld der kuh scheint das so | (-) hm | woher wisst er n des? ((zu C)) danke C
 {0:22:04.5} 559 Z: F | hör mal auf zu kippeln
 {0:22:06.5} 560 G: hehe
 {0:22:07.3} 561 F: ähm naja weils (-) weils halt so is
 {0:22:10.6} 562 ((Lachen))
 563 Z: wo issn das so woher weißt n du dass das so is? da vorne haste doch grade gezeigt die katze wurde von der kuh weg bewegt is nich so
 gewesen
 {0:22:16.4} 564 F: naja (-) weil das
 {0:22:18.5} 565 H: [ah]
 566 F: [keine ahnung] weils halt so is
 {0:22:20.1} 567 Z: hä?
 {0:22:20.9} 568 F: naja | weiß ich nich
 {0:22:22.3} 569 Z: ah | H
 {0:22:23.5} 570 H: ähm weil wir die beiden von oben sehen
 {0:22:27.9} 571 Z: hm
 {0:22:28.3} 572 H: und nich von der seite und dann werden die ja quasi auch nich viel kleiner
 {0:22:33.1} 573 Z: ach WIR sehen die nur von oben [okay]
 574 H: [ja]
 {0:22:35.4} 575 Z: und in wirklichkeit die kuh sieht die katze
 {0:22:38.0} 576 H: kleiner
 {0:22:39.0} 577 Z: kleiner (- -) hmhm | (-) ist das in wirklichkeit auch so?

578 ((H wischt mit dem Zeigefinger der rechten Hand auf dem Tisch))
 {0:22:44.6} 579 G: [na eigen- oder?]
 580 B: [ja]
 581 H: [ja]
 {0:22:46.1} 582 Z: G
 {0:22:46.5} 583 G: eigentlich werd- wird man ja nich kleiner nur es scheint so für den
 {0:22:51.1} 584 Z: [für wen] scheint es so | [für die katze oder für die] kuh?
 585 G: [für den] [für den der ihn be-]
 {0:22:53.4} 586 G: für die kuh scheint es so dass die katze kleiner wird obwohl die ihre äh normale größe behält
 {0:22:58.3} 587 Z: aha
 {0:22:59.5} 588 G: vielleicht liegt es ja weil die erde rund ist oder so
 {0:23:02.8} 589 Z: die (.) w- wie die erde rund versteh ich nicht erklär mal ((H lacht))
 {0:23:05.5} 590 G: na vielleicht | es ist desto weiter man weg is desto weiter läuft man ja in (-) wenn die erde | wenn die kuh hier steht ((formt mit der einen Hand einen Ball, zeigt mit einem Finger der anderen Hand von oben auf den Ball)) und die katze hier runterläuft ((der zeigende Finger fährt abwärts an der anderen Hand entlang)) dann is sie ja irgendwann weg
 {0:23:15.9} 591 Z: dann is sie irgendwann weg | ähm und warum is sie weg | hast du eigentlich schon gesagt
 {0:23:19.4} 592 G: weil die erde rund ist und die dann einfach um die erde läuft ((G zeigt mit dem Zeigefinger den Verlauf eines Kreises))
 {0:23:22.8} 593 H: ((lacht))
 {0:23:23.1} 594 Z: aha ansonsten würd sie ja wenn wir uns vorstellen | (-) bis die katze weg is
 {0:23:28.0} 595 G: ziemlich lange dauern
 {0:23:29.4} 596 Z: dauert ziemlich lange | wir können aber eigentlich die katze immer wieder
 {0:23:32.7} 597 H: herholen
 {0:23:33.6} 598 Z: [sehen] hm?
 599 B: [fangen]
 {0:23:35.0} 600 G: sehen
 {0:23:35.5} 601 Z: sehen okay | (-) so
 {0:23:37.8} 602

Phase IV – Tier auf Sichtfeldgrenze setzen

{0:23:38.3} 603 Z: C macht das vorne an der ta- ne wir warten noch | macht jeder für sich selber | findet jetzt mal (-) für die katze eine position (0.2) wo sie noch GERADE so von der kuh gesehen wird
 {0:23:52.6} 604 F: mh
 {0:23:54.0} 605 B: boah da kam der schuss
 {0:23:55.5} 606 G: [versteh ich jetzt nicht]
 607 F: [krieg die aber nicht weg]
 {0:23:57.6} 608 B: hey
 {0:23:58.2} 609 Z: aber die kuh probleme hat diese katze noch zu sehen
 {0:24:01.1} 610 D: kihihi
 {0:24:02.3} 611 Z: wer hat (.) finger weg ich komm mal rum guck mir das an
 {0:24:05.6} 612 G: mh (wart mal kurz) noch die katze noch kurz
 {0:24:09.6} 613 H: also hä die kommen nicht über die steine
 {0:24:11.8} 614 G: so [habs | über die steine geht nicht da ist das spielfeld zu] ende
 615 D: [die katze ist nicht ganz hinten | guck?]
 616 E: ((guckt auf das iPad von F))
 {0:24:15.3} 617 F: upsi
 {0:24:15.4} 618 H: oh [mhmh]
 619 B: [hm?] warum dreht das da sich?
 {0:24:17.5} 620 D: ein kleines stückchen [des ohrs]
 621 E: ((zu F)) [was hast du] jetzt gemacht?
 {0:24:19.5} 622 F: ((flüsternd zu E)) na die katze is hier
 {0:24:20.1} 623 G: fertig
 {0:24:20.7} 624 D: raus
 {0:24:21.3} 625 E: ah
 626 B: auch
 {0:24:21.7} 627 F: und das geht dann [nicht mehr weg]
 628 C: [ich bin fertig]
 {0:24:22.8} 629 G: hm
 {0:24:23.6} 630 Z: fertig?
 {0:24:24.5} 631 D: ja
 632 ((C hebt die offenen Hände über die Schultern))
 {0:24:24.6} 633 E: ((bedient das iPad von F)) du musst da (halt) länger drauf drücken
 {0:24:25.3} 634 G: warte | noch zur hälfte drin
 {0:24:28.2} 635 D: meins is da ist nur noch das ohr von der katze [drinne]
 636 Z: [nur noch] das ohr ist bei dir zu sehen ((C lacht))
 {0:24:32.4} 637 Z: bei C ist der kopf und der (.) körper noch (zu sehen) | bei B nur noch (n) teil vom schwanz
 {0:24:36.6} 638 ((lachen))
 {0:24:38.1} 639 Z: okay (-) bei A nur noch der kopf | bei F (.) *h?
 {0:24:41.8} 640 F: naja die katze bewegt sich nich mehr
 {0:24:44.2} 641 Z: die katze bewegt sich nich mehr? Da müssen wa die kuh nochmal kurz bewegen dann kannst du die katze
 {0:24:48.8} 642 C: bei mir nur noch die [ohrspitzen]
 643 B: [guck?] ((zeigt für A auf X iPad))
 {0:24:50.4} 644 *: ((steht auf, geht zu F und Z)) (will X s weiter randrücken?)
 {0:24:51.9} 645 Z: so (.) genau (.) zoom mal wieder rein
 {0:24:53.4} 646 A: [naja den schwanz]
 647 Z: [okay gut] | so bei E ist auch noch das ohr zu sehen |(-) gut
 {0:25:00.7} 648 C: ich hab einfach die kuh bewegt | [oh die katze ist ziemlich] riesig
 649 H: [bei mir is sie n ganz bisschen nass geworden]
 {0:25:05.0} 650 D: ich hab sie ja auch range[zoomt]

Besprechung der Handlungsstrategien von Phase IV

651 Z: [D] geh nach vorne | (0.2) positioniert mal die katze dort (- -) wo (- -) du sie bei dir aufm iPad platziert hast ja?
 {0:25:18.0} 652 ((D geht nach vorn, C lehnt sich zum Platz von D herüber und schaut auf ihr iPad))

{0:25:21.8} 653 H: who
 {0:25:23.4} 654 B: oah
 {0:25:26.6} 655 G: und dann zoom mal bitte n bisschen ran damit mans genauer sieht
 {0:25:31.0} 656 Z: haste platziert? genau und jetzt kannst du n bisschen ranzoomen nochmal (-) das wers n bisschen genauer sehen können
 657 ((Lehrer benutzt eine Pinch-Geste in der Luft und auf dem Schreibtisch))
 {0:25:38.5} 658 G: ich weiß wie des
 {0:25:40.4} 659 Z: ja genau | so is gut | sehr schön

Phase V – Tier entlang Sichtfeldgrenze bewegen

{0:25:43.0} 660 Z: so und ihr alle bewegt jetz mal die katze bei euch aufm iPad in dem bereich wo sie GENAU so von der kuh gesehen wird | (0.3)
 und nich anders aber geradeso es bleibt dabei | die katze läuft jetz mal von der kuh weg oder ran | je nachdem
 {0:25:58.3} 661 Z: aber [genau in der] position dass die kuh GERADE SO die katze sieht
 662 ((Lehrer bedient das iPad von F))
 663 G: [hä | wie jetzt?]
 {0:26:01.9} 664 G: hä? | versteh ich jetzt nicht die aufgabe
 {0:26:04.3} 665 F: ich krieg die katze aber wieder nicht bewegt
 {0:26:06.4} 666 B: ja ich [habs geschafft]
 667 G: [hä | ich versteh die] aufgabe nicht so richtig
 {0:26:10.0} 668 Z: WIE
 {0:26:10.5} 669 H: haben wir ja gerade schon gemacht
 {0:26:11.5} 670 Z: bewegt sich die katze wenn sie in der position wo sie gerade so von der kuh gesehen wird
 {0:26:15.5} 671 B: habs
 {0:26:16.6} 672 Z: sich von der k- kuh entfernt oder näher rankommt
 {0:26:18.6} 673 Z: zeig das mal am iPad
 674 ((F lässt den Kopf nach hinten fallen))
 {0:26:20.4} 675 G: hä? | versteh ick jetzt nich
 {0:26:23.4} 676 D: da (-) da da da da
 {0:26:25.0} 677 Z: ah (-) gut
 {0:26:28.0} 678 Z: hm?
 {0:26:32.2} 679 Z: deine katze sitzt doch gerade die ganze zeit oder?
 {0:26:34.0} 680 G: ja
 {0:26:34.7} 681 Z: aha
 {0:26:37.1} 682 Z: ah
 {0:26:41.6} 683 G: und jetzt sitzt sie auf der kuh
 {0:26:45.0} 684 B: brumm brumm | [pass auf] | hä was macht der da?
 685 G: [und wieder zurück]
 {0:26:50.6} 686 F: << flüsternd zu E > was sollen wir denn machen? (unverständlich) >

Besprechung der Handlungsstrategien von Phase V

{0:26:54.9} 687 Z: A | (-) beschreib mal was du gerade gemacht hast
 {0:26:58.4} 688 A: mhmh (.) ich hab die katze so hingelegt wie D
 {0:27:02.5} 689 Z: << flüsternd > schön laut > die anderen hören zu (-) und ergänzen | (-) C
 {0:27:09.3} 690 A: ich hab die katze so hingelegt wie D
 {0:27:10.7} 691 G: << flüsternd zu H > H hohoho >
 {0:27:11.1} 692 H: << flüsternd zu G > G >
 {0:27:12.1} 693 Z: << flüsternd > ich versteh dich nicht [du sprichst viel zu leise] >
 694 A: [ich hab die] katze so hingelegt wie D
 {0:27:15.5} 695 Z: okay und jetzt sollst du s noch bewegen
 {0:27:18.5} 696 Z: du sollst den bewegen was ihr grad machen solltet
 {0:27:20.7} 697 A: achso
 {0:27:21.5} 698 Z: da wo die gerade so gesehen wird von der kuh | aber die katze bewegt sich
 {0:27:26.5} 699 Z: mach mal an der tafel
 700 ((A steht auf und geht nach vorne))
 {0:27:27.5} 701 B: is ja mega versteckt
 {0:27:29.0} 702 Z: beschreib mal was du machst | wo du die katze lang bewegt
 {0:27:35.1} 703 G: hintern
 704 B: fluss (.) oh mein gott
 {0:27:38.1} 705 Z: aha (-) B beschreib mal was A da macht
 {0:27:41.6} 706 B: sie ähm bewegt die äh katze die gerade noch so im sichtfeld der kuh
 {0:27:47.5} 707 Z: gerade so im sichtfeld der kuh (-) [aha]
 708 D: [guck mal]
 {0:27:50.4} 709 G: und aufm kopf
 {0:27:52.0} 710 ((H tippt G mit dem Zeigefinger an den Ellenbogen, G schaut daraufhin auf das iPad von H))
 {0:27:53.5} 711 Z: << flüsternd > sehr schön > F
 {0:27:55.1} 712 F: mhmh?
 {0:27:55.5} 713 Z: hast du was zu ergänzen?
 {0:27:57.4} 714 F: ähm nein
 715 ((G schaut auf das iPad von H))
 {0:28:00.1} 716 Z: hast du es genau so ge(wählt)? geh mal nach vorne | zeig mal wie du die (.) katze bewegt hast
 717 ((F steht auf und geht nach vorne; D bedient das iPad von C))
 {0:28:05.8} 718 D: < flüsternd zu C > (unverständlich) das ist das größte
 719 G: H | H ((H lacht))
 {0:28:11.6} 720 C: <flüsternd zu D > alter D
 {0:28:14.0} 721 D: du hattest [es größer]
 722 G: [Z]
 {0:28:16.8} 723 C: noch kleiner | mach mal noch kleiner
 {0:28:18.1} 724 Z: hm?
 {0:28:19.1} 725 G: ich hab dasch knappeschte wasch geht
 {0:28:20.6} 726 Z: hm?
 {0:28:21.5} 727 G: ich hab das knappste sichtfeld was geht
 {0:28:23.9} 728 Z: gut
 {0:28:29.5} 729 Z: so macht mal alle die finger weg vom iPad
 {0:28:31.6} 730 Z: finger weg vom iPad | zuklappen einmal

731 ((alle Schüler/-innen bis auf F schließen die iPads))
{0:28:37.9} 732 **Z:** F hat gerade vorne was gezeigt B | was hat n F da vorne gezeigt | du hast gar nicht hingeguckt | finde ich n bisschen schade
{0:28:44.9} 733 **Z:** was hat n F gerade vorne gezeigt?
{0:28:52.4} 734 **Z:** ne? | (- -) sind wa wieder beim thema
{0:28:57.6} 735 **Z:** gut

Besprechung der Handlungsstrategien insgesamt

{0:28:59.1} 736 **Z:** ihr habt ja hier und da n paar verschiedene sachen jetzt bestellt äh beschrieben verschiedene positionen | katze kuh zueinander | welche wörter haben euch denn GEHOLFEN (- -) um die verschiedenen positionen näher zu beschreiben? H
737 ((F schließt X iPad))
{0:29:12.4} 738 H: sichtfeld?
{0:29:13.1} 739 **Z:** das sichtfeld | was ist an dem beispiel | ich zoom mal n bisschen raus
{0:29:17.5} 740 **Z:** was war das sichtfeld bei mir?
{0:29:19.6} 741 H: ähm | da wo ähm | es heller ist bei der kuh
742 ((H zeigt mit der linken Hand auf die Tafel))
{0:29:25.0} 743 **Z:** okay das sichtfeld (.) merken wir uns mal merk- | H du merkst dir das wort sichtfeld | weiter weitere wörter
{0:29:31.0} 744 **Z:** E
{0:29:32.5} 745 E: entfernung
{0:29:33.3} 746 **Z:** entfernung (- -) bei was haben wir die entfernung beschrieben? | oder wozu haben wir die entfernung gebraucht?
{0:29:39.1} 747 E: mh | bei | den mh mh wegbeugen der katze dass die dann (.) für die kuh kleiner wird
{0:29:51.3} 748 **Z:** genau (.) beim weg bewegen | A | welche wörter noch?
{0:29:53.9} 749 A: sehen
{0:29:54.6} 750 **Z:** SEHEN (-) aha | was sieht die kuh alles vorne? welchen bereich war das noch mal?
{0:30:00.6} 751 A: der helle
{0:30:01.2} 752 **Z:** der helle punkt (-) aha
{0:30:04.1} 753 G: nähern
{0:30:05.3} 754 **Z:** näher ran (.) gut | welche wörter haben wir noch benutzt? oder wie können wirs noch beschreiben?
{0:30:10.6} 755 B: erde kugel? ((formt Kugel mit einer Hand))
{0:30:12.0} 756 **Z:** erde kugel okay | hatten wir vorhin gehabt
{0:30:16.8} 757 D: ähm kleiner? w- weil für die kuh scheint es ja so (-) dass die katze wenn sie weiter weggeht kleiner wird
758 ((D wedelt dabei mit der rechten Hand von sich weg und zurück))
{0:30:22.9} 759 **Z:** aha | mhm (-) mh
{0:30:27.6} 760 G: katze?
{0:30:28.6} 761 **Z:** die katze okay ja des is ja klar | ja ich könnt ja auch son schaf oder was auch immer alles reinstellen | OKAY
{0:30:37.2} 762 **Z:** von wo geht n (.) das sichtfeld der kuh aus? | geht mal | (-) B geh mal nach vorne zeig mal wo das sichtfeld der kuh beginnt | und nach wohin das sichtfeld überall geht
763 ((B steht auf und geht nach vorn; E reibt sich die Augen und hält sich danach kurz die Augen zu))
{0:30:49.8} 764 B: das sichtfeld geht mh | (-) da wo der der dunkelgrüne strich is kann die kuh noch alles sehen | aber sobald ähm es dunkelgrün wird kann sie des nich mehr sehen weils hinter ihrem rücken ist
{0:31:04.1} 765 **Z:** okay | wie würdest denn du diesen bereich beschreiben? (-) da diesen hellgrünen und dunkelgrünen [bereich also den] sicht- das sichtfeld
{0:31:11.6} 766 B: [ähm] das hier würde ich das sichtfeld nennen | und das hier würde ich ähm (- -) hinterm rücken oder
{0:31:19.3} 767 **Z:** okay und genau an dieser grenze wo sich dig die katze (.) langbewegt hat ne? | wo wir gesagt haben beweg die katze so dass es genau in dem bereich langgeht | wie würdest denn du diesen bereich be- äh benennen?
{0:31:30.4} 768 B: ähm (-) scharfer winkel?
{0:31:35.2} 769 **Z:** was heißt denn scharfer winkel | das musst du erstmal genauer erklären
{0:31:37.7} 770 B: ähm dass die kuh das gerade noch so aus ihrem augenwinkel ähm sehen kann | dass die katze überhaupt ähm auch noch
{0:31:46.1} 771 **Z:** und wie kommst du darauf | auf das wort scharf?
{0:31:49.0} 772 B: ähm weil das sehr knapp an den ähm an dieser linie war
{0:31:53.0} 773 **Z:** << leise > aha okay sehr knapp an der linie > und was hast du da noch fürn wort benutzt | kannst du das nochmal [wieder]holen? | winkel [winkel]
774 B:
{0:31:57.6} 775 **Z:** was hat denn das mit winkel zu tun | warum winkel?
{0:32:00.0} 776 B: ähm | neben dem augenwinkel was ja auch jeder mensch hat | hier und hier | und ich kann ja auch | A gerade noch so aus dem augenwinkel sehen
{0:32:09.0} 777 **Z:** okay also winkel | gut *h
{0:32:13.0} 778 **Z:** führ mal die katze so nah wie möglich entlang der grenze zur kuh ran
{0:32:17.6} 779 G: muscht du ganz nah ran
{0:32:19.5} 780 **Z:** noch näher ran | stell dir mal vor die kuh se- äh die katze setzt sich auf die kuh rauf
{0:32:25.8} 781 **Z:** mach mal noch näher | die katze setzt sich mal auf n kuh rau- auf die kuh rauf | (-) und da sieht die kuh die nich mehr
{0:32:30.3} 782 H: hihi
{0:32:30.9} 783 G: ja
{0:32:31.4} 784 **Z:** wo sieht n die ka- die kat- äh die kuh die katze am größten?
{0:32:38.1} 785 **Z:** A
{0:32:38.8} 786 A: direkt vor den augen ((zeigt mit dem Zeigefinger der rechten Hand an die Tafel, macht dabei eine spiralförmige Bewegungen))
{0:32:40.8} 787 **Z:** direkt [vor den] mh?
788 G: [auf der schnauze] auf der schnauze ((H lacht))
{0:32:43.9} 789 **Z:** auf der schnauze | (-) B setz mal die katze auf die schnauze
{0:32:47.3} 790 H: hihi
{0:32:52.2} 791 **Z:** die katze
{0:32:54.1} 792 **Z:** aha
793 ((lachen))
{0:32:56.3} 794 **Z:** wie kann man jetzt die position beschreiben wo die katze jetzt gerade sitzt? | (- -) G
{0:33:01.1} 795 G: direkt auf der schnauze der kuh
{0:33:02.9} 796 **Z:** aha | (- -) und mathematisch gesehen? | wo sitzt die gerade?
{0:33:09.9} 797 E: im sichtfeld der kuh
{0:33:11.4} 798 **Z:** im sichtfeld der kuh (- -) okay | GUT
{0:33:15.5} 799 **Z:** danke B setzt euch n mal hin | n obwohl B du kannst mal nach vorne kommen du kannst mal bitte jeden ein arbeitsblatt austeiln
{0:33:24.3} 800 **Z:** die seite nach vorne | einmal überall hinlegen ja? ((B teilt die Arbeitsblätter aus; H zeigt an die Tafel))
{0:33:28.6} 801 G: da ist irgendwas grün
{0:33:31.5} 802 H: ja das ist | ein ähnliches bild glaub ich
{0:33:45.5} 803 G: da ist n schaf | aber da isses genau andersrum | das grüne ist was die sieht und das weiße sieht sie nich
{0:33:52.8} 804 ((C schaut sich die andere Seite des Blattes an))

805 Z: äh C | welche seite soll oben liegen?
 {0:33:59.1} 806 Z: so
 {0:34:01.6} 807 Z: B hat irgendwas von ja oder wir haben ja die ganze zeit von sichtfeld gesprochen ne?
 {0:34:05.7} 808 G: mhmh

Erarbeitung der Begrifflichkeiten und Aufschrieb in Hefter

{0:34:07.9} 809 Z: jetzt gehen wir | versuchen wir mal dieses was wir gerade gemacht haben mithilfe der kuh aufm bauernhof | wie mit der kuh und der katze mal mathematisch zu übersetzen | B | du hast vorhin welches komische wort vorhin in den mund genommen?
 {0:34:19.2} 810 B: ähm scharfer winkel
 {0:34:20.3} 811 Z: w- winkel in den mund genommen [okay] | wenn ihr jetzt vorstellt okay | das ganze sichtfeld | (-) was kann man dazu noch sagen wenn wir jetzt weiter in mathematik reingehen?
 812 B: [winkel]
 {0:34:29.8} 813 G: winkelfeld?
 {0:34:30.6} 814 Z: das winkelfeld | genau | demzufolge (- -) das winkelfeld | (-) oh | (0.3) ist was? | jetzt stellt euch vor | was hat die kuh alles gesehen? | was wird denn beschrieben damit was die kuh alles sieht?
 {0:34:48.6} 815 G: das sichtfeld?
 {0:34:50.0} 816 Z: das sichtfeld (.) ja | was kann man dazu sagen? | was sieht die kuh? was issn das? | ganz allgemein
 {0:34:55.4} 817 H: ein begrenztes feld?
 {0:34:57.0} 818 Z: ein begrenztes feld | was haben wir in der mathematik kennengelernt | überlegt mal was sind was kennt denn ihr alle für begrenzte felder? | wenn wir so wollen?
 {0:35:03.6} 819 G: äh quadrat?
 {0:35:04.9} 820 Z: ein quadrat | was issn quadrat?
 {0:35:06.9} 821 G: äh ein begrenztes feld
 {0:35:08.2} 822 Z: ein begrenztes feld was für (.) begrenzte felder kennt ihr noch?
 {0:35:11.0} 823 G: mh trapez?
 {0:35:13.5} 824 B: quader?
 {0:35:14.5} 825 Z: quader?
 {0:35:15.4} 826 B: äh
 {0:35:16.7} 827 Z: warum ist quader kein begrenztes feld?
 {0:35:18.9} 828 B: äh
 {0:35:19.5} 829 G: ähm | weils in drei d ist
 {0:35:22.0} 830 Z: was heißt denn drei d
 {0:35:23.5} 831 Z: E
 {0:35:24.2} 832 E: man kann (-) es anfassen ((hält die offenen Hände vor sich und bewegt mehrfach diese aufeinander zu und voneinander weg))
 {0:35:26.7} 833 Z: [man kann es anfassen]
 834 E: [es ist ein körper]
 {0:35:28.3} 835 Z: ein körper | und n quadrat ist was? | eine?
 {0:35:32.0} 836 ((C tippt mit den Fingern auf dem Arbeitsblatt))
 {0:35:32.4} 837 G: fläche
 {0:35:33.0} 838 Z: eine fläche (.) genau | aber ist das sichtfeld | (-) oder das winkelfeld | ist die wirklich ne begrenzte fläche?
 {0:35:41.6} 839 G: mh nein ?hm?m
 {0:35:42.7} 840 Z: ihr habt doch gesagt wird immer kleiner immer kleiner | und auf der erde wirds irgendwann nicht mehr gesehen hat G vorhin gesagt
 {0:35:48.7} 841 G: ähm das ist | irgendwann wirds nicht mehr so scharf und irgendwann isses dann einfach nicht mehr da aber die grenze ist nicht genau ähm gegeben
 {0:35:56.8} 842 Z: und was für ein wort ähm könnte das beschreiben? | oh ((Lehrer hat einige Arbeitsblätter vom Tisch gewischt))
 {0:35:59.6} 843 G: grenze?
 {0:36:01.1} 844 Z: mh?
 {0:36:01.7} 845 G: äh
 {0:36:02.4} 846 Z: ist eine fläche | ist sie ist nicht begrenzt sie ist | demzufolge?
 {0:36:05.8} 847 H: "h unendlich lang
 {0:36:07.3} 848 Z: unendlich lang | sie ist unendlich | jawoll gut H
 {0:36:10.7} 849 D: mh ((bückt sich zu X Schulsachen am Boden))
 {0:36:12.2} 850 Z: so die beiden wörter könnt ihr schonmal in euren (.) lückentext mit einfüllen ((die Schüler/-innen nehmen sich Stifte aus ihren Federtaschen))
 {0:36:16.0} 851 G: ähh das sind doch drei
 {0:36:18.2} 852 Z: mh?
 {0:36:18.6} 853 G: das sind doch drei wörter
 {0:36:19.8} 854 Z: wir sind ja noch nicht fertig (-) geht ja noch weiter
 {0:36:21.9} 855 G: ja aber die
 {0:36:22.4} 856 Z: ein winkelfeld ist eine unendliche fläche
 {0:36:24.0} 857 G: [das ist ja]
 858 Z: [den ersten] satz könnt ihr schonmal einfüllen ((die Schüler/-innen schreiben auf den Arbeitsblättern))
 {0:36:31.5} 859 H: winkelfeld (- - -) unendliche fläche
 {0:37:01.2} 860 Z: weiter gehts (.) der nächste satz B | sie wird
 {0:37:04.9} 861 B: sie wird (-) von | (0.2) ähm ((klopft mit dem Stift auf dem Tisch))
 {0:37:17.6} 862 G: dem augenwinkel?
 {0:37:19.7} 863 Z: dem augenwinkel okay | jetzt issn bissel n schwieriges wort muss ich euch ehrlich gesagt vorgeben
 {0:37:26.1} 864 Z: der winkel | das winkelfeld was wir beschrieben haben (.) JA? (.) diese beiden (.) GRENZEN (.) die nennt man in der mathematik | (0.2) nicht die begrenzungen zwischen hellgrün und dunkelgrün
 {0:37:38.5} 865 G: ((lacht))
 {0:37:38.8} 866 Z: sondern nennt man SCHENKEL
 {0:37:41.3} 867 H: achso | hab ich schonmal gehört
 {0:37:42.2} 868 Z: habt ihr den begriff schenkel schonmal gehört?
 {0:37:43.4} 869 H: ja ((G nickt))
 {0:37:43.7} 870 Z: wo denn?
 {0:37:44.3} 871 A: ähm
 {0:37:44.6} 872 Z: A
 {0:37:45.1} 873 A: beim zirk(el)
 {0:37:45.9} 874 Z: beim zirkus? wo denn (.) [da?]
 875 A: [beim] zirkel
 {0:37:47.8} 876 Z: beim ZIRKEL aha | wo denn noch?
 {0:37:52.0} 877 G: beim fußball im also bei | körperteilen (-) gibts den schenkel
 {0:37:59.3} 878 A: beim reiten
 {0:38:00.3} 879 Z: beim reiten | wo denn?

{0:38:01.8} 880 A: wenn die lehrerin schenkelhilfe sagt
 {0:38:04.4} 881 Z: und wo hilft sie dir denn?
 {0:38:06.0} 882 A: am schenkel
 {0:38:06.8} 883 Z: mhmh | hier oben ne? ((berührt mit beiden Händen die Oberschenkel; B bewegt die Finger der rechten Hand mehrfach zum Daumen und von ihm weg)) | hier ist der schenkel | sieht irgendwie aus wie n zirkel | auch zwei schenkel | GUT
 {0:38:12.0} 884 Z: also (.) bei winkeln nennen wir das ganze schenkel | (- -) zwei schenkel wir hatten zwei grenzen gehabt sozusagen ((die Schüler/-innen schreiben auf den Blättern))
 {0:38:26.6} 885 G: ähm
 {0:38:30.8} 886 Z: jetzt überlegt mal | das ist jetzt ne ganz wichtige sache | darüber hatten wir noch nich gan- noch nich ganz genau gesprochen
 {0:38:36.5} 887 G: hmhm
 {0:38:37.7} 888 Z: s- mathematisch gesehen
 {0:38:43.4} 889 Z: der punkt an dem das sichtfeld (.) von der kuh losgeht | wo issn das bei der kuh?
 {0:38:48.8} 890 G: im auge ((zeigt auf sein auge))
 {0:38:49.5} 891 Z: im auge (- -) was issn das? | ist da auch ne fläche wo das losgeht? | oder ist das (.) n körper? | (- -) oder wie würdet n ihr das mathematisch beschreiben wo das sichtfeld losgeht? | (0.1) wo geht n euer sichtfeld los? zeigt mal alle mitm finger drauf | ungefähr ((die Schüler/-innen zeigen auf die Nase oder ihre Augen))
 {0:39:06.1} 892 B: hier
 {0:39:06.7} 893 Z: hier? B guckt so eine | sieht eine seite besser als auf der andern seite
 {0:39:09.6} 894 B: hier
 {0:39:10.2} 895 Z: X | wo geht denn euer sichtfeld los?
 {0:39:14.7} 896 F: [hā?]
 897 G: [da] ((zeigt auf die Nasenwurzel))
 {0:39:15.3} 898 Z: *h ((zeigt auf G)) | guckt mal alle zu G | was macht denn G da?
 {0:39:20.3} 899 Z: wenn wir ganz genau sind | was issn das hier?
 {0:39:22.4} 900 H: schielen
 {0:39:23.6} 901 Z: na du schielst nich | ((H lacht)) was issn das wo der finger drauf ist?
 {0:39:26.7} 902 F: die nase
 {0:39:27.7} 903 Z: na die nase nein | ganz genau wo issn der finger drauf n | was kann man dazu mathematisch sagen?
 {0:39:32.4} 904 Z: ist das ne fläche wo ich drauf halte? ist das n körper oder?
 {0:39:35.2} 905 E: [der mittelpunkt zwischen] den augen
 906 B: [achso ist das]
 {0:39:37.1} 907 Z: es ist der mittelpunkt zwischen den augen | es ist ein punkt (.) jawoll | gut super E
 {0:39:43.2} 908 Z: demzufolge (- -) der mittelpunkt | (0.3) meine begrenzung was ich sehe fahrt mal mitm finger weg wo euer sichtfeld endet | (- -) fahrt mal mit lang | ja fahrt mal ungefähr lang (.) da wo das sichtfeld endet | wie bewegt denn ihr euren finger jetzt? | entlang was ((die Schüler/-innen bewegen ihre Finger geradlinig von ihren Augen hinter sich))
 909
 {0:40:06.4} 910 G: hier hinten (-) hier hinten ist mein sichtfeld zu ende
 {0:40:09.3} 911 Z: was issn das für ne bewegung die ihr mit eurem finger ausführt?
 {0:40:11.2} 912 ((H berührt beim Melden mit der Hand das Gesicht von G))
 913 G: aua ((H lacht))
 {0:40:12.1} 914 Z: mh
 {0:40:13.1} 915 B: ähm einfach ne ganz [normale bewegung mit dem]
 916 ((D wackelt mit dem Zeigefinger der rechten Hand rechts vor X Gesicht))
 917 D: [ähm | hier ist das zu ende]
 {0:40:17.0} 918 Z: na was issn das für ne mateh- versuch mal in der mathematik zu bleiben | geometrie die fachbegriffe die wir schon hatten
 {0:40:21.9} 919 B: wenn man lineal (zeichnen würde) dass man es dass es gerade ist ((bewegt die rechte Hand geradlinig von X rechten Auge nach rechts hinter sich))
 {0:40:25.4} 920 Z: es ist gerade | was für geraden habt ihr denn kennengelernt? | was sind n geraden?
 {0:40:30.0} 921 G: äh ein eine gerade ist ein unendlich langer strich
 {0:40:34.2} 922 Z: ist das hier n unendlich langer strich?
 923 ((A bewegt den Kopf nach rechts und links))
 {0:40:36.6} 924 G: ja
 {0:40:37.2} 925 B: ja
 {0:40:37.7} 926 Z: wo geht n der strich los?
 927 ((B, E, F und G zeigen mit einem Finger auf ihre Nasenwurzeln))
 {0:40:40.0} 928 G: in der mitte von
 {0:40:41.0} 929 Z: ist der also unendlich lang?
 {0:40:42.2} 930 B: nein
 {0:40:43.2} 931 Z: was hat also dieser (-) strich diese linie
 {0:40:46.2} 932 E: er hat einen anfangspunkt
 {0:40:47.5} 933 Z: aha | er hat einen anfangspunkt
 {0:40:49.6} 934 G: ich kenn striche (klopf sich mit der flachen Hand an den Kopf)
 {0:40:50.2} 935 Z: und? | nach dorthin?
 {0:40:52.2} 936 G: keinen
 {0:40:53.2} 937 Z: mh?
 {0:40:53.5} 938 A: keinen endpunkt
 939 G: keinen endpunkt
 {0:40:54.3} 940 Z: keinen endpunkt | was haben wir denn kennegelernt | was hat denn einen anfangspunkt und keinen endpunkt?
 {0:40:57.7} 941 E: ein strahl
 {0:40:58.6} 942 Z: ein strahl | super | also | diese beiden schenkel sind STRAHLEN ((die Schüler/-innen nehmen sich ihre stifte und schreiben auf dem arbeitsblatt))
 {0:41:19.3} 943 G: ah strahlen | ich hab schenkel geschrieben
 {0:41:21.7} 944 Z: mhmh
 {0:41:34.5} 945 Z: E
 {0:41:35.3} 946 E: das andere wort | da glaub ich dass das mittelpunkt ist
 {0:41:40.2} 947 Z: mittelpunkt (.) ja | s- so verkehrt isses gar nicht iss ja irgendwo der mittelpunkt zwischen unsern augen gewesen | aber bei winkeln nennt man das ganze nicht mittelpunkt sondern?
 {0:41:48.7} 948 G: nee ich hab ne frage
 {0:41:50.0} 949 Z: gleich (- -) G (.) gleich | scheidelpunkt | merken wir uns
 {0:41:54.6} 950 G: scheidel hab ich äh schonmal von (andere/-r Schüler/-in) gehört | das ding hier ((bewegt mit der Hand einige Haare über den Scheitel))
 {0:41:58.4} 951 Z: das wort scheidel in deinem wortscha- das [wort scheidel]punkt? ((B streicht sich über die Haare))
 952 B: [das hier]
 {0:42:00.5} 953 A: das hat man
 {0:42:01.0} 954 G: scheidel (-) nur scheidel ((A fasst sich von vorn in die Haare))
 {0:42:02.0} 955 Z: na nur den scheidel | is ja hier vorne jetzt wenn man einfach nur die haare so rüberlegt über den scheidel ne? | okay

{0:42:06.1} 956 Z: also | ((B und G fahren sich mit der Hand durch die Haare)) die beiden | die beide vom scheidelpunkt des winkelfelds ausgehen ((die Schüler/-innen schreiben))

{0:42:21.5} 957 Z: G

{0:42:22.1} 958 G: ähm nee ähm wenn es eine unendliche fläche ist | wie kann sie dann begrenzt sein?

{0:42:28.8} 959 Z: na nach wohin issn diese fläche (-) unendlich lang | und nach wohin ist die begrenzt

{0:42:34.1} 960 G: naja geradeaus ist sie ((hält die rechte offene Hand vor die Nase und deutet dann damit nach vorn))

{0:42:35.1} 961 Z: steht da steht eigentlich hier n satz hier vorne dran

{0:42:37.6} 962 G: beim winkelfeld?

{0:42:38.9} 963 Z: hm?

{0:42:39.6} 964 G: achso naja das winkelfeld (-) ne äh ich hab

{0:42:42.8} 965 Z: wohin ist | wo issn die fläche unendlich lang und wohin ist sie begrenzt

{0:42:46.7} 966 G: die fläche ist

967 D: 'h

{0:42:47.2} 968 Z: schaut mal auf das bild da drunter was ihr habt | da habt ihr die kuh nochmal zu sehen | nach wohin ist das bild unendlich lang | das sichtfeld?

{0:42:53.6} 969 G: geradeaus

{0:42:54.4} 970 Z: mh?

{0:42:54.9} 971 G: nach geradeaus ((hält den Stift vor X Nase und bewegt ihn nach vorn))

{0:42:55.8} 972 Z: na also alles das was die kuh

{0:42:57.9} 973 G: sehen [kann]

974 H: [sieht]

{0:42:58.7} 975 Z: und wo ist das die begrenzt?

{0:43:01.2} 976 B: [*h das was sie nicht sehen kann]

977 G: na ab da [wo unverständlich]

{0:43:02.5} 978 Z: das (-) das was sie nich sehen kann | okay (-) jetzt | nehmt alle mal n bleistift und lineal raus zum schluss noch ((G schlägt sich mit der flachen Hand vor den Kopf; die Schüler/-innen kramen in ihren Federtaschen))

979

{0:43:10.0} 980 G: sind sie schon vorne oder? achso ist ja schon zweiunddreißig

{0:43:16.1} 981 Z: setzt mal rechts in die zeichnung | wo n leeres weißes feld ist

{0:43:19.3} 982 Z: ((zu D)) nimmste den?

{0:43:22.8} 983 Z: D hat schon wieder kein lineal

{0:43:24.6} 984 D: doch (unverständlich) ((steht auf und läuft von X aus nach links zu X Tasche))

{0:43:27.4} 985 G: ich hab nur zwei halbe

{0:43:28.7} 986 Z: kann mal jemand schnell D [n lineal] geben

987 B: [zwei halbe?]

{0:43:30.4} 988 G: ich hab [nur zwei halbe]

989 Z: [hat jemand zwei?]

{0:43:31.7} 990 H: ja

{0:43:32.3} 991 Z: gib mal schnell das halbe

992 ((lachen))

{0:43:36.1} 993 Z: so

{0:43:36.6} 994 G: na ich hab aber nur zwei

995 Z: setzt mal in das [weiße feld ungefähr ge]nau dort (.) den (.) scheidelpunkt

996 C: [können wir uns teilen]

{0:43:42.8} 997 G: also genau in die mitte

{0:43:45.2} 998 Z: genau dort wo auf der linken seite von der kuh | mittelpunkt zwischen den augen | überträgt mal diesen mittelpunkt also den scheidelpunkt auf das rechte feld

{0:43:53.3} 999 G: mein lineal reicht nicht

{0:43:56.1} 1000 Z: ungefähr | ihr müsst jetzt nicht ganz genau ausmessen | einfach ungefähr diesen scheidelpUNKT (- -) übertragen

{0:44:03.1} 1001 Z: aufs rechte feld | nich mesen irgendwas | F (.) einfach übertragen | s könnt jetzt auch | [muss nicht ganz genau sein] | einfach diesen punkt übertragen

1002 F: [hä? wollte ich nicht]

{0:44:11.2} 1003 Z: genau G | wie s- wie zeichnen wir punkte in der mathematik?

{0:44:14.4} 1004 F: versteh ich nicht

{0:44:15.3} 1005 B: achso

{0:44:15.5} 1006 G: son kreuz

{0:44:16.1} 1007 Z: F wo liegt | hier ist der mittelpunkt ungefähr der mittelpunkt des blickfeldes [dort] | wo ist er aufm blatt ungefähr hier oben in der ecke?

1008 F: [ja]

{0:44:22.6} 1009 F: nee | hier so

{0:44:23.5} 1010 Z: naja klar | reicht doch vollkommen aus | gut

{0:44:27.1} 1011 Z: den scheidelpunkt [ist ein] | H

1012 G: [neun komma vier]

{0:44:31.1} 1013 Z: ist ein punkt | wie bezeichnen wir punkte? in der mathematik

{0:44:34.0} 1014 H: mit einem kreuz

{0:44:34.9} 1015 D: oh tschuldigung ((hat beim Melden mit X Stift den Lehrer berührt))

{0:44:35.5} 1016 Z: mit einem kreuz | wie beschriften wir diese punkte?

{0:44:37.8} 1017 A: mit einem großen buchstaben

{0:44:39.0} 1018 Z: mit einem großen buchstaben | und wir be[zeichnen] diesen punkt mit einem großen s

1019 G: [ich nehm a] och man

{0:44:46.5} 1020 B: (klassengeist)

{0:44:49.4} 1021 Z: gut (-) und jetzt zeichnet ihr (.) von diesem scheidelpunkt ausgehend (.) genau (.) das (.) winkelfeld

{0:44:57.0} 1022 H: der kuh

{0:44:59.5} 1023 B: ((lässt die lippen aufeinander vibrieren)) pft

{0:45:01.6} 1024 Z: genau so wie die kuh das sichtfeld hat zeichnet ihr jetzt das winkelfeld

{0:45:08.3} 1025 Z: genau

{0:45:12.1} 1026 Z: jawoll

{0:45:13.1} 1027 G: so ((dreht sich zum Lehrer um))

{0:45:15.0} 1028 Z: sehr schön

{0:45:16.1} 1029 B: hats

{0:45:23.6} 1030 Z: na H

{0:45:25.4} 1031 G: guck mal ((zeigt auf das Arbeitsblatt von H und lacht dann))

{0:45:29.2} 1032 Z: genau zeichnen

{0:45:31.1} 1033 B: ach nee nee nee nee

{0:45:32.7} 1034 Z: muss schon durch den scheidelpunkt gehen F

{0:45:35.0} 1035 F: so
 {0:45:38.7} 1036 B: meine Fresse
 {0:45:39.8} 1037 Z: ((zur Tür gerichtet, in der nun Personen stehen)) geht mal mach mal sag mal den spint (- -) nach der pause treffen wir uns
 {0:45:44.6} 1038 B: ach nee quatsch
 {0:45:46.9} 1039 Z: okay
 {0:45:47.5} 1040 G: ((schaut auf seine Armbanduhr)) is schon so spät | es ist fünfunddreißig
 {0:45:50.9} 1041 Z: gut | an dieser stelle machen wir jetzt erstmal schluss | ihr geht zur pause | in der nächsten stunde gehts damit weiter | okay?
 {0:45:57.1} 1042 ja
 {0:45:57.4} 1043 Z: also ihr acht kommt [wieder hierher] die anderen
 1044 H: [haben wir fußballverbot?]
 {0:46:00.1} 1045 Z: nein | die anderen gehen rum
 {0:46:02.2} 1046 H: okay | äh G [die sachen können wir hier] lassen oder?
 {0:46:04.1} 1047 *: [lass den zettel gleich da liegen]
 {0:46:06.4} 1048 *: G lass den zettel da liegen

A.1.2 Winkelfeldvergleich

Einstieg

{0:00:00.0} 1049 Z: gut | so wir machen weiter | mit was machen wir denn eigentlich weiter?
 {0:00:05.3} 1050 G: das da ((zeigt zur Tafel))
 1051 Z: was haben wir denn gerade gemacht
 {0:00:06.8} 1052 B: ah
 {0:00:07.0} 1053 G: äh hier unten aufm blatt | das da ((nimmt X Arbeitsblatt hoch und zeigt auf den unteren Teil dessen))
 {0:00:07.9} 1054 Z: was haben wir denn gerade gemacht die erste stunde?
 {0:00:09.6} 1055 G: ähm wir haben äh die äh sichtfel- äh die winkelfelder von tieren | beobachtet
 {0:00:16.5} 1056 ((lachen))
 {0:00:17.0} 1057 Z: na was nun? haben wir jetzt die sichtfelder oder die winkelfelder beobachtet?
 {0:00:19.7} 1058 G: beides
 {0:00:20.3} 1059 Z: warum beides? | H
 {0:00:21.6} 1060 G: na weil das das gleiche ist?
 {0:00:23.8} 1061 Z: mhmh
 {0:00:25.7} 1062 G: glaub ich zumindest
 {0:00:27.4} 1063 Z: ja also | hast ja zumindest recht | gut | aber | bleiben wir mal bei den sichtfeldern G | die sichtfelder haben wir von was betrachtet?
 {0:00:35.2} 1064 H: von tieren
 {0:00:35.7} 1065 Z: von tieren | und die winkelfelder | ist auf | welcher ebene bezogen?
 {0:00:41.1} 1066 H: auf die von uns?
 {0:00:43.1} 1067 Z: nich die von uns | wir hab ja auch irgend- sichtfelder | aber was hab ich immer gesagt | jetzt versuchen wir uns mal weg von der situation von den tieren | hin zur?
 {0:00:52.2} 1068 G: mathematik
 {0:00:52.9} 1069 Z: mathematik | genau | so

Fertigstellen des Heferaufschriffs

{0:00:54.9} 1070 Z: jetzt habt ihr alle natürlich noch n kleines feld offen | wir haben ja den winkel (-) gezeichnet | wir haben den scheidelpunkt gezeichnet | (- -) jetzt möchte ich bitte dass ihr (- -) das (-) winkelfeld | nochmal schnell mit nem grünen stift ausmalt
 {0:01:09.3} 1071 H: yeah
 1072 ((die Schüler/-innen holen stifte aus den Federtaschen))
 {0:01:10.3} 1073 Z: auf der rechten seite
 {0:01:10.9} 1074 G: hellgrün oder dunkelgrün
 {0:01:13.5} 1075 Z: könnt ihr euch aussuchen
 {0:01:14.3} 1076 G: ja hellgrün
 {0:01:15.8} 1077 H: ich guck welchen stift ich zuerst (abgeschossen)
 {0:01:16.0} 1078 D: dunkelgrün | welches ist das | was?
 1079 ((die Schüler kramen in ihren Federtaschen))
 {0:01:20.5} 1080 Z: los gehts | ganz schnell | eine minute zeit | D
 {0:01:22.1} 1081 C: das sichtsfeld
 {0:01:22.7} 1082 H: was? | eine minute
 {0:01:24.8} 1083 Z: genau rein schraffieren müsst ihr jetzt nicht ganz perfekt ausmalen
 {0:01:28.0} 1084 G: yeah | schraffieren
 {0:01:34.9} 1085 Z: C komm
 {0:01:37.8} 1086 H: <<flüsternd zu G> muss ja ordentlich>
 {0:01:40.0} 1087 G: schraffieren?
 1088 D: äh
 {0:01:42.3} 1089 D: so
 {0:01:42.5} 1090 G: <<flüsternd zu H> das da ist nicht ordentlich>
 {0:02:05.4} 1091 Z: was fehlt n | was fehlt n hier? | wie viel schenkel hat wir beim kuh | beim sichtfeld der kuh? | wie viele schnekl haben wir | oder strahlen?
 {0:02:13.4} 1092 C: zwei
 {0:02:14.5} 1093 Z: aha | ich seh bei dir nur einen | wo issn der zweite?
 {0:02:23.2} 1094 Z: so | wir machen das mal so | dann können wir nämlich weitermachen ((schreibt auf dem Arbeitsblatt von C)) | hier ist der scheidelpunkt ja? | wo issn dein lineal? ((nimmt Lineal von D)) | jetzt machen wir des so | jetzt haben wir hier den ersten (- -) schenkel | dann machen wir hier den zweiten okay? | das ist dann jetzt das sichtfeld
 1095 B: << flüsternd zu A> es soll perfekt sein>
 1096 A: << flüsternd zu B> des soll gar nicht perfekt sein>
 {0:02:46.6} 1097 Z: gut wer fertig ist (-) kann den stift hinlegen
 {0:02:49.9} 1098 D: Herr Z | geht das?
 {0:02:50.2} 1099 Z: jaja | ist alles gut | genau | muss ja jetzt nicht perfekt ausgemalt sein | H | was malst?

Vergleich Mathematik – Realität

{0:02:54.8} 1100 Z: denn du da?

{0-02:55.7} 1101 H: eine kuh
 {0-02:56.9} 1102 Z: warum malst du da die kuh?
 {0-02:58.9} 1103 H: weil die ja gucken muss
 {0-03:00.8} 1104 Z: die kuh ist doch schon hier | (- -) was haben wir denn auf der rechten seite jetzt eigentlich nochmal dargestellt? | auf der linken seite war die schöne kuh mit dem sichtfeld | was ist auf der rechten seite H?
 {0-03:08.8} 1105 H: ähm das sichtfeld | ohne kuh
 {0-03:11.2} 1106 Z: G
 {0-03:11.9} 1107 G: das winkelfeld
 {0-03:12.5} 1108 Z: das winkelfeld | auf mathematik bezogen | jetzt guckt mal dadrunter die tabelle an | in welche beiden spalten ist die tabelle unterteilt F?
 {0-03:20.3} 1109 F: ähm sichtfeld der kuh und winkelfeld
 {0-03:22.8} 1110 Z: aha | das heißt | (- -) wenn wir uns jetzt winkelfeld jetzt mal angucken | welche drei bestandteile des winkelfelds haben wir kennengelernt?
 {0-03:31.8} 1111 G: mh
 {0-03:33.5} 1112 Z: E
 {0-03:34.6} 1113 E: mh mh die (- -) schenkel und den scheitelpunkt
 {0-03:40.7} 1114 Z: tragt ein schenkel | (-) erste zeile
 {0-03:43.8} 1115 G: und winkelfeld ne?
 {0-03:47.2} 1116 H: schenkel?
 {0-03:48.2} 1117 Z: schenkel
 {0-03:48.9} 1118 G: soll ich dahinter noch äh mal zwei? oder ((schreibt mit dem Stift in die Luft))
 {0-03:52.0} 1119 Z: neeene einfach schenkel
 {0-03:54.1} 1120 B: boah
 {0-03:57.0} 1121 G: winkel (.) dann noch
 {0-03:59.1} 1122 Z: was noch G?
 {0-04:00.1} 1123 G: ähm den sichtpu- mittelpunkt
 {0-04:03.3} 1124 Z: na was | wie hatten wir denn gesagt | nicht mittelpunkt sondern
 {0-04:05.2} 1125 D: 'h
 {0-04:05.4} 1126 E: scheitelpunkt
 {0-04:06.1} 1127 D: scheitelpunkt
 {0-04:06.6} 1128 Z: scheitelpunkt | in der zweiten zeile den scheitelpunkt
 {0-04:16.7} 1129 Z: aber da ist noch ne dritte zeile | was tragen wir denn da ein?
 {0-04:18.9} 1130 G: mei
 {0-04:20.4} 1131 D: äh
 {0-04:21.2} 1132 G: mh ich weiß es
 {0-04:23.5} 1133 Z: B
 {0-04:24.4} 1134 B: unendlich?
 {0-04:25.8} 1135 Z: MH | unendlich | ja ich weiß was du meinst | aber was ist denn unendlich?
 {0-04:31.1} 1136 D: 'h
 1137 G: mh mh
 {0-04:32.5} 1138 Z: D
 {0-04:33.0} 1139 D: die strahlen?
 {0-04:33.8} 1140 Z: der strahl | gut der strahl der | also der schenkel ist auch unendlich | da hast du natürlich recht aber | was haben wir denn gerade ausgemalt? | was ist denn unendlich?
 {0-04:41.1} 1141 A: die fläche?
 {0-04:41.9} 1142 Z: die fläche | jawoll
 {0-04:43.2} 1143 G: also fläche hinschreiben?
 1144 D: also unendliche fläche?
 {0-04:44.6} 1145 Z: hm?
 {0-04:45.4} 1146 G: fläche oder?
 {0-04:46.3} 1147 Z: die fläche | genau
 {0-04:47.3} 1148 H: fläche
 {0-04:54.0} 1149 D: guck meins ((zu C))
 {0-04:54.5} 1150 Z: jetzt überträgt das ganze mal | jetzt haben wir die rechte seite ausgefüllt | jetzt müssen wir die linke seite noch ausfüllen
 {0-05:00.0} 1151 G: hm
 {0-05:01.2} 1152 Z: was issn analog dazu | oder bezogen auf das sichtfeld der tiere | oder sichtfeld der kuh | der scheitelpunkt?
 {0-05:13.1} 1153 Z: B
 {0-05:13.7} 1154 B: die schnauze?
 {0-05:14.9} 1155 Z: die schnauze (.) ja | was noch was k- | wo wo lag er noch? | (- -) ist erstmal okay die schnauze | was w- können wir noch?
 {0-05:21.3} 1156 D: ((zeigt auf die Nasenwurzel)) hier
 {0-05:21.5} 1157 Z: wo issn der | der punkt | wo liegt n der?
 1158 E: ((zeigt auf die Nasenwurzel))
 1159 F: ((zeigt auf die Nasenwurzel))
 {0-05:23.3} 1160 D: ähm (.) zwischen den augen?
 1161 G: mittelpunkt
 {0-05:24.8} 1162 Z: zwischen den augen oder (.) mach mal in der nähe der augen | okay? | nähe der augen
 {0-05:28.3} 1163 G: können wir hinschreiben nähe der augen
 {0-05:29.3} 1164 Z: nähe der augen
 {0-05:33.3} 1165 G: wo denn? | hinter fläche oder hinter scheitelpunkt
 {0-05:36.4} 1166 Z: na | was | welchen punkt haben wir denn gerade gemacht? ((zeigt auf seine Nasenwurzel))
 {0-05:40.3} 1167 G: den winkel
 1168 H: da halt
 {0-05:41.2} 1169 Z: nee guck mal | der scheitelpunkt | wo liegt der scheitelpunkt bei der kuh? | in der nähe der augen
 {0-05:46.5} 1170 G: oh also neben scheitelpunkt
 {0-05:48.6} 1171 Z: genau | logischerweise neben scheitelpunkt
 {0-05:50.8} 1172 H: ah
 {0-06:02.7} 1173 Z: so | jetzt füllen wir mal oben die erste zeile aus | der schenkel | was issn auf der | bei der kuh bezogen | was sind denn dort die schenkel?
 {0-06:11.4} 1174 G: da wo es unscharf wird? ((zeigt mit dem Füller auf X Auge))
 {0-06:13.1} 1175 Z: da wo es unscharf wird | ja | was können wir noch dazu sagen? | dieses wort unscharf gefällt mir nicht so richtig
 {0-06:16.9} 1176 A: also (-) da (-) wo (-) also quasi hinter der kuh? ((hält die rechte Handfläche ans Auge))
 {0-06:22.9} 1177 Z: hinter der kuh | was ist denn hinter der kuh?
 {0-06:24.6} 1178 G: der rücken ((zeigt jetzt mit rechten Handfläche aufs Arbeitsblatt))
 {0-06:28.7} 1179 Z: okay | auf das sichtfeld bezogen hinter der kuh? | ist nicht der rücken | also da ist auch der rücken | was kommt dahinter? | der |

welcher bereich kommt dahinter?
 {0:06:36.4} 1180 A: der nacken ((zeigt mit der rechten hand jetzt auf den nacken))
 1181 H: os ((lacht))
 {0:06:39.6} 1182 Z: << lachend > wieder aufs sichtfeld bezogen | E >
 {0:06:42.2} 1183 E: mh (-) der (-) mh (-) der teil der nicht sichtbar ist ((bewegt X Handflächen vor dem Gesicht mehrfach aufeinander zu und wieder von einander weg))
 {0:06:48.1} 1184 Z: der teil | der nicht sichtbar ist | also (-) was sind demzufolge die schenkel bei der kuh | (-) welcher bereich zwischen dem | (-) was wir sehen | was wir nicht sehen | wir können wir das m- ganz einfach darstellen in zwei worten?
 {0:07:01.8} 1185 G: ähm | die ohren?
 1186 ((lachen))
 {0:07:07.0} 1187 Z: seid ihr wieder zu sehr | an der kuh dran ne | jetzt wollt ihr alle versuchen mithilfe der kuh zu erklären | ich helf euch mal | ähm | die schenkel sind die begrenzung zwischen | sichtfeld | und nicht sichtfeld | ja?
 {0:07:20.5} 1188 Z: also | wie können wir das jetzt ganz einfach darstellen mit zwei drei worten? | hab keine lust den ganzen satz aufzuschreiben mit euch
 {0:07:25.8} 1189 G: sichtfeld?
 {0:07:27.5} 1190 H: nicht sichtfeld
 {0:07:28.6} 1191 G: achso
 {0:07:29.2} 1192 H: nicht sichtfeld ((lacht))
 {0:07:30.3} 1193 G: kein sichtfeld ((lacht))
 {0:07:32.0} 1194 Z: sind die schenkel jetzt das nicht sichtfeld oder das sichtfeld | oder was ist mit den schenkeln gemeint?
 {0:07:35.4} 1195 G: die schenkel
 {0:07:37.6} 1196 A: die begrenzung?
 {0:07:38.9} 1197 Z: die begrenzung (.) einfach (-) könnt ihr begrenzung schreiben
 {0:07:42.3} 1198 G: achso | doch schenkel
 {0:07:44.2} 1199 Z: und ich denke wenn das wort dort begrenzung steht | dann wisst ihr alle was gemeint ist | oder?
 {0:07:48.4} 1200 A: warte jetzt hab ich | oh
 {0:07:50.3} 1201 oh
 {0:07:54.2} 1202 D: hier steht es doch |(-) hast du gehört?| da steht es ja hier oben einfach da
 {0:07:59.5} 1203 Z: HA | GUT | steht eigentlich schon oben in der definition ne?
 {0:08:02.7} 1204 D: mhmh
 {0:08:03.2} 1205 Z: mhmh | so und jetzt zum schluss die fläche
 {0:08:05.7} 1206 G: hä? | da steht doch gar nicht (begrenzt)
 {0:08:06.6} 1207 Z: was ist die fläche bezogen auf die kuh?
 {0:08:08.9} 1208 G: äh äh da
 {0:08:10.5} 1209 Z: hm
 {0:08:11.3} 1210 G: das sichtfeld?
 {0:08:11.9} 1211 Z: ganz einfach sichtfeld | jawohl
 {0:08:13.4} 1212 G: wa
 {0:08:17.3} 1213 G: sicht-
 {0:08:19.9} 1214 G: feld
 {0:08:21.0} 1215 B: gut
 {0:08:21.6} 1216 C: fertig
 {0:08:23.3} 1217 G: ein strich
 {0:08:24.2} 1218 Z: so wer das hat | stifte hinlegen | (-) jetzt | (-) ohren (-) spitzen | augen schärfen | und nach vorne schauen
 1219 B: ((berührt mit den Zeigefingern die jeweiligen Daumen und legt sich die so geschaffenen Ringe um die Augen))

Erklären der App-Bedienungsmöglichkeiten

{0:08:32.7} 1220 Z: denn jetzt gehen wir näher in die app rein | bevor ihr gleich | komplett selbstständig arbeitet | will ich euch an dieser stelle noch mal ein bisschen was zur app zeigen was die app alles kann was in der ersten stunde (0.2) noch nicht (-) gezeigt wurde | 50
 1221 G: (unverständlich) ganz viele tiere | sollen wir die iPads aufmachen?
 {0:08:53.4} 1222 Z: genau aufpassen | so wenn ich jetze zum beispiel anfang | ganz oben das erste tier | das ist eine ente | wenn wir diese ente anklicke | was passiert mit der?
 {0:09:04.5} 1223 Z: sie kommt rein ins feld | ja?
 {0:09:07.0} 1224 G: ach gott | die kann aber viel sehen
 {0:09:08.5} 1225 Z: was ist bei der ente jetzt an ähm (.) angeschaltet? | schaut mal den (-) die beiden (-) knöpfe daneben | was bedeuten die?
 {0:09:14.2} 1226 G: sie guckt
 1227 B: guckt
 {0:09:14.8} 1228 Z: sie guckt gerade | logischerweise jetzt sehen wir bei der ente was wenn sie guckt?
 {0:09:19.0} 1229 G: ihr sichtfeld
 {0:09:19.8} 1230 Z: das sichtfeld | wenn ich wenn sie schläft? | was macht die ente dann?
 {0:09:23.2} 1231 G: schläft
 {0:09:24.3} 1232 Z: schläft | also kann sie das | was nicht?
 {0:09:26.9} 1233 G: gucken
 {0:09:27.6} 1234 Z: gucken | also hat sie kein sichtfeld | jawoll
 1235 G: doch ich gucke | ich gucke aber ich seh nichts ((bewegt X Kopf mit geschlossenen Augen))
 {0:09:31.2} 1236 Z: ich kann als nächstes (.) die katze reinholen | ihr seht das ganze
 {0:09:34.6} 1237 G: hey die hat aber ein wenig sichtfeld
 {0:09:37.2} 1238 Z: die katze hat ein sichtfeld
 1239 C: (zora) kann nicht so gut sehen
 {0:09:38.6} 1240 Z: ich leg die katze mal schlafen
 {0:09:40.6} 1241 H: juhu
 {0:09:41.8} 1242 Z: und bewege die katze
 1243 G: aber wie kann man denn bitte (.) beim schlafen sich bewegen?
 {0:09:45.2} 1244 Z: und was passiert denn wenn ich die (-) ente | auf die katze bewege?
 {0:09:50.4} 1245 F: keine ahnung
 {0:09:51.3} 1246 H: nix?
 {0:09:51.7} 1247 Z: na was passiert denn?
 1248 G: dann frisst die katze die ente?
 {0:09:53.0} 1249 D: aber die katze (.) die katze | also die die ente rennt ja eigentlich vor der katze weg
 {0:09:56.8} 1250 Z: nee darum gehts jetzt nicht | es geht jetzt nur um die app | wir sind jetzt wirklich in der app drinne ja?
 {0:09:59.8} 1251 D: achso | ja okay
 {0:10:01.3} 1252 Z: guck mal ich kann die app ente auf die katze bewegen
 1253 G: na dann sieht die katze die ente
 {0:10:03.8} 1254 Z: aber ich kann die katze nicht auf die ente bewegen | was glaubt ihr | warum funktioniert denn das nicht?

1255 G: ah weil
{0:10:08.6} 1256 B: weil immer das kleinere tier auf das größere tier ist
{0:10:11.0} 1257 Z: NA | guck mal | das kleinere auf das größere tier | was passiert | wenn ich so mach oh
{0:10:21.1} 1258 Z: jetzt ist die große kuh auf den beiden anderen tieren drauf | F
1259 B: ah (.) ah das
{0:10:25.7} 1260 F: ich glaub weil das | weil die ente ja als erstes da auf dieses (.) draufkommt
{0:10:28.8} 1261 Z: genau | jawoll | seht ihr (.) die rangfolge an der seite | die kann man verändern | das was ganz oben ist (-) ist logischerweise auch in der app ganz oben
{0:10:38.1} 1262 B: <<flüsternd> bremer stadtmusikanten >
{0:10:39.4} 1263 Z: wenn ich das (.) die kuh zwischen ente und katze mache? | was passiert?
{0:10:42.3} 1264 ((lachen))
1265 G: die arme katze
1266 D: die arme katze
{0:10:43.5} 1267 Z: ich schiebe die kuh zwischen (.) ente und katze
{0:10:46.8} 1268 Z: so | jetzt kann ich natürlich in der app | jetzt sind wir mal bei der kuh | ich lasse (-) mal nur die kuh stehen
{0:10:53.6} 1269 ((jeah))
{0:10:54.6} 1270 D: warum immer die kuh?
{0:10:55.5} 1271 Z: und (-) lass sie gucken
{0:10:58.8} 1272 Z: was kann ich denn hier unten mit dem knopf | warum seht denn ihr das gerade nicht? | is ja (.) doof
{0:11:04.4} 1273 C: <<flüsternd> das ist komisch>
{0:11:06.1} 1274 Z: ah da unten (.) jetzt
{0:11:07.7} 1275 C: ah jetzt
1276 H: schenkel
{0:11:08.9} 1277 Z: so da unten habt ihr zwei (-) knöpfe | scheitelpunkt und schenkel | wenn ich jetzt den schenkel anklicke | was sehen wir? | was wird dargestellt farbig?
{0:11:17.2} 1278 A: die schenkel
{0:11:18.2} 1279 Z: die schenkel der?
{0:11:19.7} 1280 B: kuh
{0:11:20.1} 1281 A: kuh
{0:11:20.5} 1282 Z: na nicht die schenkel der kuh (.) die sind ja hier ((zeigt auf seine Schenkel))
1283 ((lachen))
{0:11:22.2} 1284 Z: aber | welche schenkel?
1285 A: des sichtfeld
{0:11:24.8} 1286 E: die schenkel des sichtfeldes
{0:11:26.8} 1287 Z: des sichtfeldes | jawoll
1288 G: der scheitelpunkt
{0:11:29.1} 1289 Z: genau das gleiche (-) kann ich mit dem scheitelpunkt | seht ihr (.) was passiert?
{0:11:34.3} 1290 sie wird rot
1291 Z: die kuh hat einen scheitelpunkt in der nähe der augen
{0:11:38.0} 1292 Z: sehr schön | jetzt gehts aber noch weiter
{0:11:40.1} 1293 D: welchen schenkel hat dann das pferd?
1294 Z: ich leg mal die kuh wieder schlafen
1295 B: muh
1296 G: ((macht Schnarchgeräusche))
{0:11:46.0} 1297 C: boah | die kuh will schlafen
1298 Z: man kann
{0:11:47.9} 1299 Z: hier oben wenn ich dran ziehe | was passiert?
{0:11:48.9} 1300 B: ah
1301 C: wie cool
{0:11:51.5} 1302 Z: B
{0:11:52.0} 1303 B: ähm die gegenstände verschwinden also der kreis ähm der busch und der weg
{0:11:57.3} 1304 Z: genau kann ich verschwinden lassen | spielt jetzt erstmal kein- m nicht so die rolle
1305 G: was issn eigentlich das rote da?
{0:12:01.2} 1306 Z: ich kann hier was machen? | wenn ich das verschiebe?
{0:12:05.0} 1307 C: wow
1308 G: höhö
1309 G: Farbe weg
{0:12:05.5} 1310 G: blass äh blässer
{0:12:06.5} 1311 Z: ich mäh den rasen ne?
{0:12:08.3} 1312 ((jeah))
1313 E: hihi
{0:12:09.9} 1314 Z: und? | genau das gleiche kann ich auch was machen? | da drunter? | ne kann ich gerade nicht | warum kann ich das gerade nicht machen?
1315 B: ja das (.) das hab ich auch schon probiert
1316 G: die tiere weg?
{0:12:16.5} 1317 A: weil da nicht die tiere die dort angezeigt sind drauf sind
{0:12:19.7} 1318 Z: uh mal gucken | machen wir das mal ganz schnell so | ich mach das pferd rein
1319 G: pferd juhu
1320 C: das pferd? das pferd
1321 E: jippi
{0:12:22.5} 1322 Z: ich mache die (-) ente rein und was ist noch angezeigt?
{0:12:25.9} 1323 H: igel
{0:12:26.7} 1324 B: die katze
{0:12:27.2} 1325 Z: die katze
{0:12:27.8} 1326 D: katze
1327 H: ah ente oder?
{0:12:28.7} 1328 Z: guck mal selbst das | kann ich trotzdem hier oben nicht bewegen
{0:12:30.9} 1329 H: uh
1330 B: hä?
{0:12:31.6} 1331 D: hä?
{0:12:32.8} 1332 Z: aber guck mal was ich in der app noch machen kann | was eigentlich total cool ist
{0:12:37.3} 1333 Z: ich mach mal den scheitelpunkt schenkel raus | nur die ente ist da | die ente schläft nee die ente guckt
{0:12:42.0} 1334 Z: und jetzt klicke ich mal | oben ist ja jetzt tiere und menschen angeklickt | seht ihr das?
{0:12:45.8} 1335 ((ja))

{0:12:46.7} 1336 **Z:** geh ich mal zu winkelfelder
 {0:12:48.3} 1337 **H:** oh
 {0:12:48.9} 1338 **B:** hua
 {0:12:49.1} 1339 **Z:** was passiert denn jetzt?
 {0:12:50.5} 1340 **H:** auhu
 1341 **F:** da sind die beiden oben die du eben so bewegt hast in da sind die jetzt so ganz | auf so| naja
 {0:12:58.9} 1342 **B:** ach jetzt kann man die verstellen
 1343 **G:** hä wie jetzt?
 {0:12:59.6} 1344 **Z:** jetzt kann ich die verstellen (-) aber warum | und hier oben kann ich jetzt nichts verstellen bei der (-) bei dem rasen bei den
 1345 (teilen)
 1345 **D:** äh
 {0:13:13.3} 1346 **Z:** warum issn der dieser dieses umschalten ganz wichtig? (-) F
 1347 **F:** achso ähm (-) nee
 {0:13:15.5} 1348 **Z:** was seht ihr denn jetze nur?
 1349 **G:** ah
 {0:13:20.9} 1350 **Z:** wenn ihr euch mal nur das bild jetzt anguckt | was seht ihr nur? F
 1351 **F:** ich seh blau
 1352 **B:** blau ((lacht))
 {0:13:22.1} 1353 **Z:** du siehst blau
 1354 ((lachen))
 {0:13:23.9} 1355 **Z:** was glaubst du | was issn das blaue?
 {0:13:26.9} 1356 **F:** das ist glaube ich der hintergrund
 {0:13:34.3} 1357 **Z:** guck mal genau hin | weiß ist ja auch der hintergrund | warum issn das dann zwei verschiedene Farben?
 1358 **D:** *h ähm
 1359 **Z:** D
 {0:13:42.7} 1360 **D:** das weiße ist ähm wenn man das grüne also wenn man jetzt nicht auf winkelfelder drückt ist das (.) weiße das wo das tier nicht sehen
 kann
 1361 **Z:** mhmh
 {0:13:46.5} 1362 **D:** und das blaue ist das was der grüne rasen ist sozusagen
 1363 **Z:** okay
 {0:13:49.8} 1364 **D:** und der und der (.) punkt dieser rote da ((zeigt auf die Tafel))
 1365 **Z:** mhmh
 {0:13:53.9} 1366 **D:** der große das | das ist das tier eigentlich
 1367 **Z:** okay | da war nee
 {0:13:54.3} 1368 **A:** nein der scheidelpunkt
 1369 **B:** nein der scheidelpunkt
 1370 **D:** warte mal | nee | äh
 {0:14:00.8} 1371 **Z:** der rote punkt ist das tier? | hat B und A haben richtig (eingestoßen) | ähm eingeworfen | was issn das rote?
 1372 **H:** oh | das arme tier
 1373 **A:** der scheidelpunkt
 {0:14:02.0} 1374 **Z:** <<flüsternd> der scheidelpunkt>
 {0:14:06.2} 1375 **Z:** und guckt mal | und jetzt kann ich hier (-) die schenkel wieder einstellen | ich kann aber auch sogar
 1376 **G:** und was ist das graue?
 {0:14:13.7} 1377 **Z:** den scheidelpunkt (-) kann nicht wegmachen | warum kann ich denn den scheidelpunkt jetzt nicht wegmachen? | ganz einfach?
 1378 **G:** ah
 1379 **Z:** E
 {0:14:16.6} 1380 **E:** weil er zu dem winkelfeld gehört
 {0:14:20.2} 1381 **Z:** der gehört dazu | issn bestandteil des winkels | diese darstellung ist nämlich dafür wichtig
 1382 **G:** ähm
 {0:14:20.8} 1383 **Z:** jetzt kommen wir nämlich

Hinführung zum Arbeitsauftrag

{0:14:21.6} 1384 **Z:** weg vom bauernhof | was ja eigentlich ne schöne situation ist
 {0:14:24.3} 1385 **G:** manno
 {0:14:25.1} 1386 **Z:** hin zur | komplett zur mathematik | indem wir uns mit winkeln beschäftigen | wenn ich in der sechsten klasse nen test schreibe | wo
 ich irgendwas von enten und so erzähle
 {0:14:34.6} 1387 **H:** hihi ((lacht))
 1388 ((lachen))
 {0:14:34.8} 1389 **Z:** was glaubt ihr was ich wie ihr da reagiert
 {0:14:37.5} 1390 **G:** juhu
 1391 **B:** ja
 {0:14:38.5} 1392 **Z:** genau
 {0:14:39.4} 1393 **Z:** so | erstmal grob verstanden was die app alles kann?
 1394 **G:** ja
 1395 **H:** ja
 {0:14:43.5} 1396 **Z:** gut | jetzt kommen wir nämlich zurück | ich stell mal jetzt ganz schnell wieder tiere und menschen ein | jetzt sehen wir die ente
 {0:14:47.7} 1397 **B:** ja
 {0:14:48.1} 1398 **Z:** und ich hol mal (0.1) ein pferd dazu
 {0:14:51.2} 1399 **Z:** hatten wir noch gar nicht
 1400 ja
 1401 **D:** ein gesatteltes ein gesatteltes
 {0:14:54.7} 1402 **B:** (what the f-)
 1403 **Z:** ein pferd dazu
 {0:14:56.4} 1404 **Z:** eure aufgabe wird es nämlich jetzt gleich sein
 1405 **H:** das pferd kann am weitesten gucken
 1406 **F:** (unverständlich)
 {0:14:59.1} 1407 **Z:** wir arbeiten in verschiedenen kleinen gruppen | einzeln oder paarweise zusammen
 1408 **E:** alter
 {0:15:03.0} 1409 **Z:** sag ich gleich noch ganz konkret was dazu
 {0:15:04.8} 1410 **Z:** und eure aufgabe ist es | tiere miteinander zu vergleichen
 {0:15:08.8} 1411 **Z:** ich möchte gar nicht so viel dazu sagen | ihr wisst was die app jetzt alles kann
 1412 **H:** ja
 {0:15:15.0} 1413 **Z:** und eure aufgabe ist es gleich | tiere zu sortieren nach der größe des sichtfeldes
 {0:15:20.8} 1414 **G:** oh wie rum | achso und wie sortiert man?

1415 F: oh
1416 B: oh
{0:15:21.7} 1417 Z: okay?
{0:15:22.6} 1418 Z: ganz schnell | damit ihr wisst (.) welche | tiere es alles gibt
{0:15:28.6} 1419 Z: hier haben wir ein pferd | ich geh mal ganz näher ran dass ichs genauer erkennen kann
1420 B: menschen
1421 F: menschen
{0:15:31.7} 1422 Z: das ist ein pferd
{0:15:33.0} 1423 Z: was ist das für ein pferd?
1424 D: ein gesattelt
{0:15:34.1} 1425 Z: stell ich mal daneben
1426 F: esel
1427 D: ein gesatteltes | das ist doch kein esel | das ist ein schecke (.) also ein mustang was aussieht wie ein schecke | gesattelt
{0:15:40.4} 1428 F: hä?
{0:15:40.5} 1429 Z: gesattelt ist | was hat das vorm vorm auge?
{0:15:43.0} 1430 D: ähm
1431 B: oah
{0:15:44.7} 1432 D: nein hä?
{0:15:45.7} 1433 Z: A
{0:15:46.2} 1434 A: solche klappen damit es sich nicht ablenken lässt bei kutschfahrt- fahrten
{0:15:49.3} 1435 Z: aha
{0:15:49.6} 1436 D: das ist wie
1437 Z: was glaubt ihr warum gibts denn da n pferd was n | was ähm (- -) sone klappen hat und n pferd was keine klappen hat
{0:15:55.9} 1438 A: weil das pferd mit klappen weniger sehen kann als das pferd mit klappen
{0:15:59.0} 1439 Z: okay
{0:15:59.8} 1440 Z: lassen wir erstmal soweit | so stehen
1441 H: oh | das issja auch n grund
1442 A: nein
{0:16:01.3} 1443 Z: dann gibt es natürlich noch
1444 B: (unverständlich)
{0:16:04.0} 1445 Z: einen | wo issn der jetze?
1446 B: hä?
{0:16:06.2} 1447 Z: wo ist der mensch?
{0:16:06.8} 1448 H: da | hihi
1449 Z: da ist der mensch positioniert
1450 D: oh | oh das wird die
{0:16:08.1} 1451 H: hihihi
{0:16:09.2} 1452 Z: dann gibt es natürlich noch einen menschen
{0:16:11.5} 1453 B: und einen menschen mit fernglas
{0:16:12.5} 1454 C: der papa (.) davon
{0:16:13.5} 1455 F: der kann viel sehen
{0:16:14.6} 1456 Z: ja? | und es gibt noch nen menschen mit fernglas
{0:16:17.3} 1457 B: boah ja der kann | dert kann gar nichts sehen
{0:16:18.1} 1458 H: hm
{0:16:18.2} 1459 A: al-
{0:16:19.0} 1460 H: der kann aber wenig
{0:16:20.4} 1461 Z: was kann der?
{0:16:21.4} 1462 G: [wenig sehen]
1463 Z: [gar nichts sehen?]
1464 F: [ga-]
{0:16:22.3} 1465 Z: na wozu hat er denn ein fernglas?
1466 B: der kann FAST gar
{0:16:23.7} 1467 B: mh der kann fast gar nix
{0:16:24.6} 1468 Z: E
{0:16:25.2} 1469 E: na er kann halt (.) weiter sehen | aber er kann nich (-) so breit sehen
1470 F: breiter sehen
1471 A: mehr
1472 B: breit
1473 E: ((zeigt erst mit den offenen Händen nach vorn von sich weg, zieht dann die Hände vor sich nach links und rechts auseinander))
{0:16:30.1} 1474 Z: okay | gut | lass ich erstmal hier so weit stehen | so jetzt hört ihr bitte

Arbeitsauftrag

{0:16:33.5} 1475 Z: genau zu | ihr bekommt jetzt verschiedene aufgaben
{0:16:36.8} 1476 G: wie sortiert man eigentlich?
{0:16:38.2} 1477 Z: hm?
{0:16:38.8} 1478 G: wie sortiert man eigentlich?
{0:16:40.8} 1479 Z: wie? wie sortiert man eh | sag ich euch gleich wie ihr ge- vorgeht | so | ähm
1480 G: ((zeigt nach vorn))
{0:16:46.0} 1481 Z: B A | euer arbeitsblatt | ihr guckt euch mal ganz schnell an welche tiere ihr habt | und E und F | ihr guckt euch an welche tiere ihr oben habt
{0:16:55.3} 1482 G: ja
1483 H: pferde
1484 A: ((streckt die Fäuste vor sich in die Luft und bewegt diese auf und ab; lächelt dabei))
{0:16:58.0} 1485 D: was hast du denn A?
1486 G: katze kuh (menschen und fernglas) och man
1487 H: och man
{0:16:59.4} 1488 A: ((zu D; streckt X den Zeige- und den Mittelfinger entgegen)) wir haben die beiden Pferde
{0:17:04.3} 1489 B: katze
{0:17:05.0} 1490 D: wir haben katze kuh mensch ohne fernglas und mit
{0:17:07.4} 1491 Z: so | ihr vier ((die vorgestreckte offene Handfläche zeigt zu A, B, E und F)) | arbeitet jeder für sich selber | vielleicht auch mit euerm partner | aber nicht nach hinten gucken ja? | aber ihr vier habt die gleichen (-) lebewesen
{0:17:17.5} 1492 Z: und ihr vier habt die gleichen lebewesen | als allererstes ist eure aufgabe jetzt (0.2) ihr sollt schätzen | auf die linke seite der tabelle das eintragen | welche lebewesen (-) das kleinste haben (.) und welche das größte | also ne rang- (-) folge festlegen
{0:17:34.3} 1493 Z: tragt mal diese rangfolge jeder für sich selber in die tabelle ein | los gehts

{0:17:38.2} 1494 B: die hier oben die auch

Schätzung der Rangfolge

{0:17:39.4} 1495 Z: die oben | nur die vier die euch betreffen
 1496 B: mh
 1497 C: können wir das andere nehmen
 1498 G: können wir das iPad dazu benutzen?
 {0:17:42.0} 1499 G: wir dürfen das iPad benutzen ne?
 {0:17:43.4} 1500 Z: hm? iPad noch nicht | ihr sollt schätzen
 {0:17:45.6} 1501 G: achso stimmt ja erst schätzen
 {0:17:49.8} 1502 D: kleinstes sichtfeld | denke ich mal
 {0:17:52.7} 1503 G: ähm
 {0:17:54.4} 1504 D: dürfen wir mit bleistift schreiben?
 {0:17:55.8} 1505 Z: SCH | könnt ihr gern mit bleistift | ja
 {0:18:58.6} 1506 *: (steht auf und geht nach vorn)
 {0:19:01.5} 1507 Z: gut (.) G fertig? | geht gleich los | jetzt erklär ich nochmal für alle | dann seid ihr (.) seid ihr dran
 {0:19:09.1} 1508 *: (ich guck nur einfach nochmal nach dem videostand)
 {0:19:12.0} 1509 Z: gut | G fertig | H ist fertig
 {0:19:14.0} 1510 D: ich | wir sind auch fertig
 {0:19:15.1} 1511 Z: B fertig | ihr seid fertig
 1512 C: wir sind auch fertig
 {0:19:16.3} 1513 Z: GUT | jetzt öffnet ihr bitte

Bestimmen der Rangfolge

{0:19:18.3} 1514 Z: alle die app
 {0:19:23.1} 1515 Z: legt das iPad vor euch hin
 {0:19:26.5} 1516 Z: ihr vier | also E F A B | ihr (.) öffnet die app | un holt euch (-) eure tiere rein
 {0:19:35.1} 1517 Z: oder eure lebewesen | die ihr miteinander vergleichen sollt?
 1518 B: ähm hum ist erstmal
 {0:19:40.3} 1519 Z: nur | erstmal nur die vier anklicken
 {0:19:43.3} 1520 Z: und G H D und C | ihr klickt eure vier an
 1521 B: guck mal A | das ist mein pferd
 1522 H: okay | was sollen wir denn?
 1523 G: katze kuh | katze | <<flüsternd> katze>
 {0:19:55.5} 1524 Z: gut | habt ihr alle?
 1525 D: ja
 1526 F: nein
 1527 G: nein
 1528 H: nein
 {0:19:58.0} 1529 Z: X
 1530 B: <<flüsternd> guck mal auf die ohren | guck | hier oben die (- - -) oben>
 1531 A: <<flüsternd> hier?>
 1532 G: katze (-) kuh
 1533 H: wo ist die denn?
 {0:20:02.4} 1534 Z: zack zack | welche hast du noch?
 1535 A: <<flüsternd> das ist ja ganz schön durcheinander hier>
 1536 G: ((zu H)) suchst du die kuh?
 1537 C: kuh? (- -) und katze
 1538 H: <<flüsternd> nein (.) die katze>
 {0:20:08.5} 1539 G: da da ist doch die kuh
 {0:20:11.7} 1540 H: <<flüsternd> ja die geht hier nich auf
 {0:20:16.1} 1541 Z: so | eure aufgabenstellung jetzt | A noch nicht anfangen
 {0:20:19.2} 1542 Z: G äh H habt ihr?
 {0:20:20.5} 1543 H: äh
 {0:20:20.9} 1544 G: bei H gehen die Tiere nicht
 1545 H: doch
 {0:20:22.2} 1546 Z: jetzt sind sie drin ja? | eure aufgabe ist es
 {0:20:25.0} 1547 Z: ganz genau zu überprüfen (0.2) welches tier das größte sichtfeld hat und welches das kleinste (-) sichtfeld hat
 {0:20:33.8} 1548 Z: zuhör-ey | finger weg vom iPad
 {0:20:36.6} 1549 Z: erst zuhören | dann machen | X
 {0:20:40.9} 1550 Z: ganz genau zu überprüfen (0.2) es ist euch überlassen WIE ihr das macht mit der app
 {0:20:47.5} 1551 Z: ist mir egal | ihr habt alle wichtigen funktionen kennengelernt | aber es muss GANZ genau sein
 {0:20:54.4} 1552 Z: SO | wenn ihr das getan habt | dann möchte ich dass ihr natürlich nach der überprüfung eure rangfolge richtig eintragt | UND
 {0:21:01.8} 1553 Z: im nächsten schritt | deswegen habt ihr da drunter ein paar zeilen
 {0:21:05.1} 1554 Z: mal ganz kurz (-) euer vorgehen (-) beschreibt (-) mit eigenen worten
 {0:21:10.8} 1555 Z: ja?
 {0:21:12.9} 1556 Z: los gehts
 {0:21:20.9} 1557 E: <<flüsternd> wie gehen denn die tiere da rein?
 1558 H: <<leise> kann man die nicht drehen?>
 {0:21:26.6} 1559 F: <<flüsternd> was denn?>
 {0:21:31.6} 1560 E: <<flüsternd> wie?>
 {0:21:33.6} 1561 F: ((bedient das iPad von E)) <<flüsternd> so | E ich | da ist noch ein knopf>
 {0:21:38.8} 1562 E: <<flüsternd> aber die tiere sind dann weg>
 {0:21:39.4} 1563 F: <<flüsternd> darf ich mal kurz? | nimm mal mein iPad | ich>
 {0:21:48.6} 1564 *: ((steht auf und geht zu F)) <<flüsternd> hier ist getauscht worden?>
 {0:21:51.1} 1565 F: <<flüsternd> ja weil das eine nicht geht >
 {0:21:54.2} 1566 *: okay
 {0:22:10.2} 1567 F: <<flüsternd> hä? aber lass sie>
 {0:22:13.2} 1568 E: <<flüsternd> gut stimmt>
 {0:22:21.4} 1569 B: ((nimmt sich ein Geodreieck und legt es zwei mal auf dem iPad an; behält es danach in der Hand))
 {0:22:39.7} 1570 F: <<flüsternd> irgendwie versteh ich nicht was wir machen sollen | man muss die hier>
 {0:22:39.8} 1571 Z: du musst vergleichen | das ganz genau herausfinden
 {0:22:42.1} 1572 Z: ich weiß was die app alles kann

1573 F: achso
1574 H: <<flüsternd> kann man die hier nicht finden?>
{0:22:44.8} 1575 G: <<flüsternd> doch | musst du näher ranzoomen | H H? H? H?>
{0:22:51.5} 1576 H: <<flüsternd> jaja>
{0:22:55.1} 1577 G: <<flüsternd> hä wieso | wo will X die denn drehen?>
{0:23:15.4} 1578 Z: achso ((lacht))
{0:23:24.5} 1579 Z: hier parken die ganzen tiere aufm (.) am rand (-) der koppel
{0:23:27.4} 1580 F: hm
{0:23:50.1} 1581 Z: G
{0:23:50.4} 1582 G: bin jetzt fertig
{0:23:52.1} 1583 Z: hm?
{0:23:52.6} 1584 G: fertig
{0:23:53.3} 1585 Z: nee | du bist noch nicht fertig | was hab ich gesagt? | was sollt ihr machen?
{0:23:55.8} 1586 G: achso und dann noch hier
{0:23:56.6} 1587 Z: aha
{0:23:57.4} 1588 B: <<flüsternd> oh gott ist das schwer | 'h | lol | (unverständlich) klauen
1589 Z: ((sitzt bei *; flüstert dort unverständlich))
{0:24:35.3} 1590 D: <<flüsternd> hast du?>
{0:24:38.4} 1591 B: ich habs
1592 H: <<flüsternd> ist das richtig so?>
{0:24:48.0} 1593 B: so das ist das letzte sichtfeld | A?
{0:24:51.6} 1594 A: ja?
{0:24:52.1} 1595 B: guck mal
{0:24:55.8} 1596 B: was ist das denn da?
{0:25:03.0} 1597 B: au schitt
{0:25:07.5} 1598 C: warum die denn? hä? | hä? | hä? ja
{0:25:11.0} 1599 A: ist das richtig so wie ich es gemacht hab?
{0:25:12.6} 1600 B: jap
{0:25:18.4} 1601 B: (fertich)
{0:25:23.8} 1602 D: <<flüsternd> die wollen sich nicht bewegen>
1603 C: <<flüsternd> ne mein (unverständlich) ist ausgegangen>
1604 G: <<flüsternd> dafür kann man besser erkunden>
{0:25:44.4} 1605 C: h* | es geht nicht
{0:25:52.2} 1606 A: du hast aber nicht aufgeschrieben wie du das gemacht hast
{0:26:02.6} 1607 C: <<flüsternd> hä? es ist so dumm | D helf mal>
{0:26:06.2} 1608 D: <<flüsternd> was ist denn?>
{0:26:07.8} 1609 C: <<flüsternd> ich krieg das nicht angeklickt>
{0:26:09.3} 1610 D: <<flüsternd> eine ente | hä? X hat keine enten>
{0:26:15.1} 1611 C: <<flüsternd> ja ich weiß>
{0:26:26.0} 1612 C: <<flüsternd> das geht jetzt so nich>
{0:26:28.3} 1613 D: <<flüsternd> das muss doch so>
{0:26:29.6} 1614 C: <<flüsternd> das | der mensch geht auch nicht an | wie machst du das D | wie machst du das?>
1615 D: <<flüsternd> ich muss die tiere bekommen>
1616 C: <<flüsternd> wie bekomm ich denn | machst du das?>
1617 Z: guck mal |((bedient das iPad von E)) musst du ein bisschen näher rangehen | dann kannst du das ganz gut so (-) so aufeinander ziehen
ne?
{0:26:49.8} 1618 D: <<flüsternd> das ist doch | wo will denn die kuh hin?>
{0:26:54.6} 1619 C: <<flüsternd> herr Z ich krieg das nicht hin>
{0:26:56.8} 1620 Z: na wo kriegst denn du die da rein? | wo musst du raufklicken?
{0:27:04.8} 1621 Z: da vorne
{0:27:36.3} 1622 Z: ((sitzt bei *; dieser steht darauf hin auf und schaut sich das Arbeitsblatt von G an))
{0:28:02.9} 1623 G: <<flüsternd> guck mal H | beim schaf (-) wenns schläft | guck mal die augen | und jetzt müsste (unverständlich) irgendwann | hä das
ist ja lollig ((zeigt mit einem Finger auf das iPad))
{0:28:06.3} 1624 Z: fertig?
{0:28:07.3} 1625 F: mhmh
{0:28:07.5} 1626 C: <<flüsternd> hä? D ich versteh das nich>
1627 G: <<flüsternd> hä? wo isses denn?>
{0:28:23.5} 1628 C: <<flüsternd> was machst du? | D was machst du?>
1629 G: <<flüsternd> das | es trinkt>
{0:28:29.3} 1630 D: <<flüsternd> (unverständlich)>
{0:28:33.7} 1631 C: <<flüsternd> hä | wir sollen ers- erstmal das machen>
1632 G: <<flüsternd> H guck mal>
{0:28:40.0} 1633 C: <<flüsternd> was machst du?>
1634 G: ((zeigt auf X iPad))
{0:28:44.2} 1635 D: 'h ha | <<flüsternd> oh>
{0:28:54.9} 1636 C: <<flüsternd> ich versteh aber das hier nicht | beschreibe dein vorgehen>
{0:28:57.8} 1637 D: <<flüsternd> beschreibe dein vorgehen>
{0:29:12.5} 1638 Z: B?
{0:29:14.2} 1639 B: bin fertig
{0:29:15.0} 1640 Z: du bist fertig?
{0:29:15.7} 1641 B: ja
{0:29:18.4} 1642 Z: na du sollst nicht aufschreiben was du hier festgestellt hast | sondern du sollst aufschreiben wie du dazu gekommen bist | wie deine
| (-) was du gemacht hast genau
{0:29:26.5} 1643 B: so bin ich dann (.) vorgegangen
{0:29:28.5} 1644 Z: hier steht nur das pferd mit den | hat mh kleinsten sichtfeld | so das pferd dededede dedede dede | da steht das quasi (.) was du
1645 hier schon (.) in drei worten geschrieben hast | und hast halt nur nen schönen text dazugeschrieben
{0:29:37.5} 1645 C: <<flüsternd> ich versteh das nicht D>
{0:29:47.2} 1646 D: ((niest))
{0:29:48.4} 1647 C: gesundheit
1648 Z: gesundheit
1649 H: ((lacht))
{0:29:49.7} 1650 D: danke
{0:29:55.4} 1651 G: <<flüsternd> H | geht ins gebüsch>
{0:29:58.2} 1652 D: <<flüsternd> schreib mir nich ab>

{0:29:59.3} 1653 G: <<flüsternd> was ist das hier eigentlich? | da ins gebüsch>
 {0:30:08.9} 1654 Z: okay wer fertig ist | ja wer seine beschreibung geschrieben hat kann ja nebenbei jetzt nochmal mit seinen vier lebewesen | (- -) frei we- einfach nochmal n bisschen rumspielen | nochmal gucken was die app noch alles kann | einfach mal vielleicht noch so winkelfelder rübergehen ja? | aber nur die die fertig sind

{0:30:22.9} 1655 G: wieso ist das | was ist das hier eigentlich? ((zeigt auf X Ipad))
 {0:30:26.0} 1656 Z: ein busch
 {0:30:26.5} 1657 G: der ist aber auch ziemlich rot
 {0:30:28.3} 1658 Z: der ist explodiert
 {0:30:29.5} 1659 H: ((lacht))
 {0:30:30.5} 1660 G: okay
 {0:30:36.1} 1661 Z: ((dreht sich zu *) ist eben ein komischer busch halt ((lacht))
 {0:30:45.7} 1662 G: <<flüsternd> guck mal H>
 {0:30:48.4} 1663 C: <<flüsternd> ich will sehen | (- -) kannst dann>
 1664 G: <<flüsternd> jetzt kann man (gegnerisch) sehen | H guck mal | wie denn jetzt>
 {0:30:57.2} 1665 H: <<flüsternd> mh ich komm nich mit | was gibts denn?>
 {0:31:01.2} 1666 G: <<flüsternd> warte kurz | ganz kurz>
 {0:31:07.0} 1667 H: <<flüsternd> ganz kurz>
 {0:31:14.0} 1668 Z: <<leise> dann mal gut gemacht okay>
 1669 G: <<flüsternd> schau mal | das feld benutzen>
 {0:31:24.8} 1670 H: <<flüsternd> hallo | du blödes schaf | was es kann nicht seine schnauze sehen>
 {0:31:29.7} 1671 G: <<flüsternd> guck mal | H | ich hab alles pink gefärbt>
 {0:31:34.1} 1672 D: <<flüsternd> hast du?>
 1673 H: <<flüsternd> wie das?>
 {0:31:35.3} 1674 C: <<flüsternd> ja>
 1675 F: <<flüsternd> lol E | E guck | man kann das so bewegen
 1676 E: <<flüsternd> und wenn man das nicht weiß?>
 1677 G: <<flüsternd> warte kurz ich komm | so>
 {0:31:39.5} 1678 H: <<flüsternd> G | hä?>
 {0:31:40.5} 1679 F: <<flüsternd> dann führts zu (rutschen) | oh igel>
 1680 G: <<flüsternd> das ist das sichtfeld fürn kind | warte | guck mal (.) ganz leer>
 1681 H: <<flüsternd> uh>
 {0:31:46.8} 1682 E: <<flüsternd> ich weiß | das hatte ich schon>
 {0:31:48.3} 1683 D: <<flüsternd> guck (.) die katze>
 1684 F: <<flüsternd> ja ich weiß aber dann siehst hier so orange aus>
 1685 H: <<flüsternd> am besten kann aber die kuh (- -) sehen>
 1686 G: <<flüsternd> achso nee>
 {0:31:53.2} 1687 C: <<flüsternd> ich mach alles erstmal wieder aus>
 {0:31:55.2} 1688 D: <<flüsternd> was machst du aus?>
 {0:31:56.4} 1689 C: <<flüsternd> ich mach alles erstmal wieder aus>
 1690 G: <<flüsternd> warte>
 {0:31:57.7} 1691 D: <<flüsternd> ich auch>
 {0:32:01.1} 1692 G: <<flüsternd> H und jetzt? H und jetzt? | und tschack | ich hab un- | unten ist alles weiß>
 {0:32:12.9} 1693 H: <<flüsternd> alter was?>
 {0:32:14.9} 1694 G: <<flüsternd> da drunter ist alles weiß | na diese farbe hats zumindest | nein weiß | warte>
 {0:32:17.5} 1695 H: <<flüsternd> ahu>
 1696 D: <<flüsternd> die ente schwimmt | die katze sitzt auf der (kuh) | das schaf frisst | die kuh trinkt | das pferd (unverständlich)>
 {0:32:22.2} 1697 H: <<flüsternd> wie machst du das?>
 1698 G: <<flüsternd> diese farb->
 {0:32:25.5} 1699 H: <<flüsternd> ja>
 {0:32:25.9} 1700 G: <<flüsternd> du musst diese farbe halt ze- | H | guck mal | diese ganze farbe jetzt weiß | tschak tschak tschak tschak tschak
 1701 tschak tschak
 {0:32:30.4} 1701 F: <<flüsternd> die sieht die ne?>
 1702 E: <<flüsternd> hast du gut vermutet>
 {0:32:39.1} 1703 H: <<flüsternd> ich will mal die ente | warte mal>
 {0:32:41.5} 1704 G: <<flüsternd> ich beobachte jetzt ganz genau mal da da hinten>
 {0:32:42.3} 1705 E: <<flüsternd> ach das ist das pferd ohne scheuklappen ne? | das kleinste sichtfeld | aber das pferd ohne sone scheuklappen hat das kleinste nicht-sichtfeld>
 1706 H: <<flüsternd> oah | als wenn die sofort auf der seerose ist>
 1707 G: <<flüsternd> ja iss immer so>
 {0:32:50.7} 1708 H: <<flüsternd> ja platsch>
 {0:32:53.9} 1709 D: <<flüsternd> was denn?>
 1710 F: <<flüsternd> hä?>
 1711 E: <<flüsternd> hier | das nicht s->
 1712 G: <<flüsternd> guck mal H>
 {0:32:56.3} 1713 E: <<flüsternd> das hier ist das feld wo es nichts sieht>
 1714 H: <<flüsternd> hä wie macht man das?>
 {0:32:59.5} 1715 E: <<flüsternd> und da ist das feld wo es wo es sieht>
 1716 H: <<flüsternd> G | wie kann man das nach da vorne>
 {0:33:02.3} 1717 F: <<flüsternd> aber das ist das pferd ohne scheuklappen>
 {0:33:03.5} 1718 D: <<flüsternd> (der mann geht grad gucken bis es da ist)>
 1719 E: das ist das pferd ohne scheuklappen | das hier | und das hat ja das kleinste nicht-sichtfeld
 {0:33:06.0} 1720 Z: so | alle fertig? | C hast du geschrieben?
 1721 B: ?mh?mh
 1722 G: mach doch (.) mach doch hier drauf
 1723 H: ja
 {0:33:08.5} 1724 C: ja
 {0:33:09.4} 1725 Z: wie du vorgegangen bis? wo steht denn das?
 1726 D: <<flüsternd> warte | ein und->
 1727 F: ja | das
 1728 G: nein nein <<flüsternd> auf das da auf das | und länger rauf>
 {0:33:12.2} 1729 E: <<flüsternd> und da steht das kleinste sichtfeld>
 1730 F: achso
 {0:33:15.2} 1731 G: <<flüsternd> nein>
 {0:33:17.3} 1732 E: mach einfach tauschen

1733 G: <<flüsternd> länger drauf drücken>
1734 H: und jetzt?
{0:33:21.5} 1735 B: oh gott | jetzt noch drei zeilen
1736 G: <<flüsternd> H | es standen einmal zwei pferde auf der koppel | eins mit | eins mit ((hält sich die Handflächen seitlich an die Augen))>
{0:33:29.8} 1737 Z: ((räuspert sich)) | <<leise> wo ist denn eigentlich mein iPad?>
1738 G: <<flüsternd> klappen und so | der andere nich | das eine badete schön im wasser>
{0:33:35.3} 1739 H: <<flüsternd> warte | wo ist die kuh | wo ist die kuh | wo ist die kuh | da>
{0:33:40.1} 1740 G: <<flüsternd> plötzlich kam eine kuh dazu | bam>
{0:33:43.2} 1741 H: G?
{0:33:43.7} 1742 E: <<flüsternd> pferde und schaf musst du glaube ich auch noch tauschen>
1743 G: <<flüsternd> wasn? | erwischt>
{0:33:48.2} 1744 C: <<flüsternd> wie hübsch das aussieht>
{0:33:51.9} 1745 G: <<flüsternd> plötzlich kam eine kuh dazu | die ärgerte alle immer sehr doll
{0:33:57.0} 1746 H: <<flüsternd> *h huh G | warte>
{0:34:02.2} 1747 G: <<flüsternd> oh ja (tschika) | mach ich auch>
{0:34:08.4} 1748 H: <<flüsternd> G guck mal>
{0:34:11.1} 1749 G: <<flüsternd> jetzt mach ich mal alle übereinander>
{0:34:13.2} 1750 H: <<flüsternd> hart | G?>
{0:34:16.5} 1751 G: <<flüsternd> mach ich jetzt auch>
{0:34:25.1} 1752 B: ((schüttelt X rechte Hand)) ah
1753 E: <<flüsternd> ich hab genau das hier>
{0:34:26.0} 1754 Z: mh?
{0:34:28.1} 1755 Z: mh?
1756 H: <<flüsternd> kann man nicht zwei pferde übereinander?>
{0:34:29.0} 1757 G: <<flüsternd> nein geht nicht>
{0:34:30.3} 1758 H: <<flüsternd> manno>
1759 Z: kannst du mit F vergleichen
{0:34:34.8} 1760 G: <<flüsternd> guck hin>
1761 Z: so | alle fertig?
1762 H: achso
{0:34:36.2} 1763 A: ?mh?mh
{0:34:37.0} 1764 Z: H fertig?
{0:34:38.1} 1765 H: was? ja
{0:34:38.6} 1766 Z: fertig?
{0:34:39.2} 1767 H: ja
{0:34:39.7} 1768 Z: G fertig C D fertig?
{0:34:41.5} 1769 D: ja
{0:34:42.3} 1770 Z: B fertig?
1771 G: <<flüsternd> H hart H H guck mal>
{0:34:43.2} 1772 B: nh noch nicht ganz
{0:34:44.5} 1773 Z: na komm | A noch (.) fertig?
{0:34:45.8} 1774 A: ja | nein ich bin noch nicht fertig
{0:34:47.4} 1775 Z: okay
{0:34:49.6} 1776 H: hui | <<flüsternd> hahaha | eine weiße kuppel>
{0:34:53.5} 1777 Z: wer fertig ist iPad zu
{0:34:55.1} 1778 H: na gut | warte | sollen auf jeden fall
1779 G: mach ich | mach mal kurz zu
{0:34:57.6} 1780 B: fertis
{0:34:57.8} 1781 C: D
1782 H: einfach sofort zu ne?
{0:35:00.3} 1783 B: jetzt bin ich fertig
1784 G: einfach sofort zu oder nochmal auf den home-button?
{0:35:01.7} 1785 Z: B fertig? | gut (.) dann
1786 G: sofort zu?
{0:35:03.7} 1787 Z: einfach zuklappen | genau
{0:35:04.6} 1788 A: ich bin noch nicht fertig
{0:35:10.8} 1789 Z: gut | (0.2) C?
{0:35:14.7} 1790 C: ja?
{0:35:15.0} 1791 Z: bist du fertig? | dann iPad zumachen
1792 C: ja
{0:35:26.3} 1793 Z: X
{0:35:30.9} 1794 Z: SO | E auch fertig? | du hast schon geschrieben ne? | GUT

Diskussion der Handlungsstrategien

{0:35:36.2} 1795 Z: wir fangen mal mit der (.) von mir aus gesehen linken gruppe an äh rechten gruppe an (- -) die (.) das schaf | die beiden pferde und die | ente hatten
{0:35:45.7} 1796 H: <<flüsternd> das schaf>
{0:35:46.3} 1797 Z: ihr wa- sollt als gruppe jetzt gemeinsam herauszufinde | oder ich möchte jetzt mal gucken | wie ihr zu einem richtigen ergebnis gekommen seid
{0:35:53.4} 1798 Z: A du bekommst jetzt mal mein iPad | machst das vorne mal | an meinem iPad machtest mal vor | was du gemacht hast um die beiden ((packt sein iPad vor A)) miteinander zu vergleichen
{0:36:05.0} 1799 A: ((räuspert sich)) also ich hab zuerst das pferd mit scheuklappen geprüft | weil das bei mir (-) ähm da stand dass es am wenigsten sehen kann ((zeigt erst auf das Lehrer-IPad und dann auf das Arbeitsblatt))
1800 ((eine Person betritt den Raum; Lehrer spricht kurz unverständlich mit ihr))
{0:36:16.5} 1801 A: also habe ich das (-) pferd ohne scheuklappen | das schaf | und die ente schlafen gelegt
{0:36:23.2} 1802 Z: ((gibt der unbekanntem Person einige Blätter))
{0:36:25.1} 1803 A: und das pferd mit scheuklappen guckt
1804 B: ((packt X geöffneten Hände übereinander und dreht sie voneinander weg und aufeinander zu um die Handgelenke))
{0:36:32.0} 1805 A: da ich (0.1) das (0.1) ges- sehen dass das so
{0:36:40.3} 1806 A: also dass es so viel nicht sehen kann (0.2) und (0.1) dann hab ich das wieder schlafen gelegt (- -) und (- -) die ente gucken lassen
1807 A: ((zeigt auf das Lehrer-IPad))
1808 B: ((zeigt auf das Lehrer-IPad))
{0:37:01.8} 1809 A: ja

{0:37:04.8} 1810 A: die ente kann das ganze nicht sehen | hab ich
 {0:37:07.7} 1811 Z: <<flüsternd> E>
 {0:37:09.0} 1812 A: hm?
 {0:37:09.7} 1813 Z: <<flüsternd> nee mach mal weiter | E klapp mal zu->
 {0:37:13.5} 1814 A: wieder versucht zu merken
 {0:37:17.1} 1815 A: und dann hab ich (-) die ente wieder schlafen gelegt und
 {0:37:22.2} 1816 A: das schaf angemacht | da ist mir aufgefallen dass das schaf und die ente ähnlich viel sehen können
 {0:37:30.4} 1817 A: und hab also die ente wieder angemacht und hab sie
 {0:37:45.2} 1818 G: du musst mit beiden fingern rauf
 {0:37:52.4} 1819 A: quasi nebeneinander ge-
 {0:37:55.0} 1820 Z: okay und | an dieser stelle guckt mal alle nach vorne | was hat denn A jetzt gemacht? | was vergleicht denn X jetzt direkt miteinander? | wenn X sel- das schaf und (-) die ente dreht
 {0:38:07.5} 1821 G: ähm (.) welche ähm welches den größten sichtwinkel hat
 {0:38:11.9} 1822 Z: und wie | warum verschiebt X nich | ich mein das kann man doch auch so sehen | aber was macht denn A vorher damit X es besser sehen kann?
 {0:38:17.1} 1823 B: ähm we- wenn die (.) ineinander gehen die strahlen ((bewegt die offenen Hände geradlinig aufeinander zu, bis sich die Fingerspitzen berühren)) sieht man das nicht | und wenn man alles einzeln macht wenn die ziemlich ziemlich ähnlich aussehen ähm | bringt es einem nicht so viel weil (.) man denkt die beide hätten mehr oder äh gleich viel und (eine hat mehr)
 {0:38:32.6} 1824 Z: ja warum dreht denn A die ente und das schaf?
 {0:38:36.2} 1825 Z: schaut mal was machen die beiden | die ente und das schaf? | jetzt? | beide | H
 {0:38:40.8} 1826 H: sie gucken in die gleiche richtung
 {0:38:42.0} 1827 Z: aha | und was kann man jetzt an dieser stelle ganz ganz toll miteinander vergleichen?
 {0:38:48.4} 1828 Z: B
 {0:38:48.9} 1829 B: das sichtfeld
 {0:38:50.7} 1830 Z: welches ist jetzt sogar einfacher zu sehen?
 {0:38:52.4} 1831 G: den toten winkel
 {0:38:53.4} 1832 Z: den tot- na toter winkel ((lacht)) ja
 1833 H: ((lacht))
 {0:38:55.8} 1834 Z: also der bereich der?
 {0:38:57.9} 1835 G: unsichtbar ist
 1836 B: nicht sichtbar
 {0:38:58.6} 1837 Z: der unsichtbar | nicht gesehen werden kann | genau
 {0:39:01.3} 1838 Z: und demzufolge hat die ente jetzt ja einen größeren bereich der nicht gesehen werden kann | demzufolge hat welches tier einen größeren sichtbereich? B
 {0:39:10.5} 1839 B: das schaf
 {0:39:11.1} 1840 Z: jawoll | so ich möchte mal | bevor ihr dran seid (.) nochmal ganz schnell | dass E mal z- zeigt wie X vorgegangen ist
 1841 B: och nee
 1842 ((die unbekannte Person verlässt den Raum))
 {0:39:21.1} 1843 E: ich
 1844 G: (unverständlich)
 1845 Z: <<flüsternd> jaja alles gut>
 {0:39:23.7} 1846 E: habe die scheitelpunkte angebracht
 {0:39:30.0} 1847 Z: hmhm
 {0:39:31.9} 1848 E: und dann (0.1) bin ich auf winkelfelder gegangen und hab dann | und hab dann oder naja (0.3)
 {0:39:43.9} 1849 E: na jedenfalls hab ich dann die scheitelpunkte übereinander gemacht
 {0:39:52.9} 1850 E: und
 {0:40:05.0} 1851 E: und dann konnte ich die sichtfelder vergleichen
 {0:40:27.2} 1852 G: kannst du es drehen?
 {0:40:28.7} 1853 Z: hm?
 {0:40:29.3} 1854 G: ich frag E ob X es drehen will
 1855 B: oah
 {0:40:37.7} 1856 Z: okay hast du es hier jetzt noch gedreht irgendwie? | oder hast du es so gelassen
 {0:40:42.0} 1857 E: naja ich hab sie (.) noch ein bisschen gedreht
 {0:40:44.4} 1858 Z: was hast denn du gemacht als du dann | du bist ja zu winkelfeldern gegangen ne? | was hast denn du dann noch gemacht | du kannst jetzt näher ranzoomen so
 {0:40:52.3} 1859 Z: was hast denn du jetzt noch gemacht?
 1860 B: oah | alter was geht
 {0:40:57.1} 1861 E: da hab ich de- diese teile hier
 {0:40:59.7} 1862 Z: hmhm
 {0:41:00.1} 1863 E: hab ich (.) so (.) gedreht
 {0:41:01.9} 1864 Z: was sind denn das für teile?
 {0:41:02.8} 1865 E: tere
 {0:41:03.6} 1866 Z: die tere aha hmhm
 1867 B: die teile
 {0:41:08.0} 1868 E: und dann konnte man (.) die sichtfelder vergleichen
 {0:41:11.3} 1869 Z: okay
 {0:41:11.9} 1870 E: oder die nicht-sichtfelder
 {0:41:13.9} 1871 Z: gut | danke E | jetzt gehen wir mal rüber zu G H C D | ganz schnell welche hattet ihr gehabt zum vergleich?
 {0:41:20.4} 1872 G: ähm
 1873 C: ähm kuh
 {0:41:23.2} 1874 G: katze kuh mensch ohne fernglas und mensch mit fernglas
 {0:41:26.2} 1875 Z: katze kuh mensch mit fernglas ohne fernglas | G | ich hab sie mal alle hier ganz schnell reingeschmissen ins bild
 {0:41:33.6} 1876 G: hmhm
 {0:41:35.0} 1877 Z: dass man alle sieht
 1878 G: hmhm
 1879 C: gesundheit gesundheit
 {0:41:36.7} 1880 Z: beschreib mal ganz schnell wie du vorgegangen bist
 {0:41:39.0} 1881 G: also ich hab zuerst ähm die hintergrundfarbe ausgemacht damit mans besser sieht
 {0:41:46.3} 1882 G: <<leise> ähm den scheitelpunkt nicht> | ähm
 {0:41:50.5} 1883 G: und hab dann immer zwei schlafen gelegt | und die anderen beiden hab ich dann verglichen
 {0:41:57.1} 1884 B: what the fish
 {0:41:59.5} 1885 G: und dann | hier ist es ziemlich eindeutig ähm zu sehen
 {0:42:04.5} 1886 G: welche | welches halt größer ist | wenn ich da mit dem fertig war dann leg ich das halt schlafen | und mach das nächste | und so hab ich dann halt alle zusammen | alle paare zusammen gemacht | außer bei dem wo es eindeutig war
 1887

{0:42:25.6} 1887 **Z:** gut G | und D du bist ja auch ein bisschen anders vorgegangen ne?
 {0:42:30.8} 1888 D: mhmm
 {0:42:31.5} 1889 **Z:** kannst mal ganz schnell beschreiben wie du vorgegangen bist
 {0:42:33.7} 1890 D: also ich habe (.) ähm
 {0:42:36.8} 1891 D: als erstes (-) wartet
 {0:42:40.1} 1892 G: die liegen übereinander
 {0:42:41.1} 1893 D: alle tiere reingemacht
 {0:42:44.7} 1894 D: so (-) und habe sie ähm bisschen so (.) zugeordnet
 1895 **Z:** (unverständlich)
 {0:42:52.6} 1896 D: und ähm
 1897 H: achso
 {0:42:55.8} 1898 D: dann hab ich halt (.) ähm | ich weiß nicht wie ich das sagen soll
 {0:42:59.9} 1899 **Z:** na versuch mal zu beschreiben | ich weiß es ist nicht einfach
 1900 C: versuch zu beschreiben | sprich doch mal ((streckt die Zunge heraus))
 {0:43:06.4} 1901 D: dann hab ich ähm geguckt welches tier das | oder mensch den das kleinste sichtfeld hat | ähm (- -) das | glaub ich war der warte
 {0:43:23.3} 1902 D: mensch
 1903 G: welcher mensch?
 {0:43:26.1} 1904 D: mit fernglas
 {0:43:29.7} 1905 D: und mit dem größten sichtfeld ähm
 {0:43:35.0} 1906 D: der mensch (.) ohne fernglas (0.3) und (0.2) die katze hatte
 {0:43:46.4} 1907 H: <<flüsternd> ich hab was anderes>
 {0:43:47.9} 1908 G: <<flüsternd> ich weiß>
 {0:43:48.6} 1909 D: ähm so zwischen ähm mensch ohne fernglas und zwischen der kuh | und die kuh zwischen mensch mit fernglas und mit der katze
 {0:44:00.8} 1910 **Z:** mh
 {0:44:02.6} 1911 **Z:** ich muss mal ganz schnell fragen | hat D hat das denn alles geklappt so wie X vorgegangen ist | wer sieht denn jetzt auf anbieh was? | G
 {0:44:10.6} 1912 G: ähm also ich glaube X hat aus versehen ähm die kuh damit verwechselt was sie nicht sieht und was sie sieht weil die kuh hat eigentlich den grö- das größte blickfeld | weil wenn du alle anderen men- also wenn du die beiden menschen und das ähm und die katze mal schlafen legst
 {0:44:26.9} 1913 G: dann siehst du dass die kuh ein ziemlich großes sichtfeld hat | weil es ist ja nicht das was | wie sie nach hinten guckt sondern dass sie nach vorne guckt
 {0:44:39.0} 1914 H: das heißt alles was dunkelgrün ist sieht sie nicht ((zeigt nach vorn zur Tafel))
 {0:44:42.0} 1915 D: aber der mensch mit fe- ohne fernglas
 {0:44:44.2} 1916 **Z:** mach mal an den mensch mit fernglas | lass ihn mal gucken
 {0:44:46.4} 1917 D: also ohne fernglas
 {0:44:48.6} 1918 **Z:** genau ohne fernglas | so jetzt sch- schieb ihn mal vorne (.) zur kuh hin | genau (.) guck mal | der rote bereich ist der den der mensch ohne fernglas sieht
 {0:44:57.6} 1919 D: mhmm
 {0:44:58.1} 1920 **Z:** und alles dahinter sieht er nicht
 {0:45:00.2} 1921 D: hm
 1922 H: hm
 {0:45:01.0} 1923 **Z:** und guck mal was die kuh noch alles zusätzlich sieht
 {0:45:02.9} 1924 G: das hellgrüne ist nämlich das was die kuh sieht | und nicht das dunkelgrüne
 {0:45:08.1} 1925 **Z:** okay | D? | gut
 1926 D: ja

Verweis auf Auswertung

{0:45:10.1} 1927 **Z:** die ganz genaue auswertung werden wir | wird noch n bisschen dauern | bis die andern gruppen dran waren | denn wir wollen dann alle acht tiere nochmal miteinander vergleichen
 {0:45:20.0} 1928 **Z:** wir werden mal hoffen dass (-) herr * unsere anderen (-) IPads auch damit besp- bespielt | dass wir alle nochmal darauf ne runde sch- ähm arbeiten können | damit wir alle noch miteinander vergleichen

Bezug zum Unterrichtseinstieg

{0:45:29.0} 1929 **Z:** können | ich möchte mal jetze abschließend noch einmal auf eine situation eingehen die wir zum anfang der stunde hatten | nämlich die klassenraumsituation
 {0:45:38.1} 1930 G: hm
 {0:45:38.7} 1931 **Z:** E stand ja am (-) eingang? | und B sitzt vorne an der tafel | und guckt stur geradeaus | ja?
 {0:45:48.6} 1932 G: mhmm
 {0:45:49.7} 1933 **Z:** so | jetzt haben wir natürlich im laufe der stunde ja n bisschen was mehr über winkel und sichtfelder | und scheitelpunkt | und schenkel kennengelernt
 {0:45:59.0} 1934 **Z:** wer geht denn mal nach vorne und kann das jetze noch | sowohl von Bs (- - -) position aus | und von Es position aus
 {0:46:09.3} 1935 **Z:** was sind denn diese punkte jetzt von denen beiden aus gesehen?
 {0:46:12.0} 1936 D: das sind | sie z- | oder
 {0:46:15.1} 1937 **Z:** naja das sind natürlich die beiden aber es sind jetzt auch
 {0:46:17.6} 1938 E: die scheitelpunkte
 {0:46:18.8} 1939 **Z:** das sind die scheitelpunkte | und wer kann denn mal jetzt dazu noch ergänzen wie
 {0:46:23.7} 1940 **Z:** machen wir mal hier den stift | mal mal drüber ich weiß nicht wo mein anderer stift ist
 1941 D: schenkel
 {0:46:26.8} 1942 **Z:** wer kann die schenkel noch ergänzen?
 {0:46:29.1} 1943 **Z:** A macht mal (-) von (-) E die schenkel und
 1944 B: ich müsste malen
 1945 C: <<flüsternd> äh herr **Z** ich weiß wo> ich weiß wo der andere stift ist
 1946 D: darf ich die schenkel?
 {0:46:33.1} 1947 B: ich machs für beide
 {0:46:34.9} 1948 **Z:** D macht die schenkel von B
 1949 C: stift ist | der liegt da auf meinem platz
 {0:46:38.0} 1950 **Z:** ach hier ist er | naja gut
 {0:46:38.6} 1951 G: der logische schenkel oder der der auf dem bild ist?
 {0:46:41.4} 1952 B: <<lachend> der logische >
 {0:46:42.7} 1953 **Z:** macht mal den logischen schenkel jetze | was auch immer du damit meinst
 1954 ((lachen))
 {0:46:46.2} 1955 G: naja weil bei B bei mensch äh auf der äh weil ja der schenkel n bisschen kleiner äh der das sichtfeld war n bisschen kleiner als B das da gesehen hat ((zeigt an die Tafel))

{0:46:59.0} 1956 **Z:** was geht D? du B | A macht E | einfach einzeichnen
 {0:47:04.4} 1957 **Z:** da jetzt kommt scheid-
 1958 **D:** also die ((zeigt dem Lehrer die Kante X linken Handfläche))
 {0:47:05.9} 1959 **Z:** ja die schenkel | du weißt was schenkel sind ne? jetzt
 {0:47:12.3} 1960 **H:** ui
 {0:47:17.2} 1961 **Z:** weiter | komm D
 {0:47:20.5} 1962 **Z:** schenkel sind strahlen | was haben wir kennengelernt? | die haben nen anfangspunkt aber keinen?
 {0:47:24.1} 1963 **D:** endpunkt
 {0:47:24.5} 1964 **Z:** also? | immer weiter weiter weiter
 {0:47:27.3} 1965 **H:** hui
 {0:47:30.1} 1966 **Z:** okay
 {0:47:31.4} 1967 **Z:** und was fehlt noch?
 {0:47:33.3} 1968 **Z:** jetzt hast du einen schenkel gezeichnet
 1969 **B:** ach wir sind schon
 {0:47:40.2} 1970 **Z:** okay | und A
 {0:47:44.3} 1971 **D:** warte
 {0:47:47.8} 1972 **Z:** D alles gut | sei doch nicht so unsicher | ist doch alles okay | es geht ja jetzt nicht darum dass wir es haargenau (-) perfekt machen
 {0:47:54.5} 1973 **Z:** nehmt
 1974 **A:** wo issn der deckel?
 {0:47:56.3} 1975 **Z:** hier | gebt mal die stife her | setzt euch nochmal hin | danke
 {0:47:58.5} 1976 **B:** <flüsternd> kann ich korrigieren?
 {0:48:02.5} 1977 **G:** aber | der ist da jetzt ((zeigt an die Tafel; bewegt danach die Hände von seinen Augen aus nach hinter sich weg))
 1978 **Z:** so jetzt haben wir aber gesagt ja | dass das sichtfeld | oder dass die schenkel ja unendlich lang sind weils ja strahlen sind
 {0:48:09.5} 1979 **Z:** warum kann denn jetzt B (- -) nicht gucken was unsere anderen kinder drüben machen
 {0:48:14.8} 1980 **H:** hehehe
 {0:48:15.3} 1981 **Z:** im nachbarraum | G
 {0:48:17.2} 1982 **G:** ähm weil da gegenstände dazwischen sind?
 {0:48:19.5} 1983 **Z:** also?
 {0:48:20.5} 1984 **G:** ist eine undurchschaubare
 {0:48:22.8} 1985 **Z:** also ist ja eigentlich das sichtfeld von B hier im klassenraum?
 {0:48:26.1} 1986 **G:** begrenzt
 {0:48:26.8} 1987 **Z:** begrenzt | ja? | aber eigentlich? | wenn die wände weg wären? | wären sie?
 {0:48:32.1} 1988 **H:** unendlich lang
 {0:48:33.0} 1989 **Z:** unendlich lang | genau
 {0:48:34.3} 1990 **G:** deswegen kann ich auch unendlich in den himmel gucken
 {0:48:36.7} 1991 **Z:** GENAU
 {0:48:37.5} 1992 **Z:** deswegen könnt ihr ja auch unendlich lang in den himmel gucken | ist ja nicht irgendwo ne wand wo stopp ist
 {0:48:41.7} 1993 **H:** oh | hä
 1994 **G:** ((lacht))
 {0:48:42.8} 1995 **Z:** gut | B noch ne frage?
 {0:48:44.3} 1996 **B:** ähm (.) ja äh das sichtfeld ist aber nicht so spitz ((berührt mit den Daumen die jeweiligen Zeigefinger und zeigt mit den so gebildeten Keilen erst auf X Augen und bewegt die Keile dann nach links und rechts weg von X Gesicht))
 {0:48:49.8} 1997 **Z:** warum spitz | was meinst denn du mit spitz? das möcht ich jetzt bitte
 {0:48:51.8} 1998 **B:** naja das geht nicht so äh so weit nach hinten aber es geht eher so gerade ((bewegt die Hände von X Augen aus direkt erst direkt nach hinten; danach noch einmal von den Augen aus nach links und rechts))
 {0:48:55.1} 1999 **Z:** ja wir haben ja in der app gesehen | ja | B meinte | normalerweise geht ja das s- sichtfeld ungefähr so ne?
 2000 **D:** ja | das hab ich n bisschen falsch gemacht | ja
 {0:49:02.1} 2001 **B:** ja
 2002 **D:** ja
 {0:49:02.6} 2003 **Z:** ungefähr
 {0:49:03.3} 2004 **G:** aber das ist ja das unlogische weil B ja auch noch die hinteren fenster da sieht
 {0:49:06.7} 2005 **Z:** und B | ich mein was soll man auch anderes von B erwarten? ((greift mit der linken Hand den Kopf von B und dreht ihn weiter in die Klasse um))
 {0:49:10.0} 2006 **Z:** eigentlich kann B den ganzen raum sehen | weil X dreht sich ja ständig immer zu X nach hinten um ne?
 2007 **H:** ((lacht))
 {0:49:14.3} 2008 **B:** hallo ((dreht nun selbstständig den Kopf auch in die andere Richtung um))
 {0:49:16.4} 2009 **Z:** gut meine lieben | das wars erstmal

A.2 Zweiter Untersuchungsdurchgang

A.2.1 Aspekterarbeitung

Motivation und Lernzielformulierung

{0:00:00.0} 1 **Z:** so meine lieben | thematisch (.) natürlich mathematik | aber ich will gar nicht so viel jetzt am anfang sagen was wir vor haben | sondern eigentlich gemeinsam mit euch erarbeiten | und dazu habe ich (-) euch ein paar bilder mitgebracht
 {0:00:13.8} 2 **Z:** und ihr sollt einfach mal beschreiben diese vier fotos | diese vier tiere die dort zu sehen sind | wie sich denn diese vier tiere voneinander unterscheiden
 {0:00:24.7} 3 **Z:** I
 {0:00:25.6} 4 **I:** der adler da ganz links der kann fliegen | und die anderen nicht
 {0:00:30.0} 5 **Z:** okay | weiter
 {0:00:31.8} 6 **M:** der fisch der lebt im wasser und die anderen nicht
 {0:00:35.2} 7 **Z:** was ist denn das für ein fisch? | kennt jemand den fisch?
 8 **K:** naja
 {0:00:38.7} 9 **Z:** lebt bei uns im gewässer | angle ich gerne drauf
 10 **L:** (mh das)
 {0:00:43.9} 11 **Z:** isn hecht
 {0:00:44.8} 12 **N:** ah stimmt

{0:00:45.1} 13 Z: deswegen hab ich hecht genommen | der lebt bei uns im wasser | ihr seht schon | klares wasser | die anderen beiden tiere?
 {0:00:52.6} 14 Z: K
 {0:00:53.0} 15 K: das reh hat große ohren
 {0:00:56.4} 16 Z: dasn reh | reicht erstmal | was hat das reh noch?
 {0:00:59.7} 17 L: (weiß nicht)
 {0:01:02.1} 18 J: das hat irgendwie komische augen
 {0:01:03.9} 19 Z: aha habt ihr schonmal so ein reh gesehen?
 {0:01:05.2} 20 N: nein
 21 J: nein
 {0:01:06.2} 22 Z: <<leise> aha
 {0:01:07.3} 23 N: <<lachend> hm
 {0:01:08.5} 24 Z: und andere tiere? (unverständlich) | J
 {0:01:13.6} 25 J: die leben mehr
 {0:01:15.0} 26 Z: was sind denn das die anderen?
 {0:01:16.2} 27 J: erdmännchen
 {0:01:16.9} 28 Z: erdmännchen genau | so jetzt versucht mal diese vier tiere die | in zwei gruppen zu unterteilen
 {0:01:23.8} 29 Z: gibts da ne möglichkeit oder habt ihr ne idee? | denkt mal daran was die tiere vielleicht fressen | M
 {0:01:32.9} 30 M: jäger und gejagte?
 {0:01:34.6} 31 Z: aha | jäger und gejagte | der raubvogel und der hecht sind zwei raubfische sind also raubtiere | und die anderen beiden?
 {0:01:46.8} 32 J: sind futter
 {0:01:48.6} 33 Z: <<lachend> futter theoretisch für die ja | was sagt man dazu? | habt ihr schonmal was von dem begriff fluchttiere gehört?
 34 J: (unverständlich)
 {0:01:53.9} 35 I: mhmh
 {0:01:54.9} 36 K: ja
 {0:01:55.6} 37 Z: aha
 {0:01:58.5} 38 Z: und sowohl die raubtiere als auch die futtertiere | wie bemerken sie ihr futter oder ihre räuber? | ganz wichtig was überall dargestellt ist auf den bildern | was ganz wichtig ist?
 {0:02:18.8} 39 Z: K
 {0:02:19.5} 40 K: durch die augen?
 {0:02:20.2} 41 Z: na klar | durch die augen | ganz einfach | der vogel kreist oben | um die erdmännchen rum | guckt wo die erdmännchen sind | dann greift er an
 {0:02:31.1} 42 Z: unterscheiden sich hier auf den fotos hier die augen irgendwie voneinander?
 {0:02:36.6} 43 M: bei dem reh sitzen die nebeneinander ((zeigt auf ihre augen)) und zum beispiel beim adler sind sie (-) also (-) auf den verschiedenen seiten ((zeigt auf ihre schläfen))
 {0:02:44.1} 44 Z: hast du ei- hast du ne idee was sich daran unterscheiden könnte?
 {0:02:47.4} 45 M: mhmh
 {0:02:48.0} 46 Z: wenn bei dem reh die augen hier vorne sind | bei dem adler hier an der seite?
 {0:02:50.6} 47 M: (wie man) das sieht
 {0:02:52.6} 48 Z: wie man WAS sieht?
 {0:02:53.8} 49 M: also ((hält die handflächen neben die augen)) | ich hab (.) schonmal son foto in so ein (-) ähm (-) museum gesehen und da war so gezeigt wie zum beispiel ein pferd die s- | die haben ja auch hier und hier augen ((hält sich wieder die handflächen neben die augen)) | das sehen würde und wie jetzt wir das sehen würden und
 {0:03:12.5} 50 Z: na wie was denn sehen würden?
 {0:03:14.0} 51 M: na (-) ah jetzt zum beispiel wie das äh reh ein baum sehen würde und wie jetzt zum beispiel der adler ein baum sehen würde
 {0:03:22.1} 52 Z: okay I
 {0:03:22.9} 53 I: also der adler der kann besser hier so gucken ((bewegt die hände von X augen aus nach rechts bzw. links))
 {0:03:26.0} 54 Z: aha
 {0:03:26.8} 55 I: also eher so seitlich | und das reh kann eher nur geradeaus gucken ((bewegt die hände von X augen aus nach vorn))
 {0:03:31.5} 56 Z: ach und der adler sieht was vorne ist sieht der adler gar nicht
 {0:03:36.8} 57 I: doch
 {0:03:37.6} 58 Z: doch
 {0:03:39.5} 59 Z: das geht ja schon in die richtige richtung rein | okay | eigentlich ist das thema | habt ihr schon richtig (.) genannt
 {0:03:45.4} 60 Z: ziel soll es heute sein dass wir uns mit den sichtfeldern von verschiedenen tieren beschäftigen | diese beschreiben und sogar am ende miteinander vergleichen

Klassenraum von oben

{0:03:54.1} 61 Z: bevor wir aber mit den tieren weiter machen | kommen wir nochmal zurück zu uns menschen | wir sind ja auch tiere
 {0:04:00.7} 62 Z: und wollen mal gucken | wie denn unser sichtfeld ist | dazu machen wir ein ganz einfaches experiment
 {0:04:07.1} 63 Z: wir nehmen mal L | L du bleibst hier sitzen | du machst mal die augen zu
 64 L: ((schließt die augen))
 {0:04:12.2} 65 Z: K du stellst dich mal hinter L | hältst den kopf ganz doll fest | sodass L (-) nicht den kopf bewegen kann | und ihr seht hier vorne an der tafel | den klassenraum von oben oder?
 66 K: ((hält den kopf von L fest))
 {0:04:25.3} 67 N: ja
 68 L: (unverständlich)
 {0:04:28.3} 69 Z: L sitzt hier ungefähr | hier sitzen N und M | hier vorne J und I | ja? | wenn ich sage | augen auf | dann macht L die augen auf |
 70 und schaut mal | von dort wo du sitzt | wa- welchen welches feld welchen bereich du denn alles siehst
 {0:04:49.2} 70 Z: aufgabe verstanden L?
 {0:04:50.6} 71 L: mh
 {0:04:52.3} 72 Z: okay | los gehts | augen auf
 73 L: ((öffnet die augen, schaut danach starr nach vorn))
 {0:04:57.6} 74 Z: guck mal wirklich (-) nur nach vorne deine augen | und nimm mal nebenbei wahr was du links und rechts bis wohin du alles gucken kannst
 {0:05:07.4} 75 L: also in der mitte sieht man die vier tische ganz in der mitte sieht man
 {0:05:11.1} 76 Z: also hier sitzt du
 77 L: ganz leicht
 {0:05:15.0} 78 Z: (so und dann wollen wir) mit stift machen | ja L merk dir mal was du alles siehst | und dann kommst du gleich mal nach vorne und zeichnest mal das ganze ein was du siehst ja? | so hier sitzt du | und (.) jetzt mal mit nem marker | nehmen wir den | okay | gut komm mal nach vorne
 {0:05:39.7} 79 Z: J hast du gerade L gesehen?
 {0:05:41.9} 80 J: nee
 {0:05:42.5} 81 Z: warum denn nicht?
 {0:05:43.2} 82 J: weil X hinter mir saß und ich nach vorne geguckt hab
 83 Z: aha | okay gut

84 L: ((lacht))
 {0:05:46.5} 85 Z: jetzt zeichne mal ein
 {0:05:51.0} 86 Z: der rote punkt bist du | zeichne mal alles ein was du gesehen hast
 {0:05:56.5} 87 L: hier | und hier
 {0:06:00.1} 88 Z: solltest dir merken | guck mal | hier hast du | du hast nach vorne tafel geguckt und links und rechts solltest du gucken ne? du
 {0:06:04.9} 89 L: mhmh
 {0:06:06.4} 90 Z: zeich- stell mal den bereich dar den du gesehen hast
 {0:06:10.1} 91 M: ((schaut starr nach vorne und hält X Kopf mit den Händen auf dieser Position))
 {0:06:11.8} 92 L: (das) und die hier in der mitte die
 {0:06:13.6} 93 Z: na dann mach mal | nimm mal den stift | du hast ja nen stift
 94 L: (so?)
 {0:06:15.7} 95 Z: genau (.) mal alles aus was du
 {0:06:17.5} 96 L: ausmalen? | also
 {0:06:20.4} 97 Z: ja | na guck mal | du kannst ja mit dem stift malen | den bereich den du gesehen hast ausmalen | guck mal hast du
 98 L: hä?
 {0:06:25.7} 99 Z: wenn du den
 100 L: also das hier außen nich so deutlich
 {0:06:27.3} 101 Z: naja dann mach das | dann zeig das was du gesehen hast
 102 L: (unverständlich)
 {0:06:30.0} 103 L: mh | mh das hier
 {0:06:35.5} 104 Z: das hint-
 {0:06:36.3} 105 L: (unverständlich)
 {0:06:37.3} 106 Z: guck mal du weißt was das hier ist ja? | den bereich?
 {0:06:39.9} 107 L: mhmh
 {0:06:40.6} 108 Z: du sitzt hier | guckst zur tafel
 {0:06:43.1} 109 L: mhmh
 110 M: (unverständlich)
 {0:06:48.1} 111 Z: ich hab doch J grad gefragt | guck mal J saß vor dir | J hat gesagt X konnte dich dahinter nicht sehen
 {0:06:52.9} 112 L: ja
 {0:06:53.3} 113 Z: du sitzt hier | konntest du
 {0:06:54.6} 114 L: achso au- quasi wenn
 {0:06:56.5} 115 Z: naja
 116 L: ah
 {0:06:57.2} 117 Z: jetzt verstanden ja? gut
 {0:07:01.4} 118 L: (unverständlich)
 {0:07:11.4} 119 Z: mehr nicht?
 {0:07:13.7} 120 Z: set- | geh mal nochmal hin (hab)
 121 L: doch hier noch
 {0:07:15.5} 122 L: (unverständlich)
 {0:07:22.7} 123 Z: den lehrertisch hast du nicht gesehen? | setz dich nochmal schnell hin | weißt du ja jetzt
 {0:07:32.3} 124 L: ah | wenn ich nur geradeaus gucke
 {0:07:38.3} 125 L: wenn ich jetze zur tafel gucke dann sehe ich den lehrertisch nich deutlich
 {0:07:42.3} 126 Z: und bis wohin kannst du gucken wenn du jetzt geradeaus guckst | bis wohin nimmst du (- -) wahr?
 {0:07:46.9} 127 L: mh | naja noch n stück von der tafel noch
 {0:07:50.8} 128 Z: naja dann mach das | dann zeig mal links und rechts noch bis dahin wo du (.) das wahrnehmen kannst
 {0:07:59.9} 129 L: (unverständlich)
 {0:08:08.4} 130 L: (und hier n bisschen)
 {0:08:15.9} 131 Z: okay | super | reicht erstmal aus | lassen wir erstmal so im raum stehen okay | L sagt so viel sieht X als mensch | vielleicht hätte J X ein bisschen besser sehen kann ein bisschen größeren bereich gesehen | N vielleicht ein bisschen weniger | lassen wir mal erstmal so (.) so stehen | okay
 {0:08:30.0} 132 Z: gehen wir am ende der stunde nochmal darauf ein | wenn wir genau wissen was wir da jetzt dargestellt haben

Einführung in App

{0:08:37.2} 133 Z: jetzt kommen wir auch schon zu den IPads | ihr werdet jetzt gleich eine app öffnen | die ich euch aber erstmal zeigen werde
 {0:08:49.5} 134 Z: so
 {0:08:54.9} 135 Z: (nämlich die app ist bei euch) | vorne aufm desktop drauf ne? *?
 {0:08:58.8} 136 *: jip
 {0:08:59.4} 137 Z: ist die app aufm desktop drauf? ja ne
 {0:09:02.3} 138 Z: kurz nochmal (.) ja genau gut
 {0:09:05.6} 139 Z: winkelfarm heißt die | dieses komische symbol
 {0:09:08.5} 140 L: <<leise> oah
 {0:09:09.7} 141 Z: und was man mit der app machen kann | ganz einfach | zeig ich euch jetzt mal | nämlich wenn ich | hier an der seite raufdrücke
 {0:09:19.2} 142 Z: kann ich tiere reinholen | und diese tiere auch bewegen
 {0:09:25.9} 143 Z: ich hol mir jetzt noch ne katze mit rein | dauert n bisschen länger | jetzt
 {0:09:34.4} 144 Z: hier ist die katze
 {0:09:36.5} 145 L: (unverständlich)
 {0:09:40.7} 146 Z: jetzt ganz schön langsam <<leise> (warum)>
 {0:09:42.9} 147 Z: so katze | das schaf
 {0:09:47.3} 148 Z: und verschiedene tiere | und die kann ich wieder ausstellen | nur die darstellen die ich brauche | wenn ich ein tier drin hab | ausgewählt hab
 149
 {0:09:56.0} 149 Z: kann ich wenn ich auf augen zu und augen auf drücke | passiert etwas | augen zu | was passiert? | das schaf | ganz einfach J
 150 J: guckt nich
 {0:10:05.7} 151 J: sieht nichts
 {0:10:06.2} 152 Z: jawoll | und augen auf?
 {0:10:08.7} 153 Z: das schaf? | sieht etwas
 154 J: sieht was
 {0:10:10.5} 155 Z: okay | des weiteren kann ich (-) wenn ich zwei (-) tiere im bild drin habe | kann ich wenn ich an der seite raufdrücke | kann ich diese (-) hoch und runter schieben
 {0:10:26.9} 156 Z: die rangfolge (-) verändern sozusagen | hat folgenden unterschied | dass das tier was ganz oben ist | das kann man dann besser bewegen | das tier was da drunter ist (-) kann man nicht bewegen | ist aber dargestellt | okay? gut

Ausprobierphase

{0:10:41.2} 157 Z: ihr könnt jetzt gleich mal die app app öffnen | ganz alleine | und einfach mal eine minute | gucken was in der app so alles möglich

ist | los gehts
 158 ((die Schüler/-innen nehmen sich die iPads))
 {0:10:51.2} 159 N: meins ist wieder aus
 {0:10:53.9} 160 M: meins auch
 {0:10:58.3} 161 *: (unverständlich)
 {0:11:03.1} 162 L: (ist doch alles auf youtube)
 {0:11:06.0} 163 *: müssen wir beim nächsten mal dann
 {0:11:07.6} 164 *: falls es dann wieder aus ist (unverständlich)
 {0:11:11.2} 165 N: winkel
 {0:11:14.0} 166 *: okay | sind dann alle an?
 {0:11:23.1} 167 N: <<leise> das hier (- -) kann (-) nich so viel->
 {0:11:30.7} 168 N: guck mal da ist ein mensch
 169 N: hohohohoho
 {0:11:54.0} 170 N: ernsthaft? | die kuh kann alles hinter sich sehen aber nichts vor sich
 {0:11:59.7} 171 M: <<flüsternd> die sieht das nicht aber den rest kann sie sehen> ((zeigt erst auf das iPad von N, bewegt dann den Finger in einer kreisförmigen Bewegung über dem iPad))
 {0:12:04.2} 172 N: ah | stimmt | wie weit sieht denn de- das viech?
 {0:12:23.7} 173 N: hä? | ich kann mein schaf nicht sehen | wo issn das tier
 {0:12:31.8} 174 N: hä?
 {0:12:36.8} 175 M: ((tippt N an und zeigt auf X iPad und lacht))
 {0:12:39.0} 176 N: (unverständlich)
 {0:12:42.6} 177 N: ah | jetzt gehts
 {0:12:51.0} 178 N: ho | so weit sieht mein schaf
 {0:12:55.3} 179 N: ((tippt M an))
 180 M: ((lacht))
 {0:13:04.9} 181 Z: okay | und wir | schalten alle die app aus | iPad könnt ihr anlassen J | alle sch- tiere weg | N lass | bleib mal in der app drinne
 182 genau | alle tiere sind aus

Phase I – Tier ins Sichtfeld setzen

{0:13:20.7} 182 Z: ich lese euch jetzt eine aufgabenstellung vor | und ihr (-) führt diese aufgabenstellung aus ja?
 {0:13:25.8} 183 L: mhmm
 {0:13:26.4} 184 Z: das erste ihr holt euch das schaf und die kuh (- -) in die app rein | das schaf (-) und die kuh
 {0:13:40.2} 185 Z: genau | noch nichts machen | ich guck einfach mal | schaf und die kuh sind da
 186 K: (unverständlich)
 187 Z: okay
 {0:13:49.7} 188 Z: okay gut | folgende aufgabenstellung | setze das schaf so dass es von der kuh gesehen wird | aber selbst die kuh nicht sehen kann | ich wiederhole | setze das schaf so dass es von der kuh gesehen wird | aber selber die kuh nicht sehen kann
 {0:14:26.5} 189 Z: okay | wer fertig ist finger weg vom iPad
 {0:14:36.4} 190 Z: so ich wiederhole nochmal einmal und ihr kontrolliert ob eurer (-) euer richtig ist
 {0:14:43.0} 191 Z: setze das schaf so dass es von der kuh gesehen wird
 {0:14:50.0} 192 Z: aber selbst <<leise> die kuh nicht sehen kann->
 {0:14:57.7} 193 Z: so ihr guckt mal rüber zu euern nachbarn (.) einmal
 {0:15:04.2} 194 M: <<flüsternd> ja->
 {0:15:07.5} 195 Z: gut | lassen wir erstmal so stehen

Diskussion zur Repräsentation

{0:15:12.0} 196 N: <<flüsternd> bei dir wird doch nur die kuh gesehen ((zeigt auf das iPad von M))
 {0:15:14.9} 197 M: <<flüsternd> nein guck | diesen streifen sieht sie ja nich (unverständlich)> ((zeigt auf X iPad))
 {0:15:19.4} 198 Z: so | an dieser stelle muss ich mal einlenken bei J und I | bevor wir weitermachen ist ganz wichtig
 {0:15:28.2} 199 Z: ich stell mal das bild von J und I nach
 {0:15:29.8} 200 M: ((zeigt auf das iPad und bewegt den Finger dann im Uhrzeigersinn über der oberfläche))
 {0:15:31.5} 201 Z: und wir überlegen nochmal | ob das so richtig ist
 202 N: ((tippt M an))
 {0:15:35.9} 203 Z: so | guckt mal nach vorne
 204 M: <<flüsternd> unverständlich->
 {0:15:38.9} 205 Z: J hat ungefähr | so platziert das schaf und die kuh | N
 {0:15:47.7} 206 Z: setze das schaf so dass es von der kuh gesehen wird
 {0:15:56.5} 207 Z: aber die kuh selbst nicht sehen kann | I | kann die kuh das schaf sehen? | bei dir?
 {0:16:06.7} 208 Z: guck mal wo der kopf der kuh ist
 {0:16:13.2} 209 Z: was haben wir denn hier fürn problem? | und ich vergleich mal mit dem was K macht | K hat X so positioniert
 {0:16:25.3} 210 Z: I was issn der unterschied? | J du hattest es ja auch so ähnlich positioniert ne?
 {0:16:34.4} 211 Z: was wird denn in der app eigentlich dargestellt? | schauen wir uns mal die kuh an
 {0:16:42.5} 212 Z: was issn das hier fürn bereich und was ist das fürn bereich? | L
 {0:16:48.3} 213 L: der bereich der | der anders aussieht wie der rest ist das wo die kuh nicht hinsehen kann | also wa- was sie nicht sieht
 {0:16:56.0} 214 Z: welcher bereich ist der den die kuh nicht sehen kann
 {0:16:59.5} 215 L: der hinter der kuh liegt
 {0:17:01.2} 216 Z: I hat ne kuh ihre augen aufm hintern?
 217 ((einige Schüler/-innen betreten den Raum und begeben sich zu den Schultaschen im Raum))
 218 I: <<leise> nein->
 {0:17:05.0} 219 Z: hier vorne sind doch die augen von der kuh | siehst du doch auch oder?
 {0:17:07.3} 220 ((die dazu gekommenen Schüler/-innen reden miteinander))
 221 Z: demzufolge (.) ist das hier das sichtfeld ja?
 {0:17:11.8} 222 Z: okay | also (.) könnt ihr nochmal anders positionieren
 {0:17:16.1} 223 Z: sn hier los?
 {0:17:17.7} 224 ((einige der neuen Schüler/-innen antworten))
 225 Z: beeilung schnell schnell schnell
 226 ((wesentlich mehr Schüler/-innen betreten den Raum; Unruhe bricht aus))
 {0:17:30.6} 227 Z: J I verstanden?
 {0:17:31.7} 228 J: mhmm
 {0:17:32.3} 229 Z: okay
 {0:17:35.7} 230 Z: komm beeilung X | wir warten | X beeilung
 {0:17:41.0} 231 L: herr *Z*
 {0:17:41.5} 232 Z: mh?

233 L: man kann doch auch ähm das schaf so einstellen dass es gar nichts sieht | sieht sie auch die kuh nich
 234 N: okay | theoretisch könnte man dich die kuh ganz nach hinten an- (.) machen und und sie würde trotzdem noch das sehen | bemerkst du es?
 {0:17:47.5} 235 Z: ja (lass mal so stehen)
 {0:17:57.4} 236 Z: ja bitte
 {0:18:01.2} 237 ((die anderen Schüler/-innen haben jetzt den Raum wieder verlassen))

Phase II – Tier außerhalb des Sichtfelds setzen

{0:18:04.5} 238 Z: okay zweite aufgabe | genau zuhören | ich les es zwei mal vor | dann führt ihr (-) entsprechend (-) durch dann | so | setze das schaf an eine stelle an der es nicht von der kuh gesehen wird
 {0:18:18.0} 239 Z: nochmal | setze das schaf an eine stelle | an der es nicht von kuh gesehen wird
 {0:18:25.9} 240 K: darf das schaf die kuh sehen? ((zeigt auf X iPad))
 {0:18:28.9} 241 Z: ich lese nochmal vor | setze das schaf an eine stelle an der es nicht von der kuh gesehen wird | also kann das schaf die kuh sehen?
 {0:18:37.6} 242 K: äh ja?
 {0:18:38.7} 243 Z: joa | steht ja nicht drin dass sie nicht gesehen wurde | gut
 {0:18:42.8} 244 Z: okay | wer fertig ist finger weg | ich guck ganz schnell
 {0:18:47.1} 245 N: (ich machs kurz nochmal ah)
 {0:18:50.8} 246 Z: okay | und?

Phase III – Tier im Sichtfeld bewegen

{0:18:55.2} 247 Z: nächste aufgabe
 248 N: <<flüsternd> M>
 {0:18:57.2} 249 Z: das schaf will die kuh verwirren | bewege es an möglichst viele orte an denen es von der kuh gesehen wird | nochmal | zuhören nochmal
 {0:19:10.0} 250 Z: das schaf will die kuh verwirren | bewege es an möglichst viele orte | an denen es aber von der kuh gesehen wird | los gehts
 251 L: (unverständlich)
 {0:19:21.5} 252 N: <<flüsternd> da kann man doch einfach>
 {0:19:26.3} 253 N: <<flüsternd> du siehst mich nicht du siehst mich nicht>
 {0:19:28.1} 254 Z: gut
 {0:19:42.0} 255 N: <<flüsternd> speedy | 'h tsch 'h tsch 'h tsch 'h tsch 'h tsch | guck mal | das pe- ups | ping pong>
 {0:20:00.0} 256 N: <<flüsternd> kann man das schaf eigentlich werfen? | nein | oah schade>
 {0:20:04.3} 257 Z: okay | und finger weg vom iPad

Besprechung der Handlungsstrategien von Phase I

{0:20:08.0} 258 Z: jetzt sind wir wieder vorne an der tafel dran
 {0:20:15.0} 259 Z: so wer jetzt dran ist kommt vorne zu mir an die tafel | und zeigt und beschreibt was er gemacht hat ja? | die erste frage ganz einfach
 {0:20:23.0} 260 Z: L geht mal nach vorne
 {0:20:24.5} 261 L: mhmh
 {0:20:30.6} 262 Z: beschreib mal wie du vorgegangen bist | als du das schaf so bewegen solltest dass es von der kuh gesehen wird | aber es die verwirren möchte
 {0:20:39.9} 263 L: (unverständlich)
 {0:20:41.8} 264 Z: guck mal | vorne ist das iPad | kannst ja darauf bewegen | das se- sehen wir dann vorne an der tafel
 {0:20:47.5} 265 Z: und na nebenbei beschreiben
 {0:20:52.4} 266 L: ich würde sagen dass es | halt | möglichst weit in der mitte sich bewegen sollte | weil es hat ja hier quasi zwischen den augen den scheitelpunkt | und dann sieht es halt | vielleicht sieht dann die kuh es ja mehrfach | und
 {0:21:10.2} 267 Z: du L was hast du | was hat die kuh zwischen den augen?
 {0:21:13.4} 268 L: na die hat ähm | wenn man das schaf direkt in die mitte (.) setzt so | dann | also direkt auf die höhe des scheitelpunkts | dann sieht die kuh halt mit beiden augen ein etwas anderes bild
 {0:21:25.2} 269 Z: warum scheitelpunkt | was issn der scheitelpunkt?
 270 M: ((fährt sich mit dem finger von der stirn bis zum kinn geradlinig übers gesicht, hält sich danach die handfläche horizontal vor X gesicht, sodass die handkante die nase berührt))
 271 I: ((verschränkt die hände über der nase))
 {0:21:33.2} 272 Z: <<leise> (jetzt nehm ich mal die app | ein bisschen kleiner machen) | dass wir alles sehen können>
 {0:21:42.1} 273 Z: seht ihrs trotzdem noch alle?
 {0:21:43.6} 274 N: ja
 275 J: mh
 {0:21:44.4} 276 Z: okay
 {0:21:47.4} 277 Z: L du hast nämlich schon ne entdeckung gemacht ne?
 278 I: ((tippt mit den kleinen fingern auf die nase))
 {0:21:49.6} 279 L: mh
 {0:21:50.0} 280 Z: als ihr mit der app gearbeitet habt | zeig mal nochmal was du an und aus geschaltet hast | guckt mal nach vorne | unten links der knopf scheitelpunkt | wo liegt denn der scheitelpunkt?
 {0:22:03.9} 281 L: na hier
 {0:22:05.1} 282 Z: beschreib mal bei den tieren
 283 M: ((hält sich wieder die handkante vor die nase))
 284 I: ((tippt sich auf die nase))
 285 L: mh | na in der mitte
 {0:22:12.5} 286 Z: was heißt denn in der mitte? | in der mitte vom iPad | in der mitte von der wiese | in der mitte vom teich?
 {0:22:14.0} 287 L: in der mitte vom kopf
 {0:22:18.9} 288 Z: <<leise> aha> | kann jemand noch ein bisschen genauer beschreiben wo der scheitelpunkt liegt?
 {0:22:20.5} 289 I: ((streicht sich über die nase))
 {0:22:25.1} 290 Z: zeigt ihn mal alle ungefähr | wenn ihr stellt ihr euch vor
 {0:22:28.0} 291 Z: ihr wärt jetzt da vorne abgebildet bei euch wo liegt der scheitelpunkt ungefähr?
 292 J: ((zeigt auf die nasenwurzel))
 293 I: ((hält sich die handkante vor die nase))
 294 K: ((hält sich die handkante vor die nase))
 295 M: ((hält sich die handkante vor die nase))
 296 N: ((hält sich die handkante vor die nase))
 {0:22:31.3} 297 Z: guckt mich mal an | zeigt mal mit dem finger drauf
 298 J: ((hält sich nun die handkante vor die nase, zeigt dann wieder auf X nasenwurzel))
 299 K: ((zeigt auf die nasenwurzel))
 {0:22:35.0} 300 Z: okay also zwischen den augen sehe ich überall | aha | ganz wichtig N und M ihr zeigt mir beide so
 {0:22:44.0} 301 Z: der scheitelpUNKT der punkt ist EIN punkt | ihr zeigt mir eine gerade | ja? | wenn ihr so zeigt | okay?

302 I: ((zeigt auf die Nase, dann auf die Nasenwurzel))
 303 M: ((zeigt auf die Nasenwurzel))
 {0:22:54.6} 304 Z: n punkt | sehr schön | gut
 305 N: ((zeigt auf die Nasenwurzel, hält dann die geöffnete Hand so vor X Gesicht dass der Zeigefinger noch immer auf die Nasenwurzel zeigt))

Besprechung der Handlungsstrategien von Phase II

{0:22:59.2} 306 Z: I geh mal nach vorne | wie bist du denn vorgegangen | als du das schaf an eine stelle sehen äh setzen solltest wo die kuh | das schaf nicht sehen kann
 {0:23:10.5} 307 I: also ähm | ich hab ähm das schaf hinter die kuh gesetzt | weil man kann hat ja hier kein k- hier kein auge
 {0:23:20.0} 308 Z: aha | ganz einfach | welche wörter haben dir | gerade geholfen das ganze zu beschreiben?
 {0:23:30.0} 309 I: hinter (.) augen
 {0:23:32.5} 310 Z: hinter augen ja?
 {0:23:35.1} 311 Z: L hat jetzt schon was von scheitelpunkt gesagt | hast du jetzt nicht | ist ja gar nicht schlimm | noch irgendwelche wörter? | die helfen uns zu beschreiben?
 {0:23:42.8} 312 L: mh

Erneute Besprechung der Handlungsstrategien von Phase I

{0:23:43.1} 313 Z: N dann geh du mal nach vorne | geh mal nochmal auf die erste fragestellung ein | ihr solltet ja das schaf so setzen dass es von der kuh gesehen wird | aber selber die kuh nicht sehen kann | beschreib mal wie du vorgegangen bist | was du gemacht hast
 {0:23:58.3} 314 N: ähm | was nochmal?
 {0:24:00.4} 315 Z: erste frage war ja | setze das schaf so dass es von der kuh gesehen wird | aber selber | die kuh nicht sehen kann
 {0:24:08.6} 316 N: mh
 {0:24:13.0} 317 N: man kann jetzt die | so kann die kuh das schaf sehen | aber sie kanns ja nich sehen weil sie hinten keine augen hat
 {0:24:20.8} 318 Z: und woher weißt du jetzt in der app dass die | das schaf die kuh nicht sehen kann?
 {0:24:26.8} 319 N: ähm
 {0:24:29.9} 320 Z: na wir wissen natürlich n schaf hat keine augen am hinterteil ne?
 {0:24:34.8} 321 N: weil | ich glaube weil hier ist ja der strich s- wie weit sie | wo sie nicht sieht und
 {0:24:40.0} 322 Z: der was? | der was ist da? | der?
 {0:24:42.5} 323 N: so weit kann sie n- | hier kann sie nicht mehr sehen
 {0:24:45.7} 324 Z: aha | hast du gerade strich gesagt?
 {0:24:47.6} 325 N: nee
 {0:24:48.0} 326 Z: okay gut | nee ich frag ja nur | iss ja nur ich hab dich nicht verstanden
 327 M: ((hält sich die Handflächen neben die Augen))
 {0:24:50.6} 328 Z: gut | alles klar

Diskussion zu verwendeten Wörtern

{0:24:53.0} 329 Z: gut fassen wir mal nochmal ganz schnell zusammen | welche wörter haben wir jetzt also gehört? | die zum beschreiben geholfen haben | J fass mal nochmal schnell zusammen
 {0:24:59.8} 330 J: hinter?
 {0:25:00.8} 331 Z: ja?
 {0:25:01.3} 332 J: augen
 {0:25:02.2} 333 Z: ja
 {0:25:05.0} 334 J: feld? (unverständlich)
 335 Z: feld | warum man das wort feld nicht sehen kann
 336 L: sichtfeld
 {0:25:10.4} 337 Z: sichtfeld | M
 {0:25:12.0} 338 M: winkel?
 {0:25:12.5} 339 Z: winkel | warum winkel?
 {0:25:14.0} 340 M: der winkel wo das schaf die kuh nich sehen kann ((berührt mit den Fingerspitzen die Fingerspitzen der jeweils anderen Hand, die Handflächen zeigen zueinander))
 {0:25:17.6} 341 Z: was issn da der winkel?
 {0:25:22.6} 342 M: na
 {0:25:24.4} 343 Z: woher kommst denn du jetzt wie kommst denn du jetzt auf winkel? | also N I oder L | keiner hat winkel gesagt
 {0:25:28.8} 344 M: weil das winkelfarm heißt
 {0:25:31.3} 345 Z: achso | gut | lassen wir erstmal so im raum stehen | kein problem
 {0:25:35.4} 346 Z: ihr habt natürlich recht | das was wir vorne sehen jetzt dargestellt haben sind winkel | gut M | ja wir gucken uns dann die winkel nochmal ganz n bisschen genauer an | was davon winkel sind
 347

Phase IV – Tier auf Sichtfeldgrenze setzen

{0:25:45.6} 347 Z: so | nächste aufgabe | jetzt gehts weiter | jetzt seid ihr wieder jeder für euch dran | bei euch am iPad | setze das schaf an eine stelle | wo sie (.) wo es gerade noch von der kuh gesehen werden kann
 {0:26:00.0} 348 Z: nochmal | setze das schaf an eine stelle wo es gerade noch von der kuh gesehen wird
 {0:26:09.4} 349 Z: wer es hat finger weg
 {0:26:10.6} 350 N: <<flüsternd> guck mal (-) guck mal sie kanns gerade noch sehen->
 {0:26:12.1} 351 I: muss die (kuh) zu sehen sein?
 {0:26:23.2} 352 L: (unverständlich)
 {0:26:26.4} 353 Z: mhmh mhmh
 {0:26:28.7} 354 N: <<flüsternd> M | gerade noch> ((zeigt auf X iPad))
 {0:26:32.1} 355 Z: okay

Phase V – Tier entlang Sichtfeldgrenze bewegen

{0:26:37.8} 356 Z: nächste aufgabe
 {0:26:41.7} 357 Z: wo muss das schaf lang laufen damit sie | damit das schaf die gesamte zeit gerade so von der kuh gesehen wird
 {0:26:58.6} 358 Z: <<leise> also nochmal | wo muss das schaf lang laufen | damit es die ganze zeit gerade so von der kuh gesehen wird
 {0:27:14.0} 359 Z: genau | lasst mal das schaf langlaufen
 {0:27:28.0} 360 Z: ich guck mal bei dir
 361 M: ich kann das schaf nich mehr bewegen
 {0:27:30.3} 362 Z: ahja | müssen wir mal tauschen
 {0:27:35.0} 363 N: <<flüsternd> ohoho | du hast es hinter die linie geschafft | ich glaub das ist nicht möglich
 {0:27:40.1} 364 *: ((steht auf und läuft zum Platz von M))
 {0:27:42.5} 365 *: achso | ich mach mal nen kurzen trick | so jetzt ist es wieder drin

{0:27:49.1} 366 **Z:** okay
 {0:27:50.0} 367 ***:** hast es zu weit weg geschoben deswegen
 {0:27:52.0} 368 **Z:** mhmh | hat die koppel verlassen ((lacht))
 {0:27:54.3} 369 **N:** trick drei sechzig
 {0:27:55.4} 370 **Z:** okay | sehr schön

Besprechung der Handlungsstrategien von Phase IV

{0:27:57.2} 371 **Z:** finger weg vom iPad
 {0:28:01.1} 372 **Z:** J geht nach vorne
 {0:28:04.9} 373 **Z:** setzt mal vorne am bild hin sodass das schaf gerade so von der kuh gesehen wird
 {0:28:17.6} 374 **Z:** und beschreib mal | warum hast du es genau dort platziert
 {0:28:20.8} 375 **J:** weil es dann nicht mehr in dem feld (.) weil (-) da ist jetzt nicht mehr | also es ist nicht in dem feld | wo es nicht mehr gesehen wird
 {0:28:30.2} 376 **Z:** okay
 {0:28:31.1} 377 **J:** es ist noch so an der grenze
 {0:28:33.3} 378 **Z:** okay | an der grenze aha | ich habe gesehen K hat es ganz anders platziert oder?
 {0:28:40.3} 379 **K:** ja
 {0:28:40.9} 380 **Z:** J hat jetzt | die kuh hat bei dir die ganze das ganze schaf gesehen ne?
 {0:28:43.8} 381 **J:** ja
 {0:28:44.7} 382 **Z:** K bei dir war glaub ich nicht so viel ne?
 {0:28:46.6} 383 **K:** nee
 {0:28:47.3} 384 **Z:** geh mal nach vorne | zeig mal was wo du das schaf hingesetzt hast
 {0:28:52.0} 385 **Z:** N aufpassen
 {0:28:54.8} 386 **K:** das schaf (- -) ähm (- -) dahin gesetzt
 {0:29:04.4} 387 **Z:** aha | was ist der unterschied von den | zwischen den beiden N?
 {0:29:08.9} 388 **N:** ähm (- -) bei bei J wurde es komplett gesehen und hier ist es | si- sieht man nur noch die nase (-) vom (.) schaf ((deutet flüchtig auf X Nase))
 {0:29:18.2} 389 **Z:** oder an der seite das fell ne?
 {0:29:19.5} 390 **N:** oder an der seite vom fell
 {0:29:21.0} 391 **Z:** okay | also | und wo steht das | versucht mal zu beschreiben wo steht denn das schaf jetzt genau?
 {0:29:27.0} 392 **L:** mh
 {0:29:27.5} 393 **Z:** X
 {0:29:34.3} 394 **Z:** J
 {0:29:34.8} 395 **J:** nich seh- | also zum großteil im nicht sehbaren feld und n ganz kleines bisschen liegt das hier im sehbaren feld
 {0:29:43.3} 396 **Z:** aha
 {0:29:45.9} 397 **K:** hinsetzen?
 {0:29:46.9} 398 **Z:** ja entschuldigung | danke dir | darfst dich wieder hinsetzen
 {0:29:52.6} 399 **Z:** gut

Besprechung der Handlungsstrategien von Phase V

{0:29:54.2} 400 **Z:** I? | geh mal gleich nach vorne | kannst du gleich mal vorne zeigen | geh mal nach vorne
 {0:30:01.1} 401 **Z:** zweite aufgabe war ja | bewege das schaf die ganze zeit in dem bereich wo es gerade so von der kuh (gesehen) wird gesehen wird | geh mal nach vorne | bewege mal in dem bereich und beschreibe | wo lang du das ganze bewegst
 {0:30:15.6} 402 **I:** also ich bewege es die ganze zeit auf einer linie
 {0:30:20.4} 403 **Z:** was issn das für ne linie? | wirklich | zeig mal | mach mal ganz langsam nebenbei und sag mal | auf was für ner linie bewegst du denn da die ganze zeit das schaf
 {0:30:27.5} 404 **I:** ähm auf der linie zwischen ähm totem winkel und dort wo die kuh das schaf noch sieht
 {0:30:36.8} 405 **Z:** aha | auf der linie zwischen dem toten winkel und da wo das schaf noch sieht | gut | na bewege mal weiter | so weit es geht | okay | da kommt die koppel | und jetzt bewege mal nach vorne
 {0:30:47.9} 406 **Z:** bis wohin? b-
 {0:30:49.0} 407 **I:** bis hier
 {0:30:50.1} 408 **Z:** bis dahin?
 {0:30:51.7} 409 **I:** naja sonst (.) ist ja das schaf auf der kuh
 {0:30:54.9} 410 ((lachen))
 {0:30:56.0} 411 **Z:** geh mal ruhig so weit dass das das das kuh äh schaf klettert jetzt auf die auf die kuh rauf
 {0:31:01.0} 412 **Z:** bis wohin?
 413 **N:** <<flüsternd> aufn kopf>
 {0:31:04.0} 414 **Z:** <<leise> okay> | hat die das schaf noch ne andere möglichkeit in dem bereich zu laufen? | I bewegts hier lang | aber kann die kuh noch äh das schaf noch woanders langlaufen? | M?
 {0:31:15.6} 415 **M:** auf der anderen seite
 {0:31:16.6} 416 **Z:** na komm mal nach vorne
 {0:31:32.1} 417 **Z:** aha
 {0:31:34.6} 418 **Z:** von wo bis wo ist denn der bereich jetze den du jetzt dargestellt hast
 {0:31:38.0} 419 **M:** von (-) hier (-) bis hier
 {0:31:42.7} 420 **Z:** was heißt denn von hier bis hier | sag mal wo der bereich anfängt | zeig mal
 {0:31:46.9} 421 **M:** beim kopf der | hier beim kopf der kuh
 {0:31:50.1} 422 **Z:** aha was warn das fürn für | beim kopf der kuh | was issn das fürn punkt gewesen?
 {0:31:55.4} 423 **M:** der (- -) mh
 {0:31:58.6} 424 **Z:** L
 {0:31:59.9} 425 **L:** der scheitelpunkt
 {0:32:00.7} 426 **Z:** der scheitelpunkt | vom scheitelpunkt entlang | auf einer linie wurde schon gesagt | jetzt überlegt mal mathematisch gesehen | was issn das?
 {0:32:10.1} 427 **Z:** von einem punkt
 {0:32:14.7} 428 **Z:** I
 {0:32:17.7} 429 **I:** ne (- -) strecke?
 {0:32:21.5} 430 **Z:** ne strecke
 {0:32:22.6} 431 **I:** (unverständlich)
 {0:32:23.7} 432 **Z:** warum n warum nee? ganz wichtig
 {0:32:28.0} 433 **Z:** was issn ne strecke?
 {0:32:32.1} 434 **I:** n- begrenzt zwei punkte ((bewegt nebeneinander gegenläufig die Hände auf und ab))
 {0:32:34.1} 435 **Z:** aha die st- strecke begrenzt zwei punkte | haben wir hier einen punkt vorne?
 {0:32:37.8} 436 **J:** ja
 {0:32:38.2} 437 **Z:** der scheitelpunkt | haben wir hier hinten nen punkt?

{0:32:42.4} 438 I: der zaun
 {0:32:43.4} 439 Z: der zaun issn punkt | aber rein theoretisch kann das schaf übern schaf übern zaun springen | was passiert dann?
 {0:32:50.0} 440 I: kanns noch weiter
 {0:32:51.2} 441 Z: immer weiter gehen | wie nennt man das mathematisch gesehen? | wir haben einen (-) anfangspunkt | L
 {0:32:58.5} 442 L: ein strahl
 {0:32:59.3} 443 Z: ein strahl | aber kein endpunkt, ne?
 {0:33:02.0} 444 Z: okay | sehr schön | so
 {0:33:04.5} 445 Z: jetzt finger weg vom iPad | L
 {0:33:06.7} 446 L: das kann man auch einstellen dann sieht man da die (.) so dann die (.) linien sieht man | die begrenzungen ((zeigt flüchtig auf X iPad, berührt danach separat mit Daumen und Zeigefinger den Tisch und bewegt darauf die Hand mehrfach nach vorn und hinten))
 {0:33:13.4} 447 Z: was muss ich denn da einstellen?
 {0:33:15.4} 448 L: neben scheitelpunkt muss man da auf schenkel drücken
 {0:33:18.4} 449 Z: aha | ihr habt nämlich vollkommen recht | wenn ich schenkel an mache | dann sehe ich | von den winkeln | die schenkel
 {0:33:28.6} 450 Z: was sind die schenkel? | jetzt wenn wir schonmal bei dem thema sind? | I?
 {0:33:32.3} 451 Z: was sind die schenkel eines winkels?
 {0:33:33.9} 452 I: ähm (.) die sind (.) dann hier ((berührt mit den Fingern die Nasenwurzel von unten, danach noch einmal von oben und bewegt dann die Hände nach hinter sich))
 {0:33:36.8} 453 Z: wie von hier bis hier wie? | so? | laufen die durch den kopf durch?
 {0:33:40.4} 454 I: ((lacht)) nein
 {0:33:40.8} 455 Z: stellt doch mal vorne im bild dar | was sind denn hier die schenkel?
 {0:33:43.6} 456 I: dort | also wo das die hin ((bewegt die offenen Handflächen vor sich nach vorn)) | oder die der strahl | ähm dort wo die kuh ähm zwischen- ((bewegt die Handflächen vor sich)) | also das ist der strahl ((bewegt die Hände auf und ab)) | dort wo die kuh der tote winkel ((bewegt nur die linke Hand auf und ab)) und da wo sie noch was sehen kann ((bewegt nur die rechte Hand auf und ab, deutet dann mit der rechten Hand nach vorn))
 {0:33:57.6} 457 Z: okay
 458 I: (unverständlich)
 {0:33:59.5} 459 M: die grenze zwischfeld
 {0:34:02.8} 460 Z: okay | lassen wir erstmal so stehen | ganz gut | woher kennt ihr den toten winkel? | hatten wir gerade (.) so gehabt | L?
 {0:34:09.4} 461 L: bei ähm bei der verkehrsprüfung
 {0:34:12.4} 462 Z: aha | letzte woche hatte er verkehrsprüfung gehabt | habt ihr alle bestanden?
 {0:34:17.4} 463 J: X
 {0:34:17.8} 464 N: X
 465 K: X
 466 I: X
 {0:34:19.5} 467 Z: X
 {0:34:20.7} 468 N: X
 {0:34:21.8} 469 Z: X
 {0:34:23.4} 470 N: X
 {0:34:24.4} 471 Z: ((lacht)) sollen wir mal gucken (wo) | so

Besprechung der Handlungsstrategien insgesamt

{0:34:28.7} 472 Z: (wo haben wir das jetzt?)
 {0:34:32.9} 473 Z: so?
 474 N: <<flüsternd> M ich hab n kleines problem->
 {0:34:35.7} 475 Z: wasn das keynote?
 {0:34:37.3} 476 *: stop
 {0:34:38.0} 477 Z: nee das isses nich
 478 N: <<flüsternd> ich kann sie nich mehr bewegen->
 {0:34:39.0} 479 *: doch | achso
 {0:34:39.9} 480 Z: das ist was anderes | och
 {0:34:42.0} 481 *: war da nicht | doch ich habs gesehen
 {0:34:43.9} 482 Z: ich hab das ja schon auf gehabt
 483 N: <<flüsternd> ich hatte echt glück->
 {0:34:50.9} 484 Z: doch da oben?
 {0:34:53.5} 485 Z: so dann machen wir das so | ja geht doch
 {0:34:57.6} 486 Z: gut
 {0:35:01.4} 487 Z: was hat uns geholfen die situation zu beschreiben | wir hatten das schaf gesetzt | das das schaf wurde von der kuh gesehen
 {0:35:07.9} 488 *: (unverständlich)
 {0:35:09.5} 489 Z: mh?
 490 *: (unverständlich)
 {0:35:14.1} 491 Z: <<flüsternd> okay | sehr schön->
 {0:35:23.6} 492 Z: geht nicht weiter *
 {0:35:24.5} 493 *: nee | du musst (warten)
 {0:35:25.9} 494 Z: achso | ah okay
 495 *: nach links kannst du zurück
 {0:35:28.7} 496 Z: gut dann haben wir das schaf ja so gesetzt dass es von der kuh | gesehen wurde und es den bereich wo es die ganze zeit gesehen wurde und verwirrt hat ne?
 {0:35:37.8} 497 Z: wenn wir jetzt erst beide wegnehmen | wird dieser bereich dargestellt | ne? da konnte sich überall das schaf bewegen | und hier hinten der weiße bereich | ist der bereich J?
 {0:35:50.0} 498 J: wo man wo die kuh das schaf nicht gesehen hat
 {0:35:54.2} 499 Z: mhmh
 {0:35:54.6} 500 J: wo das schaf nicht gesehen wurde
 {0:35:57.3} 501 Z: geht das automatisch weiter?
 {0:35:58.7} 502 *: nee | du musst immer nach rechts (klicken)
 {0:36:00.9} 503 Z: (ach- achso) | achso okay gut | jawoll
 {0:36:07.0} 504 Z: dann haben wir das | die aufgabe gehabt das schaf so zu setzen dass es gerade noch von der kuh gesehen wurde
 {0:36:14.7} 505 Z: die meisten von euch hatten es so gesetzt | J hatte es genau so wie dass es komplett von der kuh gesehen wurde | ist ja egal gewesen | waren ja beides richtig | und dann solltet ihr
 {0:36:25.6} 506 Z: dann haben wir festgestellt | ich glaube N nee irgendeiner hat gesagt es wäre genau das auge oder das ohr gesehen hatten | I warst du glaub ich ne? | also wir haben letztendlich genau einen punkt gesehen | mathematisch gesehen ne?
 {0:36:39.8} 507 Z: so wenn wir jetzt das schaf wegnehmen war das | genau dort war die stelle an der die das schaf genau oder gerade so von der kuh gesehen wurde
 {0:36:48.0} 508 Z: als wir es dann bewegt haben | haben wir (.) das schaf
 {0:36:54.7} 509 Z: entlang dieser GRENze bewegt

{0:36:59.7} 510 **Z:** zwischen sichtfeld und nicht sichtfeld | zwischen sichtfeld und einige von euch haben den toten winkel genannt | ja?
 {0:37:09.4} 511 **Z:** bis vorne hin zum scheidelpunkt zwischen den augen | und weg | warum weg?
 {0:37:22.8} 512 **Z:** <<leise> I> M
 {0:37:23.9} 513 **M:** weils kein ende hat
 {0:37:25.2} 514 **Z:** aha | weils kein ende hat | super vollkommen richtig | und diesen bereich (- -) können wir farbig darstellen (.) auch in der app | was ist jetzt blau dargestellt? | habt ihr alle schon gesehen I
 {0:37:35.9} 515 **I:** die schenkel
 {0:37:36.5} 516 **Z:** jawoll | die schenkel | sehr schön
 {0:37:39.8} 517 **Z:** mathematisch gesehen ist das dort unser winkel | das blaue ist ein schenkel | und das gelbe ist das winkelfeld
 {0:37:47.0} 518 **Z:** und? | allerletzte was noch fehlt vom winkel ist der scheidelpunkt
 {0:37:52.5} 519 **Z:** hier rot dargestellt | in der app auch rot dargestellt | wo lag der scheidelpunkt bei den ganzen tieren? J
 520 **I:** ((zeigt auf die Nasenwurzel))
 {0:37:58.1} 521 **J:** hier so vorne oder hier ((zeigt auf die Nasenwurzel))
 522 **L:** ((zeigt auf die Nasenwurzel))
 523 **M:** ((zeigt auf die Nasenwurzel))
 {0:38:00.7} 524 **Z:** hier so | zeig mal genau mit dem finger rauf | wie kannst du es ganz einfach beschreiben?
 525 **N:** ((zeigt auf die Nasenwurzel))
 {0:38:05.6} 526 **J:** zwischen den augen?
 {0:38:06.8} 527 **Z:** zwischen den augen | jawoll super
 {0:38:16.0} 528 **Z:** okay | hier habt ihr die situation aufm bauernhof auf der winkelfarm und hier den winkel herausgestellt nochmal | ja? | die farben sind ganz wichtig

Aufschrieb in Hefter

{0:38:24.8} 529 **Z:** könnt ihr euch nebenbei jetzt schonmal einen blauen einen gelben und einen roten stift rausholen | los gehts
 530 ((die Schüler/-innen kramen in ihren Federtaschen))
 {0:38:31.0} 531 **N:** einen blauen | okay dann
 {0:38:32.8} 532 **Z:** ne einen grünen | tschuldigung | einen grünen einen roten und einen blauen | so
 {0:38:37.0} 533 **N:** dann muss ich nochmal an meinen
 {0:38:39.3} 534 **Z:** flitze komm
 {0:38:42.6} 535 **N:** gehen auch filzler?
 {0:38:44.0} 536 **Z:** mh?
 {0:38:44.5} 537 **N:** geht auch filzstift?
 {0:38:47.5} 538 **Z:** jaja
 {0:38:48.3} 539 **L:** neon?
 {0:38:49.6} 540 **Z:** mh?
 {0:38:50.1} 541 **L:** geht neon auch?
 {0:38:51.7} 542 **Z:** geht was auch?
 {0:38:52.5} 543 **L:** neonfarben
 {0:38:53.2} 544 **Z:** na wenn die farben haben ist okay | kannst du damit auch schreiben?
 {0:38:57.9} 545 **L:** ja
 {0:38:59.3} 546 **Z:** <<leise> so
 {0:39:12.3} 547 **Z:** so | jeder von euch bekommt jetzt von mir ein arbeitsblatt
 {0:39:17.7} 548 **Z:** winkelfelder beschreiben | ganz oben habt ihr bereits | einen satzanfang zu stehen
 {0:39:25.9} 549 **Z:** dort ergänzen wir jetzt die definition von winkelfelder | ja?
 {0:39:37.4} 550 **Z:** ihr | ich diktier euch die definition | ihr
 {0:39:47.7} 551 **Z:** ihr schreibt diese mit | am ende werden wir die (-) entsprechenden wörter farbig darstellen | okay?
 {0:39:53.6} 552 **Z:** los gehts | ganz normal schreiben mit dem füller | ein winkelfeld ist | eine unendliche farbe
 {0:40:06.4} 553 **Z:** unendliche farbe ((lacht)) | ein winkelfeld ist eine unendliche fläche
 {0:40:23.6} 554 **Z:** ist eine unendliche fläche | punkt
 {0:40:38.5} 555 **Z:** es wird von zwei (- -) schenkeln begrenzt
 {0:40:44.5} 556 **Z:** N satzanfänge groß
 557 **N:** ach das ist ein satzanfang
 {0:40:48.1} 558 **Z:** mh
 {0:40:50.6} 559 **Z:** es wird von zwei schenkeln begrenzt
 {0:41:06.6} 560 **Z:** punkt
 {0:41:09.9} 561 **Z:** zwei schenkeln begrenzt
 {0:41:25.1} 562 **Z:** diese sind strahlen
 {0:41:49.1} 563 **Z:** komma | die vom scheidelpunkt
 564 **Z:** die vom scheidelpunkt des winkelfeldes ausgehen
 {0:42:04.4} 565 ((* und Z reden sehr leise miteinander))
 {0:42:23.0} 566 ***:** <<flüsternd> entschuldige ich will mal kurz gucken ob er noch aufzeichnet | geht >
 {0:42:28.4} 567 **N:** die vom scheidelpunkt
 {0:42:36.2} 568 **Z:** <<flüsternd> ja
 569 **M:** <<flüsternd> ausgehen
 {0:42:39.1} 570 **Z:** strahlen die vom scheidelpunkt | des winkelfeldes ausgehen
 {0:42:46.3} 571 **N:** <<flüsternd> oh | ich hab mich verschrieben
 {0:42:49.2} 572 **Z:** okay | so dann nehmt ihr euch
 {0:42:58.9} 573 **N:** des win-?
 {0:43:00.8} 574 **Z:** winkelfeldes
 {0:43:12.9} 575 **Z:** ausgehen | so | habt ihr?
 {0:43:15.5} 576 **M:** mhmh
 577 **K:** mhmh
 578 **N:** gleich
 {0:43:17.3} 579 **Z:** gut | grüner stift | mit dem grünen stift J was (-) markieren wir uns mit grün?
 {0:43:22.7} 580 **J:** unendliche fläche
 {0:43:24.5} 581 **Z:** weiß jemand von euch was ne unendliche fläche ist? | N?
 {0:43:30.2} 582 **N:** ähm ja
 {0:43:31.7} 583 **Z:** was issn ne unendliche fläche?
 {0:43:34.6} 584 **Z:** welche zwei wörter stecken da drinne?
 {0:43:36.1} 585 **N:** unendlich und fläche
 {0:43:37.4} 586 **Z:** was heißt denn unendlich?
 {0:43:40.1} 587 **N:** dass was unbegre-
 {0:43:42.0} 588 **Z:** hä?
 589 **N:** unbegrenzt groß ist

{0:43:43.4} 590 **Z:** aber wir haben doch gesagt dass es hier (-) begrenzt ist in dem bereich | das sichtfeld der kuh | warum heißt denn das dann unendlich? J

{0:43:51.8} 591 **J:** weils hinten ((hält X Handflächen nebeneinander)) | weil da sind ja zwei sone äh ((zeigt mit der rechten Hand nach vorne)) | iss ja halt die abgrenzung in blau | und hinten der weiße bereich | der geht ja noch weiter nach hinten ((bewegt die Hand nach links))

{0:44:04.7} 592 **Z:** na sowohl der weiche weiße bereich der also das nicht sichtfeld als auch

{0:44:09.2} 593 **Z:** der grüne oder das gelbe bereich ist ja sichtfeld unendlich groß | aha

594 **I:** ((bewegt die Finger erst an die Augen, dann von dort nach hinter sich))

{0:44:14.0} 595 **Z:** gut | scheidelpunkt mit rot markieren

{0:44:25.4} 596 **L:** einfach übermalen?

{0:44:27.1} 597 **Z:** genau

{0:44:29.1} 598 **Z:** aber heißt jetzt nicht dass wenn wir in mathematik in zukunft punkte zeichnen und darstellen sollen dass wir riesen kullern malen ja? | ist nur hier in der app jetzt so schön groß und rot dargestellt

{0:44:38.8} 599 **Z:** müssen wir was (-) an dieser stelle sagen

{0:44:46.7} 600 **Z:** und was geht vom scheidelpunkt aus und (-) begrenzt das sichtfeld und das nicht sichtfeld I

{0:44:53.2} 601 **I:** die schenkel

{0:44:53.9} 602 **Z:** jawoll | blau markieren

{0:45:06.4} 603 **Z:** okay | gut | anhand der definition | sind jetzt auf der (-) rechten seite habt ihr nen weißen kasten

{0:45:14.9} 604 **Z:** den winkel nochmal zeichnen | nehmt euch n lineal n bleistift | auf der linken seite haben wir das sichtfeld

{0:45:23.7} 605 **Z:** auf der farm | und auf der rechten seite holen wir den mathematischen kern raus | zeichnet (-) scheidelpunkt die schenkel

{0:45:36.2} 606 **Z:** aufgabe verstanden J?

{0:45:37.5} 607 **J:** nee?

{0:45:39.3} 608 **Z:** <<leise> genau | so wie wie es vorne ist das winkelfeld | al- sollt ihr nochmal hier (.) darstellen selbstständig nochmal zeichnen

{0:45:49.9} 609 **J:** (nochmal) darstellen?

{0:45:57.9} 610 **M:** ((bildet den Winkel auf der linken Seite des Arbeitsblattes mit Stiften nach und verschiebt diese auf die rechte Seite))

{0:45:59.4} 611 **Z:** I jetzt nicht ganz genau | jetzt brauchst du ja nicht messen | das da millimetergenau zu übertragen | ja?

{0:46:06.4} 612 **L:** wo ist denn mein anderer stift?

{0:46:09.9} 613 **Z:** L brauchst ja nicht | reicht ja ein blauer stift dazu

{0:46:13.9} 614 **Z:** für die schenkel | genau

615 **K:** (unverständlich)

616 **L:** (unverständlich)

{0:46:36.0} 617 **L:** <<flüsternd> mit bleistift? | M >

{0:47:11.5} 618 **Z:** M | stell ruhig deinen scheidelpunkt groß dar

{0:47:23.1} 619 **Z:** und die grüne fläche ganz schnell mit grün schraffieren

{0:47:29.6} 620 **Z:** einfach einmal rüber gehen | genau | muss ja nicht ganz genau sein | ja I? | musst du nicht ganz perfekt auszeichnen nicht millimetergenau

{0:48:01.7} 621 **Z:** okay

A.2.2 Winkelfeldvergleich

Vergleich Mathematik – Realität

{0:48:02.2} 622 **Z:** unten haben wir eine tabelle

{0:48:06.6} 623 **Z:** J lies vor was m- bei der matell- tabelle steht

{0:48:09.7} 624 **J:** vergleiche zwischen realität und mathematik

{0:48:12.5} 625 **Z:** was heißt denn das? | vergleiche zwischen realität und mathematik

{0:48:18.0} 626 **Z:** L

{0:48:26.3} 627 **Z:** die realität

628 **L:** na wir sollen vergleichen | also was gleich ist ((streich auf dem Arbeitsblatt von der linken auf die rechte Seite und zurück))

{0:48:29.6} 629 **Z:** was ist denn die realität? | und was issn die mathematik?

630 **L:** zwischen den beiden

{0:48:32.5} 631 **L:** die realität ist (-) da wie | was die kuh sieht und was sie nicht sieht ((streich mit der Hand über X Arbeitsblatt))

{0:48:38.0} 632 **Z:** aha | schreib das mal gleich ein

{0:48:41.3} 633 **Z:** sichtfeld der kuh ist die realität | Also? | in der ersten zeile das was die kuh sehen kann ((die Schüler/-innen nehmen Stifte zur Hand))

634

{0:48:47.9} 635 **Z:** sichtfeld der kuh ist das was die kuh sehen kann logischerweise

{0:48:52.3} 636 **J:** was sollen wir jetzt da rein schreiben?

{0:48:54.0} 637 **Z:** hm?

{0:48:54.4} 638 **J:** was sollen wir jetzt da rein schreiben?

639 **Z:** das was die kuh sehen kann reinschreiben

{0:48:57.3} 640 **N:** realität

{0:48:58.5} 641 **Z:** sichtfeld der kuh | das ist die realität | ist das was die kuh sehen kann

{0:49:02.5} 642 **K:** <<flüsternd> hä was sollen wir jetzt reinschreiben?

{0:49:03.0} 643 **Z:** schön kleiner schreiben M | das passt doch so niemals rein | N auch du kleiner schreiben

644 **J:** <<leise> (unverständlich) was sollen wir jetzt da rein schreiben grün oder weiß?

{0:49:09.1} 645 **Z:** M das siehst du doch oder?

{0:49:12.9} 646 **Z:** naja

{0:49:15.1} 647 **Z:** ist das was die kuh sehen kann | und auf der mathematik bezogen? | was ist das?

{0:49:29.1} 648 **Z:** I?

{0:49:31.2} 649 **I:** ähm | der nicht tote winkel?

{0:49:34.7} 650 **Z:** na wie s haben wir es denn in der definition | wie haben wirs dargestellt? | habt ihr doch oben geschrieben

{0:49:41.4} 651 **Z:** was issn der bereich | das was die kuh sehen kann? | in der mathematik

{0:49:44.6} 652 **L:** die unendliche fläche

{0:49:45.5} 653 **Z:** die unendliche fläche jawoll | eintragen

{0:49:49.6} 654 **L:** die unendliche fläche

{0:49:52.1} 655 **K:** was im winkelfeld oder?

{0:49:53.5} 656 **Z:** unendliche fläche

{0:50:24.5} 657 **Z:** so weiter | was haben wir denn noch kennengelernt? | was können wir von der tabelle denn noch ausfüllen? | könnt ihr euch aussuchen ob es jetzt zur mathematik oder zur realität gehört

{0:50:35.4} 658 **Z:** K

{0:50:38.6} 659 **K:** ähm

{0:50:40.5} 660 **Z:** heute ganz schön denkauf heute ne?

{0:50:43.4} 661 **Z:** I
 {0:50:48.6} 662 **Z:** L
 {0:50:49.7} 663 **L:** ähm zum | da winkelfeld in der tabelle steht
 {0:50:53.2} 664 **Z:** ja?
 {0:50:53.7} 665 **L:** noch schenkel eintragen
 {0:50:54.8} 666 **Z:** jawoll | mathematik war der schenkel | was war in der realität der schenkel?
 {0:51:02.1} 667 **Z:** och I
 {0:51:06.4} 668 **Z:** J
 {0:51:07.1} 669 **J:** der tote winkel sozusagen? der
 {0:51:09.9} 670 **Z:** na nicht toter winkel | was war der schenkel? | was war blau dargestellt?
 671 **J:** das das um-
 {0:51:13.5} 672 **J:** der | die begrenzung zwischen nicht sehbarem und sehbarem feld?
 673 **I:** ((bewegt x Hände vor x Gesicht und danach von dort aus nach vorn von sich weg))
 {0:51:18.0} 674 **Z:** genau die be | begrenzung des sichtfeldes | brauchen wir nicht so einen langen satz aufschreiben | begrenzung des sichtfeldes |
 jawoll
 {0:51:44.8} 675 **Z:** und was fehlt noch? | N? | welche bestandteile des winkels haben wir oben in der definition noch kennengelernt?
 {0:51:50.5} 676 **N:** was?
 {0:51:56.0} 677 **Z:** M
 {0:51:56.8} 678 **M:** scheidelpunkt
 {0:51:57.7} 679 **Z:** aha | mathematisch gesehen der scheidelpunkt | in der realität?
 {0:52:03.6} 680 **M:** mh | zwischen auge und nase?
 {0:52:06.8} 681 **Z:** genau | bereich zwischen auge und nase
 {0:52:44.1} 682 **Z:** habt ihr?
 {0:52:45.3} 683 **N:** <<flüsternd> nein>
 684 **J:** mhmh
 {0:53:07.3} 685 **Z:** okay | gut

Lernzielformulierung

{0:53:12.0} 686 **Z:** jetzt haben wir also (-) winkelfelder kennengelernt (-) und jetzt gehts weiter | im nächsten schritt wollen wir gucken | wie wir die
 sichtfelder von den verschiedenen tieren oder sogar vom menschen miteinander vergleichen können
 {0:53:31.7} 687 **Z:** was haben wir denn schon festgestellt? | auf den ersten blick | bei eurer app | ihr habt ja überall das schaf und die kuh sind
 eingestellt, ne?
 688 **J:** mhmh
 {0:53:41.0} 689 **Z:** wer hat denn n größeres sichtfeld und wer hat denn n kleineres sichtfeld? | guckt mal alle rein in die app
 {0:53:50.9} 690 **Z:** M
 691 **M:** schaf hat n größeres sichtfeld und kuh hat n kleineres
 {0:53:55.0} 692 **Z:** okay | lass ich einfach so erstmal (.) stehen
 693 **N:** ((Federtasche fällt)) oah
 {0:53:59.0} 694 **Z:** euer ziel oder unser gemeinsames ziel in der stunde wird jetzt sein | dass wir (0.3) alle acht lebewesen
 {0:54:12.2} 695 **Z:** die wir in der app haben (-) miteinander vergleichen | und die richtige reihenfolge herausfinden | vom kleinsten zum größten
 696 sichtfeld
 696 **J:** mhmh
 {0:54:27.5} 697 **Z:** okay?
 698 **J:** mhmh
 {0:54:29.2} 699 **Z:** wie wir das ganze machen (-) werdet ihr gleich sehen

Erklären der App-Bedienungsmöglichkeiten

{0:54:33.1} 700 **Z:** bevor wir das aber (.) durchführen | möchte ich euch nochmal zwei kleine sachen (0.1) zeigen | was man mit der app noch machen kann
 {0:54:45.2} 701 **Z:** so | M genau aufpassen
 702 **M:** <<flüsternd> ja>
 {0:54:47.6} 703 **Z:** wenn wir nämlich | wir haben festgestellt | okay | wir sind im bereich tiere und menschen drin | wir können (.) verschiedene tiere
 rein und raus holen
 {0:54:55.1} 704 **Z:** können den scheidelpunkt dazu holen
 {0:54:59.2} 705 **Z:** dann sehen wir den roten scheidelpunkt | können die schenkel einzeichnen
 {0:55:05.1} 706 **Z:** X
 {0:55:17.6} 707 **Z:** wir können aber auch sagen okay die realsituation interessiert uns gar nicht | wir schauen uns jetzt nur die winkel an
 {0:55:25.6} 708 **Z:** drücken oben auf winkelfelder (.) und was passiert?
 {0:55:31.3} 709 **Z:** L noch nicht machen | ihr sollt aufpassen | ihr sollt das nicht machen | ihr seid gleich selbstständig dran | okay?
 {0:55:37.0} 710 **Z:** was passiert? | I?
 711 **I:** ähm da sind sind (-) ist keine begrenzung mehr und es sind nur noch
 712 **Z:** wie keine begrenzung mehr?
 713 **I:** also es ist kein ähm (zentrum) ((beschreibt mit den Händen einen Kreis))
 {0:55:50.7} 714 **Z:** na was ist weg?
 715 **I:** der zaun
 {0:55:53.6} 716 **Z:** der zaun | was ist noch nicht mehr so richtig zu sehen
 717 **I:** die tiere
 {0:55:56.5} 718 **Z:** die tiere aha | es ist also wirklich nur | was ist deutlich zu sehen?
 {0:56:01.1} 719 **Z:** ganz einfach I?
 720 **I:** ähm die (0.1) ((tippt sich auf die Nase)) ähm hier s- scheidelpunkte
 {0:56:07.8} 721 **Z:** der scheidelpunkt | was noch? | J
 722 **J:** das sichtfeld
 {0:56:10.8} 723 **Z:** und? (.) die
 {0:56:13.7} 724 **Z:** mat- äh K
 725 **K:** schenkel?
 {0:56:15.3} 726 **Z:** die schenkel | jawoll | können wir also (-) an und aus schalten | ja?
 {0:56:20.5} 727 **Z:** des weiteren können wir logischerweise noch mehr tiere reinholen in die app
 {0:56:25.7} 728 **Z:** die reihenfolge miteinander (.) vertauschen (-) und (-) was ganz wichtig ist | was wir an dieser stelle | was wir noch nicht
 gesagt haben oder | was wir bisher noch nicht gebraucht haben | wenn ihr ein bisschen ranzoomt | und mit zwei fingern | auf die kuh
 rauf tippt
 {0:56:45.6} 729 **Z:** was könnt ihr | was passiert?
 {0:56:50.5} 730 **Z:** M
 731 **M:** man kann sie drehen
 {0:56:52.2} 732 **Z:** aha

{0:56:57.4} 733 Z: hängt gerade wieder ein bisschen | aber wir können die kuh drehen | oder (.) das winkelfeld drehen
 {0:57:04.2} 734 Z: alles klar?
 735 J: mhmh
 {0:57:05.4} 736 Z: sehr schön

Hinführung zum Arbeitsauftrag

{0:57:06.3} 737 Z: jetzt seid ihr dran | mehr geb ich euch nicht an die hand | eure aufgabe wird jetzt sein
 {0:57:12.0} 738 Z: die winkelfelder aller (-) lebewesen in der app miteinander zu vergleichen | wir machen das ganze so
 {0:57:19.1} 739 Z: zwei von euch | nämlich I und J | ihr bekommt (.) die aufgabe (-) ente das schaf das pferd mit und das pferd ohne scheuklappen miteinander zu vergleichen
 {0:57:32.1} 740 Z: los gehts | holt holt euch die vier lebewesen rein | also ente
 741 J: hm also welche jetzt?
 {0:57:37.3} 742 Z: ähäh | K du nich | ente
 {0:57:39.7} 743 I: mhmh
 {0:57:40.4} 744 Z: dann das schaf
 {0:57:41.3} 745 I: mhmh
 746 J: mhmh
 {0:57:42.4} 747 Z: dann das pferd ohne scheuklappen
 {0:57:44.8} 748 J: mhmh das pferd
 {0:57:46.2} 749 Z: und das pferd mit scheuklappen | okay | habt ihr alle vier drin?
 {0:57:50.2} 750 J: mhmh
 751 I: mhmh
 {0:57:51.0} 752 Z: gut
 {0:57:54.8} 753 Z: ja auch hier | denkt dran wir können die reihenfolge die rangfolge ein bisschen verändern sodass | die tiere die ganz oben sind | kann man leichter bewegen als die die unten sind
 {0:58:02.9} 754 Z: gut noch nicht machen | J | ihr habt gleich noch ne an- andere aufgabe davor X
 {0:58:06.1} 755 Z: und die anderen vier | ihr tragt äh holt rein in die app
 {0:58:10.7} 756 Z: die katze
 {0:58:17.7} 757 Z: die kuh
 {0:58:22.8} 758 Z: der mensch mit fernglas
 {0:58:28.7} 759 Z: und mensch ohne fernglas (- -) okay?
 {0:58:36.4} 760 Z: ((bedient das iPad von K)) jetzt | so | habt ihr eure vier lebewesen drin?

Arbeitsauftrag

{0:58:39.0} 761 Z: dann einmal das iPad schließen
 {0:58:46.0} 762 Z: bevor wir jetzt selbstständig das ganz genau überprüfen und herausfinden sollt | möchte ich dass ihr | auf dem zettel den ich euch gegeben habe steht auf der linken seite schätzung
 {0:58:56.4} 763 Z: ihr überlegt euch eine richtige für euch entsprechende reihenfolge welche lebewesen ein kleines sichtfeld haben | und welche ein großes
 {0:59:03.7} 764 Z: eure vier | und tragt diese in die tabelle ein | wenn ihr die vier eingetragen habt geschätzt vermutet habt | dann dürft ihr euer iPad öffnen (.) und überprüfen
 {0:59:13.6} 765 Z: komplett selbstständig (-) J
 {0:59:15.9} 766 J: jetzt haben wir das ja schon hier drin gesehen | die sichtfelder
 {0:59:18.7} 767 Z: mach mal
 768 J: oder das sichtfeld
 {0:59:19.9} 769 Z: schätz mal al- erstmal eintragen

Schätzung der Rangfolge

{0:59:40.6} 770 Z: och I | warum | jeder für sich | was nutzt denn du wenn du das gleiche aufschreibst wie J?
 {1:00:22.7} 771 Z: J
 {1:00:23.7} 772 J: ähm was sollen wir machen wenn wir schon alle vier aufgeschrieben haben?
 {1:00:27.3} 773 Z: hast du | hat geschätzt?| okay
 {1:00:28.7} 774 J: ja
 775 Z: dann

Bestimmen der Rangfolge

{1:00:30.8} 776 Z: J ich sags nochmal | wer die vier geschätzt hat | erster arbeitsschritt | jeder für sich selber überprüfen (- -) welche reihenfolge jetzt die richtige ist
 {1:00:42.9} 777 J: mhmh
 {1:00:43.6} 778 Z: iPad öffnen los gehts
 {1:00:46.2} 779 L: h' ich hab das jetzt falsch herum gemacht also
 {1:00:48.5} 780 Z: dann vertausch die | mach noch schnell pfeile vertauschen
 {1:00:50.9} 781 *: <<flüsternd> du kannst ja das und das (unverständlich)> ((zeigt auf das Arbeitsblatt von N))
 {1:00:53.8} 782 Z: guck mal vertauschst du genau
 783 L: ja das (.) geht
 {1:00:54.8} 784 *: ich würd mal ganz kurz gucken ob er jetzt aufnimmt
 {1:00:56.6} 785 J: mhmh
 786 *: genau | gut
 {1:01:01.1} 787 *: mach mal ganz kurz (.) die app zu | ich will mal gucken wie er aufnimmt | gut | alles in ordnung
 {1:01:04.0} 788 Z: X
 {1:01:08.1} 789 Z: na es gibt | da gibts kein richtig und falsch sondern eben einfach was vermutest du
 {1:01:13.4} 790 *: mach mal die app bitte ganz kurz nochmal zu damit ich sehe ob der rote streifen zu sehen ist | okay perfekt
 791 N: guck mal | kap-
 {1:01:19.2} 792 L: <<flüsternd> ja ich bin halt blöde>
 {1:01:21.5} 793 J: und dann sollen wir das richtige
 {1:01:23.1} 794 *: wie bitte?
 {1:01:24.8} 795 J: hier rein schreiben ne? was man denkt
 {1:01:26.2} 796 *: nachdem ihr das überprüft habt
 797 L: (habs halt irgendwie) vertauscht so
 {1:01:29.5} 798 L: und dann kurz testen
 {1:01:31.3} 799 *: ich guck nochmal ob alles läuft so wie es laufen soll | hier | gut
 {1:01:33.9} 800 N: das sieht relativ
 {1:01:36.0} 801 Z: also jeder für sich selber ja I?

{1:01:38.1} 802 I: mhmh
 {1:01:38.7} 803 *: <<flüsternd> darf ich ganz kurz mich einmischen? | okay alles klar>
 {1:01:42.3} 804 N: hä?
 {1:01:47.5} 805 *: <<flüsternd> ich guck nochmal ganz kurz ob alles an ist| gut>
 {1:01:48.3} 806 N: herr Z?
 {1:01:52.0} 807 Z: N?
 {1:01:53.2} 808 N: er sieht doch nur diesen | den grauen bereich hier | aber warum ist dann
 {1:01:57.4} 809 Z: was?
 {1:01:58.2} 810 N: er sieht hier nur den grauen bereich oder?
 {1:02:01.2} 811 Z: ja (-) na logisch | guck mal fernglas guck mal kannste halt schließen hat der hinten augen? | kann der nach hinten gucken?
 {1:02:06.3} 812 N: nee
 {1:02:06.9} 813 Z: aha
 {1:02:10.7} 814 N: ach warte das kleinste
 {1:02:11.2} 815 L: <<flüsternd> man das sieht so blöd aus | naja egal | geht die kuh | sieht die kuh irgendwas? (-) ja>
 {1:02:17.7} 816 N: mehr
 {1:02:21.1} 817 N: mehr
 {1:02:24.6} 818 N: katze
 {1:02:29.8} 819 N: mensch mit fernglas
 {1:02:36.1} 820 N: und was sollen wir ins zweite kästchen schreiben?
 {1:02:38.7} 821 Z: da ist dann die richtige reihenfolge nachdem du es überprüft hast | guck mal hier ist die reihenfolge die du vermutet hast | und jetzt überprüfst du es ja ganz genau
 {1:02:45.2} 822 N: soll ich jetzt einfach richtig hinschreiben oder
 {1:02:47.5} 823 Z: na ist das richtig ?
 {1:02:48.4} 824 N: ja
 {1:02:48.7} 825 Z: wo hast denn du es gerade gesehen? | zeig mal
 {1:02:52.4} 826 N: ich hab überprüft
 {1:02:54.0} 827 Z: mit was hast du denn überprüft?
 {1:02:55.4} 828 N: erstmal geguckt | wie viel er hat halt so | wie er im kopf war halt | hab dann das angeguckt seh das ist größer | dann hab ich mir die kuh angeguckt größer
 {1:03:06.0} 829 Z: und du merkst dir | ne kuh | was issn größer | das merkst du dir oder was?
 {1:03:09.9} 830 N: ja
 {1:03:11.0} 831 Z: wie jetzt
 {1:03:11.4} 832 N: das ist das gesamte sichtfeld und das hier ist das was sie nicht sehen
 {1:03:15.3} 833 Z: und was ist mit dem schaf?
 {1:03:20.0} 834 N: hat auch n größeres
 835 L: <<flüsternd> sollen wir schon eintragen?>
 {1:03:21.5} 836 Z: woher weißt n das?
 837 K: <<flüsternd> ich (.) glaub schon>
 {1:03:26.2} 838 N: weil alles hier dunkel ist
 839 K: <<flüsternd> wieso kann ich die katze hier nicht bewegen?>
 {1:03:33.4} 840 Z: mach mal die kuh rein (- -) und das siehst du auf antrieb ja?
 {1:03:45.1} 841 N: ja das wär doch hier so (- -) wenn die (- -) das ist ja
 {1:03:52.5} 842 Z: ist okay N | mach mal weiter
 {1:04:04.8} 843 Z: J hast du deine reihenfolge?
 {1:04:06.2} 844 J: mh | muss nochmal drauf gucken | na äh | och man
 845 N: da kommt das normale mensch | *h der sieht noch mehr als ah
 {1:04:19.9} 846 N: das ist falsch
 {1:04:23.1} 847 L: <<flüsternd> so>
 {1:04:23.9} 848 Z: du sollst dann die richtige reihenfolge aufschreiben N ja?
 {1:04:26.0} 849 N: ja
 {1:04:26.3} 850 Z: jetzt nicht richtig falsch sondern dann die richtige aufschreiben
 {1:04:29.0} 851 N: ja
 {1:05:06.6} 852 N: jetzt muss ich gucken
 {1:05:12.1} 853 M: <<flüsternd> ja guck mal fast richtig | musste nur die beiden tauschen> ((dreht zwei X Finger über ihrem Arbeitsblatt))
 {1:05:24.4} 854 K: <<flüsternd> ich bin fertig>
 {1:05:31.0} 855 L: <<flüsternd> kann ich die (milch) haben?>
 856 K: <<flüsternd> ja>
 857 N: <<leise> katze geh mal weg da alter>
 {1:05:33.4} 858 K: <<flüsternd> L wir haben es | wir haben beides gleich>
 {1:05:41.3} 859 N: die katze bewegt sich nicht | obwohl ich sie (- -) wie verschieb ich das denn?
 {1:05:51.4} 860 I: <<flüsternd> J die ente ist ausgebüxt> ((zeigt auf X iPad))
 861 N: verschieb dich | geht das?
 {1:05:55.7} 862 J: <<flüsternd> wie machst du das? | das kann ich auch>
 863 N: komische technik
 {1:05:59.1} 864 M: soll die katze sich verschieben?
 {1:05:59.7} 865 I: <<flüsternd> das geht bei mir nicht>
 {1:06:00.6} 866 N: ja die soll hier oben
 {1:06:01.7} 867 J: <<flüsternd> doch das geht>
 868 L: <<flüsternd> K guck mal>
 {1:06:03.7} 869 K: <<flüsternd> was denn? | warum ist das so weiß gemacht?>
 {1:06:10.0} 870 M: <<flüsternd> nein warte> ((bedient das iPad von N))
 {1:06:12.6} 871 L: ((lacht leise))
 872 K: <<flüsternd> man junge> ((schüttelt den kopf))
 873 N: geht irgendwie nicht
 {1:06:15.1} 874 L: <<flüsternd> ich mach die bremer stadtmusikanten>
 {1:06:18.8} 875 N: komisch *h ah ich habe
 876 L: <<flüsternd> kuh | katze wo ist die katze?>
 {1:06:22.5} 877 N: ich habe geschafft
 {1:06:25.8} 878 M: wie hast du es geschafft?
 {1:06:28.1} 879 N: ich hab ähm | erst nach unten gehalten und dann nach o- | guck mal | erst na-
 {1:06:31.6} 880 L: <<flüsternd> die katze ist unter der kuh>
 {1:06:34.8} 881 Z: äh M jeder für sich | jeder für sich jetzt erstmal | du bist fertig?
 {1:06:39.2} 882 M: ((nickt))
 {1:06:40.3} 883 Z: denn wartest du noch kurz bis N fertig ist ja?

{1:06:42.8} 884 Z: und dann sag ich euch wie es weiter geht aber erstmal nur jeder für sich
 {1:06:44.5} 885 K: ich weiß wie man die kuh über die äh wie man die katze über die kuh bekommt | so
 {1:06:46.7} 886 Z: I? fertig?
 {1:06:47.6} 887 I: mir ist die ente ausgebüxt
 {1:06:50.0} 888 Z: ja | das passiert manchmal
 889 J: du musst nur noch auf winkelfelder und dann (unverständlich)
 {1:06:52.2} 890 Z: dann müssen wir kurz winkelfelder | dann können wir den wieder reinholen
 {1:06:56.7} 891 J: so ich frag mich was was ist | das ist jetzt die ente dann ist das feld der ente
 892 L: <<flüsternd> die frau steht aufm mann>
 893 K: <<flüsternd> warte kurz du musst die kuh zuerst au warte du musst die katze zuerst>
 894 K: ((bedient das iPad von L)
 {1:07:02.6} 895 L: <<flüsternd> hä?>
 {1:07:02.9} 896 Z: mh okay
 {1:07:04.0} 897 J: dann ist das sichtfeld der ente
 898 K: <<flüsternd> lol wart mal kurz>
 {1:07:07.1} 899 J: eheheheheh
 900 I: ich hab schon aufgeschrieben
 901 K: <<flüsternd> wir machen nochmal kurz alles weg okay?>
 902 N: die katze
 {1:07:08.5} 903 J: ist das sichtfeld der ente (.) kleiner als das vom schaf
 {1:07:13.4} 904 Z: was isn los | was macht ihr?
 {1:07:13.9} 905 J: also muss ich hier so
 906 N: kat- (-) ze
 {1:07:16.7} 907 L: versuchen die katze auf die kuh zu kriegen | aber das geht nicht
 {1:07:20.2} 908 Z: warum geht denn das nicht? ((bedient das iPad von L)
 909 L: weil ich bin schon fertig ich weiß nicht
 910 N: oder (.) warte
 911 N: der mensch
 {1:07:22.3} 912 L: es geht immer nur die kuh auf die katze (- -) achso
 913 K: bei mir geht das
 {1:07:26.9} 914 Z: oder habt ihr schon verglich- | habt ihr eure reihenfolge verglichen
 915 L: ja
 916 K: äh ja
 {1:07:30.8} 917 Z: okay
 {1:07:31.3} 918 J: also warum setzt du das jetzt auch da drauf
 {1:07:32.8} 919 L: achso
 920 K: bei mir hats geklappt
 {1:07:35.1} 921 Z: gut
 922 L: jetzt gehts auch | kann ne statue bauen
 {1:07:36.1} 923 J: ey
 {1:07:37.5} 924 I: was denn?
 925 Z: sehr schön | so habt ihr alle? aufgeschrieben die richtige reihenfolge?
 926 J: ja
 {1:07:40.8} 927 Z: wo ihr überprüft habt?
 928 N: gleich
 {1:07:42.1} 929 I: mhmh
 {1:07:43.9} 930 J: also hab
 {1:07:44.1} 931 Z: N?
 {1:07:44.9} 932 N: gleich
 {1:07:48.9} 933 J: des schaf is aufm teich
 {1:07:50.6} 934 Z: ist gut
 935 K: <<flüsternd> du musst noch das pferd da drauf machen
 {1:07:51.4} 936 Z: geht gleich weiter | ich wa- warte noch bis N seine reihenfolge aufgeschrieben hat
 {1:07:54.8} 937 K: kuh | mensch reitet auf kuh
 {1:08:01.4} 938 L: mensch (- -) anderer mensch (- -) und (0.3) ne katze
 {1:08:07.3} 939 N: gut | richtig gut | mensch mit fernglas katze | fehlt nur noch kuh
 {1:08:15.0} 940 L: <<flüsternd> alter K ich hab ne statue gebaut aus allen vieren>
 941 N: vergleich das jetzt
 {1:08:19.1} 942 K: <<flüsternd> hä wie machst du das dass du die>
 {1:08:22.5} 943 L: <<flüsternd> kuh mensch mit fernglas mensch ohne fernglas>
 {1:08:25.8} 944 K: <<flüsternd> was? ich versuch den mensch auf die kuh zu (kriegen)>
 {1:08:29.2} 945 Z: okay | und finger weg vom iPad
 946 N: ich verstehs nicht

Partnerarbeit zur Rangfolge

{1:08:32.6} 947 Z: genau zuhören | im zweiten schritt | jetzt hat jeder selbst herausgefunden funden | wie das funktioniert | das war die so genannte
 ich phase | jetzt kommt die du phase
 {1:08:41.9} 948 Z: das bedeutet ihr erklärt eurem banknachbarn nacheinander | wie ihr vorgegangen seid
 {1:08:50.5} 949 Z: das erste | alle die X sitzen also M I und K ihr erklärts euerm partner
 {1:08:59.1} 950 Z: wenn ihrs verstanden habt wechselt ihr einmal | aufgabe verstanden?
 {1:09:03.2} 951 J: mhmh
 {1:09:03.7} 952 K: ja
 {1:09:04.3} 953 Z: wie seid ihr in der app vorgegangen zeigt es ruhig an der app | los gehts
 {1:09:07.9} 954 M: also ich hab hier zum beispiel geguckt | ob der mensch wirklich also ob der mensch wirklich mit fernglas was | ich machs mal größer
 955 K: ähm also ich hab ähm warte ist das alles kuh katze
 956 I: also ich hab | also als erstes hab ich die schenkel angemacht dass mans n bisschen besser sieht
 957 J: wer fängt denn an | fängst du an
 {1:09:15.0} 958 L: katze mensch
 {1:09:16.4} 959 K: ich habe ähm (- -) ähm (- -) erst
 960 I: dann bin ich hier auf winkelfelder gegangen und dann hab ich
 {1:09:18.8} 961 M: ich habs größer gemacht (und da hab ich jetzt noch ein bisschen)
 962 K: hab ich bei ähm kuh und katze verglichen wer das größere sichtfeld hat
 963 I: und dann hab ich ähm gesehen dass das hier das größt- also das hier das kleinste ist | beim pferd (.) also ohne | beim scheitelpunkt
 {1:09:28.5} 964 M: und da hab ich dann geguckt ob die katze wirklich kleiner ist

965 J: ähm
966 I: das da ist das kleinste
967 J: das da das da ist das sichtfeld
{1:09:33.6} 968 K: dazu hab ich mir erstmal das sichtfeld von der katze angeguckt
969 J: und das da ist das nicht sichtfeld
{1:09:35.3} 970 M: und das sieht man ja | hier das sichtfeld und hier das sichtfeld
971 J: das ist das kleinste sichtfeld
972 I: das ist die überprüfung
{1:09:36.4} 973 M: und deshalb hab | war mensch mit fernglas wirklich am kleinsten
{1:09:39.5} 974 K: dann das von der oh hähäh | und dann das von der kuh
{1:09:40.9} 975 M: dann hab ich die beiden getestet | hatte ich die geraden aufeinander gelegt
976 J: mh ((schlägt sich mit der flachen Hand vor den Kopf))
977 I: hä? | ja doch guck
{1:09:45.2} 978 J: ja
{1:09:45.4} 979 K: und dann hab ich äh festgestellt dass die kuh als ähm erstes also als äh am meisten sieht | also von katze und kuh | dann hab ich ähm
980 I: hier (.) hat das kleinste sichtfeld
981 J: hmhm
{1:09:50.0} 982 M: genau
983 I: ich (.) aber immer noch komisch ist dass es nach hinten sehen kann ((bewegt X Hände hinter ihren Kopf)) am besten vorne nix sieht
aber ((hält die offenen Handflächen am Kopf neben den jeweiligen Augen)) ähm
{1:09:58.4} 984 M: und dann hab ich gesehen dass hier eben schon (viel mehr) platz war (und hier schon ein kleines bisschen)
985 K: den mensch mit dem mensch mit fernglas verglichen und hab (-) ähm ja
986 I: und dann hab ich hier | weil die sehen ziemlich ähnlich aus | hab ich die beiden punkte aufeinander getan
{1:10:03.4} 987 M: deshalb mussten die tauschen
{1:10:04.9} 988 N: hmhm
989 M: aber nur ein kleines bisschen unterschied
990 I: hab hier dieses teil aufeinander bewegt
{1:10:08.2} 991 N: eine sache hab ich ne frage an dich | eine frage hab ich an dich
992 M: musst du dann jetze sein
993 K: hab gesehen dass ähm der mensch ohne fernglas mehr sieht als der mensch mit fernglas
994 L: die beiden verlierer verglichen
995 I: und dann hat man gesehen grün hat ein größeres sichtfeld
{1:10:13.5} 996 N: mensch wird mit e geschrieben ((lacht))
997 J: grün ist das schaf
998 I: ich weiß
999 J: nein
{1:10:17.8} 1000 I: doch
1001 M: ich bin so doof
1002 K: und hab dann die katze mit dem mensch verglichen und hab gesehen dass der mensch mehr sieht als äh die katze
{1:10:21.0} 1003 N: mensch
1004 I: und deshalb hab ich mh und also hier das pferd ohne scheuklappen hat das größte sichtfeld
1005 J: hmhm
{1:10:29.4} 1006 K: war das richtig? (.) ja
1007 I: danach kommt das schaf
{1:10:30.4} 1008 N: echt lustig
1009 L: ja (.) okay
1010 I: danach kommt die ente und danach das ähm hier pferd mit scheuklappen
1011 J: pferd
{1:10:34.2} 1012 M: ist eben wie bei mädchen | das wird ja auch nicht mit ä geschrieben | sondern wird mit e geschrieben und bei mädchen war das auch
{1:10:37.6} 1013 J: also | ich bin so vorgegangen ich hab erst
{1:10:39.3} 1014 L: also ich habe (-) ja
{1:10:41.2} 1015 N: mä wird | mädchen und medchen | was ist richtig?
1016 M: (unverständlich)
1017 J: also auf jeden fall hab ich schonmal gesehen das pferd
{1:10:43.9} 1018 K: <<flüsternd> du hast ne statue gebaut
1019 J: hat das größte sichtfeld weil das ja das weil das ja
{1:10:46.9} 1020 M: mädchen
1021 N: ja
1022 L: mh (.) ich habe erst geguckt (unverständlich)
1023 J: theoretisch auch das kleinste dann sein muss
{1:10:50.1} 1024 M: mensch
1025 J: hier ist ja das | das kleinste sozusagen
{1:10:54.0} 1026 N: heißt ja nicht män- mänsch sondern mensch
1027 J: das klei- das kleinste wo man nicht hinsehen kann | also es sieht ja diesen ganzen bereich | das bedeutet dass
{1:11:00.1} 1028 L: ich hab so oder?
{1:11:02.3} 1029 Z: N hast du es M schon erklärt?
{1:11:04.0} 1030 N: X erklärts mir doch gerade
1031 M: nein ich bin fertig
1032 L: ich hab die katze hier | ähm die kuh hier hin genommen | geguckt wie viel die sieht
1033 J: ähm das hier ist hat das größte sichtfeld deswegen größtes sichtfeld da unten
{1:11:06.5} 1034 Z: so dann bist du jetzt dran N
{1:11:11.2} 1035 N: ähm ich bin nicht fertig geworden
1036 L: ich wusste dass der dass der typ beim äh ausprobieren extrem wenig sieht
1037 J: dann hab ich gesehen klar das ist
{1:11:12.9} 1038 Z: machs trotzdem soweit wie du gekommen bist | du bist hast ja ne (.) ne strategie verfolgt ne? erklär mal kurz die strategie
1039 L: dass der hier viel mehr sieht
1040 J: kleinstes sichtfeld | hab ich oben rauf gemacht
1041 I: ((hält die offenen Handflächen neben den Augen an die Seiten X Kopfes))
{1:11:16.7} 1042 N: naja ich | habs irgendwie | ich habs selber nicht so richtig verstanden
1043 L: das einzige was ich wirklich geguckt habe äh | wie viel die katze mit dem mensch hat
1044 J: dann hab ich auf winkelfelder gedrückt | dann hab ich hier das schaf und die ente aufeinander gelegt | hab dann
{1:11:23.6} 1045 N: versucht
1046 L: das ist ziemlich knapp
1047 J: och man | so hier gemacht

{1:11:27.1} 1048 **Z**: nee N du hat- bist ja vorgegangen | du hast dir ja | warum steht die katze an zweiter stelle
1049 J: also das punktgenau aufeinander liegt | und dann hab ich hier dig- diesen streifen da gesehen
{1:11:35.3} 1050 N: weil der mensch ohne fernglas mh
1051 J: das war die ente
{1:11:41.5} 1052 **Z**: X | versuch doch mal M zu erklären was du gemacht hast
1053 N: ich kann das nicht bewegen
1054 K: <<flüsternd> erklärst du es auch?>
1055 L: mhmh ähm (also) ich hab das beides vergessen
1056 J: also das da (-) das grüne ist (-) die ente
1057 I: mhmh
{1:11:49.7} 1058 M: X kanns nicht anfassen
{1:11:50.2} 1059 N: ich kanns ja nichtmal mehr bewegen ((**Z** bedient nun das iPad von N))
1060 J: das bedeutet die ente hat ein kleineres sichtfeld als das schaf
{1:11:52.5} 1061 **Z**: dann holen wir die wieder rein | das ist dann ganz schnell so
1062 L: und da hab ich gesehen dass der mensch ein ganz kleines bisschen mehr sieht
{1:11:55.4} 1063 **Z**: dann können wir sie nach oben holen | haben wir auch gesagt N | sodass die die wichtig sind
1064 L: ich weiß dass der mensch mit fernglas am wenigsten sieht | hab ich schonmal eingetragene | dann wir weiß ich dass die kuh am meisten sieht | da hab ich die kuh oben eingetragene und dann
1065 J: und dann hab ich halt ges- hab ich schaf hat dann also ein größeres | weil dieses sichtfeld sieht ja das die ente nicht mehr | aber das sieht das schaf immer noch
{1:12:07.4} 1066 N: komische technik
1067 L: ganz einfach (unverständlich) gemacht
1068 J: das da sieht ja das schaf desw- hab ich
{1:12:09.5} 1069 **Z**: komische technik?
1070 J: deswegen hab ich dann hier ente hat ein kleineres sichtfeld | den bereich
{1:12:12.0} 1071 N: ja
1072 L: und dann das anderes beides eingetragene
{1:12:15.3} 1073 K: aha
{1:12:16.0} 1074 **Z**: (unverständlich)
1075 J: und das schaf hat dann halt nen | theoretisch noch nen
{1:12:19.7} 1076 N: komische technik
1077 *****: (unverständlich) gehts? ja das war einfach zu weit weg dadurch hat er den fehler nicht gefunden
1078 I: noch nen größeres
{1:12:20.6} 1079 *****: ((bedient das iPad von N))
1080 J: sichtfeld
{1:12:22.6} 1081 L: <<flüsternd> wir können ja alle aufeinander stapeln>
{1:12:25.4} 1082 K: <<flüsternd> das geht nicht | mach doch>
1083 J: lol
1084 **Z**: ((bedient das iPad von N))
{1:12:28.1} 1085 N: komische technik
1086 J: das ist richtig | bei mir isses richtig halt ausgebüxt
1087 I: ((lacht))
{1:12:33.0} 1088 **Z**: N ist außerhalb vom bild deswegen
1089 N: ((lacht))
1090 J: alter
1091 I: was hast du gemacht? hallo?
1092 J: na ich hab einfach
{1:12:38.9} 1093 N: der hatte keine lust mehr im käfig zu sein
1094 I: das reicht
1095 J: du musst einfach | du musst einfach nur
{1:12:43.4} 1096 I: hallo
{1:12:43.8} 1097 L: <<flüsternd> okay mach ich K du wolltest es ja so>
1098 J: auf winkelfeler nein auf winkelfelder zurück und dann so runter und dann ((bedient das iPad von I))
{1:12:48.5} 1099 **Z**: so jetze
1100 I: ich weiß
{1:12:51.3} 1101 N: gucken wir mal
1102 I: hä | hab ich auch gemacht (- -) hey | komm mit
1103 J: (unverständlich)
{1:12:56.6} 1104 N: jetzt kann mans aber vergleichen | dann muss man das noch irgendwie drehen
1105 M: mh
1106 I: komm mit
{1:13:00.6} 1107 L: <<flüsternd> ich lass das jetzt so>
1108 I: jetzt nochmal schnell und <<lachend> jetzt>
{1:13:02.1} 1109 **Z**: seid ihr fertig?
1110 M: na willst du den mensch drehen?
{1:13:03.1} 1111 J: jap
1112 L: ja
1113 I: ja
{1:13:03.6} 1114 **Z**: okay wer fertig ist schließt sein iPad
1115 N: ich will irgendwas drehen
{1:13:06.2} 1116 M: irgendetwas oder den menschen?
{1:13:08.7} 1117 K: schuldige
1118 L: (unverständlich)
{1:13:09.2} 1119 N: erstmal (-) äh (-) katze
{1:13:13.9} 1120 **Z**: iPad schließen I wenn du fertig bist
1121 M: du musst dafür groß machen und dann (-) solltest dann beide warte
1122 I: du bist mit dem iPad
{1:13:18.8} 1123 K: ähm herr **Z** | ich hab eins zu viel bekommen
{1:13:21.1} 1124 **Z**: eins zu viel? nehm ich
{1:13:21.6} 1125 N: katze dreh dich
{1:13:23.2} 1126 K: oder? ja
{1:13:24.4} 1127 N: du musst dich
1128 M: ich glaub ich kann das besser weil ich kleine finger habe
1129 I: X

vergessen | schlau
 {1:13:28.9} 1130 N: und so (.) weit (-) ah jetzt hab ichs
 {1:13:34.0} 1131 M: eigentlich kommt der mensch an zweiter stelle | katze hat ein bisschen größeres sichtfeld
 {1:13:37.7} 1132 Z: okay
 {1:13:41.4} 1133 Z: iPad schließen (ich hol noch meinen iPad)
 {1:13:46.2} 1134 N: a | ich hab da was falsch gemacht

Diskussion der Handlungsstrategien

{1:13:48.9} 1135 Z: im letzten schritt | die so genannte wir phase | jetzt versuchen wir nochmal gemeinsam zusammen tu- zu tragen
 {1:13:57.1} 1136 Z: wie wir vorgegangen sind | so wo ist jetzt mein iPad da
 1137 N: ich kann das nicht
 {1:14:01.6} 1138 Z: nee
 1139 N: ich mach alles falsch
 {1:14:03.9} 1140 *: das hat sich vorhin entkoppelt
 {1:14:05.7} 1141 Z: mh?
 {1:14:06.3} 1142 *: das hat sich vorhin ENTkoppelt
 {1:14:07.9} 1143 Z: entkoppelt?
 {1:14:25.7} 1144 Z: J fang mal an zu erklären für alle anderen gemeinsam | N du hörst jetzt genau zu weil du hast es ja nicht so hin- zumindest bist du mit deinem ergebnis nicht so zufrieden
 1145 N: nich so | ?mh?mh
 {1:14:34.3} 1146 Z: dann hören die anderen genau zu | wie zum beispiel J vorgegangen ist | los gehts | was hast du gemacht?
 {1:14:39.0} 1147 J: ich hab gesehen | also ich hab geguckt | ich hab mir alle ähm tiere angeschaut | dann hab ich gesehen dass das pferd ohne scheuklappen ähm (- -) den das größte sichtfeld hat weil es das kleinste nicht sichtfeld hatte
 {1:15:00.6} 1148 J: dann hab ich das unten | ganz unten hingeschrieben wo halt größtes sichtfeld steht | dann hab ich (in den) gleich gesehen das pferd mit scheuklappen ähm halt den das klei- das ähm den größten nicht sichtraum hat
 {1:15:19.4} 1149 Z: aha
 {1:15:20.8} 1150 J: und halt | dann war mir halt klar dass ich das nach dem kleinsten sichtfeld hinschreiben muss
 {1:15:27.7} 1151 Z: hmhm
 {1:15:28.3} 1152 J: und dann hab | war ich mir bei der ente und dem schaf ein bisschen unsicher
 {1:15:31.9} 1153 Z: mhmh
 {1:15:32.5} 1154 J: dann bin ich oben auf winkelfelder gegangen | dann waren da | dann hab ich da waren halt immer sone zwei punkte
 {1:15:39.6} 1155 Z: du bist also umgeschaltet | woher bist | von der realsituation
 {1:15:43.0} 1156 Z: rübergegangen zu den winkelfeldern jawoll
 1157 J: in die winkel
 {1:15:45.1} 1158 J: dann war da | da waren halt als köpfe oder halt als (- -) punkte ähm waren da halt so ganz große
 {1:15:54.1} 1159 J: dann hab ich den punkt von dem schaf und der ente aufeinander gelegt
 {1:15:59.4} 1160 Z: mhmh
 1161 J: und dann hab ich gesehen dass (.) das sichtfeld von der ente kleiner war als das vom schaf
 {1:16:06.5} 1162 Z: mhmh (.) okay (- -) L | bist du anders vorgegangen?
 {1:16:13.0} 1163 L: also ich hatte auch andere lebewesen als J
 {1:16:16.9} 1164 Z: aber du hast doch trotzdem musstest du dir ja irgendwie dir was überlegen wie du an ne entsprechende reihenfolge herausfindest oder?
 {1:16:22.2} 1165 L: mhmh
 {1:16:23.5} 1166 Z: besch- beschreib mal wie du vorgegangen bist
 {1:16:25.7} 1167 L: ich hab am anfang als wir die app erkunden durften | hab ich hab ich schon gesehen dass der mensch ohne äh mit fernglas ganz wenig sieht
 {1:16:33.9} 1168 Z: mhmh
 {1:16:34.3} 1169 L: weil die ja al- dafür sieht er aber weit ((bewegt die Hand von X Gesicht aus gerade nach vorn))
 1170 M: ((bewegt die Handflächen von neben X Augen entlang einer Geraden nach schräg vor sich))
 {1:16:38.8} 1171 L: ja und dann wusste ich dass er wahrscheinlich am wenigsten sieht und dann hab ich ihn mit den anderen verglichen und der hat am we- am wenigsten gesehen?
 {1:16:46.6} 1172 Z: mhmh
 {1:16:47.1} 1173 L: dann hab ich ihn schonmal ähm oben hingeschrieben | denn hab ich geguckt ähm ob | wie viel die kuh im gegensatz zu den anderen sieht
 {1:16:56.3} 1174 Z: hmhm
 1175 L: die kuh hat dann am meisten gesehen
 {1:16:59.0} 1176 Z: okay
 1177 L: und dann hab ich sie ähm unten hingeschrieben und dann hab ich katze mit mensch verglichen und da war dann der | mensch ohne fernglas hat n bisschen mehr gesehen als die katze
 {1:17:11.3} 1178 Z: okay (- -) M jetzt haben
 1179 M: ich bin genau ich bin eigentlich genau so wie L vorgegangen
 {1:17:18.3} 1180 Z: aha (-) mal zusammenfassen möchte ich mal gan- | iss natürlich blöd gewesen | ich wollts eigentlich gerne bei euch an der tafel nochmal zeigen | aber wir versuchen mal mit ganz einfachen | mit zwei drei schlagwörtern (-) zu sagen wie ihr vorgegangen seid | als erstes
 {1:17:33.3} 1181 ((Schüler/-in X betritt den Raum; alle anderen Schüler/-innen drehen sich zu X um))
 {1:17:35.6} 1182 X: wir müssen jetzt essen? | sollen wir dann nachher nochmal wechseln die nächste stunde?
 {1:17:41.6} 1183 Z: nee naja zwei minuten noch denn ja?
 1184 X: ja genau
 {1:17:44.6} 1185 Z: okay
 {1:17:47.5} 1186 X: wir müssen noch zwei minuten warten ja? | zwei minuten
 {1:17:53.3} 1187 Z: okay also I welche tiere hast du gehabt | sag mal nochmal ganz schnell
 {1:17:57.1} 1188 I: ähm ich hatte ente schaf pferd ohne scheuklappen und ähm pferd mit scheuklappen
 {1:18:03.2} 1189 Z: gut | die vier | du hast sie dir alle reingeholt so | hast du sie alle miteinander (0.3) verglichen oder was hast du dann gemacht?
 {1:18:12.7} 1190 I: also ich hab so ähnlich wie I gemacht | also als erstes hab ich gesehen dass das pferd mit scheuklappen so total viel nich sieht also
 {1:18:21.2} 1191 Z: hm
 {1:18:22.1} 1192 I: und deshalb hab ich es ähm ganz oben hingeschrieben
 {1:18:26.3} 1193 Z: mhmh
 {1:18:26.7} 1194 I: und da hab ich und das pferd ähm ohne scheuklappen das hatte nur n ganz schmalen ähm toten winkel
 {1:18:36.6} 1195 I: und deshalb ähm hab ich es ganz unten hingeschrieben
 {1:18:40.7} 1196 Z: geschrieben oder geschoben? okay
 {1:18:42.3} 1197 I: geschrieben
 {1:18:44.8} 1198 I: und dann bin ich auf winkelfelder gegangen
 {1:18:48.3} 1199 Z: hmhm
 {1:18:50.2} 1200 I: und dort habe ich die ente und das schaf | also die punkte genau aufeinander gemacht
 {1:18:56.0} 1201 Z: genau aufeinander gepackt okay
 1202 I: packt

{1:18:58.7} 1203 I: und dann habe ich ähm den toten winkel oder den nicht sehwinkel ähm halt verschoben sodass eine seite genau auf der anderen liegt
(dreht den ausgestreckten Zeigefinger vor sich im Uhrzeigersinn)

{1:19:09.7} 1204 Z: okay | nicht eine seite ein was ist das?
1205 (Schüler-/in X betritt den Raum und geht zu einer der Schultaschen und setzt sich)

{1:19:12.5} 1206 I: ein (- -) strahl?

{1:19:15.8} 1207 Z: strahl | oder beim winkel ist es der?

{1:19:21.1} 1208 L: schenkel

{1:19:21.5} 1209 Z: der schenkel | genau aufeinander legt | okay

{1:19:24.3} 1210 I: und dann hab ich gesehen dass der (.) die ente ähm (- -) n kleineres sichtfeld hat als das schaf

{1:19:33.7} 1211 Z: hast du gesehen ja? (-) die ente hat ein kleineres guck mal die ente (-) ist das lebewesen (-) mit den blauen schenkeln

{1:19:44.1} 1212 I: ich meine das hatten

{1:19:48.3} 1213 Z: guck mal | ich leg die schenkel hier genau aufeinander (.) wer hat ein größeres sichtfeld?
1214 I: ja

{1:19:53.7} 1215 I: äh (-) das schaf

{1:19:55.9} 1216 Z: das schaf | okay

{1:19:57.7} 1217 Z: sehr schön

1218 L: hä die ente

{1:19:59.2} 1219 J: nein das schaf
1220 I: nein
1221 M: ?mh?mh

{1:20:00.9} 1222 J: das schaf hat ein größeres sichtfeld

{1:20:03.2} 1223 L: grün achso ja

{1:20:04.4} 1224 Z: das schaf hat ein größeres?

{1:20:06.3} 1225 J: ja

1226 L: ja das ist ja die begrenzung von was es nicht sieht

{1:20:09.0} 1227 Z: das schaf ist grün guckt mal

{1:20:11.6} 1228 Z: ich lege jetzt das sichtfeld (- -) genau das schaf hat ein größeres so und n kleineres genau | komm ich selbst durcheinander | sehr schön
1229 L: ja
1230 K: jap

{1:20:19.8} 1231 Z: so

Verweis auf Auswertung

{1:20:21.0} 1232 Z: soviel dazu erstmal zu den vergleichen

{1:20:26.0} 1233 Z: wir werden wenn alle kinder (- -) diese stunde gehalten haben oder bekommen haben sozusagen | werden wir alle acht miteinander nochmal vergleichen | dann nehmen wir uns nochmal die iPads okay?

Bezug zum Unterrichtseinstieg

{1:20:36.4} 1234 Z: aber jetzt kommen wir nochmal abschließend zu unserer anfangssituation | nämlich dem klassenraum zurück

{1:20:43.5} 1235 K: <<leise> och nein | L >
1236 L: ja

{1:20:46.2} 1237 Z: düdüdüdüdüdüdü wo haben wirs
1238 L: <<flüsternd> das weiß ich schonmal>

{1:20:48.5} 1239 K: <<flüsternd> was ist?>
1240 N: so

{1:20:49.2} 1241 I: da

{1:20:50.1} 1242 Z: hier
1243 L: <<flüsternd> weiß ich>

{1:20:53.0} 1244 Z: L hatte ja vorhin ganz klar eingezeichnet
1245 L: ja

{1:20:55.7} 1246 Z: okay | wo X sitzt | so jetzt haben wir nämlich schon gleich die passende farbe (- -) gehabt | L du sitzt wo?
1247 L: (hält sich die geöffnete Handfläche neben X Auge)

{1:21:05.1} 1248 L: hier ((zeigt auf X Tisch)) | da beim bei dem roten punkt ((zeigt nach vorne zur Tafel))

{1:21:07.1} 1249 Z: aha | du bist also der?

{1:21:11.1} 1250 K: <<flüsternd> mensch>

{1:21:11.9} 1251 L: der mensch halt

{1:21:13.8} 1252 Z: X?

{1:21:14.3} 1253 X: hm?

{1:21:14.7} 1254 Z: kannst du mal ganz schnell raus vor die tür gehen?

{1:21:16.1} 1255 X: ja | ja
1256 Z: du hast die stunde ja noch nicht gehabt

{1:21:19.3} 1257 Z: du bist der rote punkt | was hast du heut über winkel gelernt? | was ist der rote punkt?

{1:21:25.5} 1258 L: äh (-) da | der (- -) scheitelpunkt

{1:21:29.9} 1259 Z: der scheitelpunkt | jawoll | was ist die grüne fläche?

{1:21:36.6} 1260 I: das das sichtfeld

{1:21:37.7} 1261 Z: das sichtfeld | vom winkel ist die grüne fläche was?

{1:21:49.4} 1262 Z: habt ihr aufgeschrieben

{1:21:50.8} 1263 L: eine unendliche fläche?

{1:21:52.3} 1264 Z: die unendliche fläche | ist das hier ne unendliche fläche?
1265 L: nein
1266 N: nein

{1:21:55.9} 1267 Z: warum nicht | was haben wir denn für ein problem? | J

{1:21:58.1} 1268 J: weils begrenzt wird von hier ((zeigt nach vorne zur Tafel)) | wenn X ja nach vorne schaut ((bewegt die offenen Hände parallel zueinander nach vorne)) dann ist die tafel und die wand im (.) im weg
1269 Z: ja

{1:22:03.8} 1270 Z: aber wenn die wand und die tafel nicht wären | könntest du dann weiter gucken?

{1:22:06.5} 1271 L: ja bis zur nächsten schulwand ((zeigt nach vorn))
1272 N: joa

{1:22:09.7} 1273 Z: bis zur nächsten schulwand | ja und wenn die weit weg wär | könntest du dann weiter gucken?

{1:22:13.2} 1274 L: ja
1275 J: ja

{1:22:13.5} 1276 Z: okay

{1:22:15.9} 1277 L: aber kann man unendlich

{1:22:16.6} 1278 **Z:** und was fehlt noch | welchen bestandteil haben wir noch kennengelernt? | den scheitelpunkt haben wir gesehen | die unendliche fläche haben wir gesehen | und I?

{1:22:23.9} 1279 **I:** den schenkel

{1:22:25.2} 1280 **Z:** den schenkel | was ist der schenkel

{1:22:27.2} 1281 **I:** ähm ((schlägt die Handgelenke aneinander, sodass die Handflächen nach vorn und zueinander zeigen)) das ist die begrenzung zwischen dem sichtfeld ((zeigt mit den Handflächen zur Tafel)) und dem (-) toten winkel «leise» oder nicht sichtwinkel-

{1:22:32.3} 1282 **Z:** jawoll | hier geht der lang

1283 **L:** naja | das finde ich nicht schlecht

{1:22:35.1} 1284 **Z:** und mathematisch gesehen ist der schenkel was? (- -) M

{1:22:45.7} 1285 **M:** <<leise> ich hab mich nicht gemeldet

{1:22:47.1} 1286 **Z:** naja mitdenken | jetzt ist zusammenfassung aus der ganzen stunde | was war mathematisch gesehen der | ein schenkel?

{1:22:53.6} 1287 **K:** die begrenzung des sichtfeldes?

{1:22:55.8} 1288 **Z:** nee | sichtfeld ist ja nicht mathematisch gesehen | war ja die realsituation | I

{1:23:00.1} 1289 **I:** ähm | ein strahl

{1:23:01.4} 1290 **Z:** ein strahl | na klar | wir haben einen anfangspunkt | aber keinen

{1:23:07.3} 1291 **Z:** endpunkt

1292 **L:** naja

{1:23:08.8} 1293 **Z:** können wir hier ne pfeilspitze ranmachen | geht unendlich weiter | bis zur nächsten wand | oder L?

{1:23:14.3} 1294 **L:** ((lacht)) ja

{1:23:16.0} 1295 **N:** geometrie

{1:23:17.8} 1296 **Z:** so | gut | an dieser stelle ihr habts geschafft | ich wünsche euch erstmal ne schöne

A.3 Dritter Untersuchungsdurchgang

A.3.1 Aspekterarbeitung

Motivation und Lernzielformulierung

{0:00:00.0} 1 **Z:** an ja? | einige von euch haben ja mit dem schon zur tafel vorne geguckt | da spielt die musik drin

{0:00:05.1} 2 **Z:** ich hab euch vier bilder mitgebracht | ich möchte mal von euch dass ihr diese vier bilder | diese vier verschiedenen tiere | (- -) einteilt in zwei verschiedene gruppen | welche zwei gruppen fällt denn euch da ein | R

{0:00:18.0} 3 **R:** die schneeeule und der wolf | und das meerschweinchen und das reh?

{0:00:26.1} 4 **Z:** warum die schneeeule und der wolf?

{0:00:28.1} 5 **R:** weil | (- -) im bild von dem wolf ist | ich würde sagen beide leben im wald und | äh in beiden bildern ist schnee zu sehen

{0:00:40.4} 6 **T:** ähm

{0:00:41.1} 7 **R:** und im namen von der schneeeule ist (-) schnee?

{0:00:44.5} 8 **Z:** ja gut schneeeule halt hat n teil schnee(wolf) oder was? | W

9 **R:** ah nein

{0:00:49.5} 10 **W:** also ich würd sagen ähm | eule und wolf sind nachtaktiv und reh und meerschweinchen sind tags aktiv?

{0:00:57.1} 11 **Z:** geht in die richtige richtung | Q

{0:00:59.1} 12 **Q:** ähm wolf und eule sind also raubtiere und | rehaugen sind (unverständlich)

13 **Z:** raubtiere jawoll | wolltest auch sagen U? okay

14 **U:** <<flüsternd> och man> ja

15 **T:** ich wollte fleischfresser sagen

{0:01:07.2} 16 **Z:** oder fleischfresser na klar | und das meerschweinchen und das reh sind was für tiere O?

{0:01:11.3} 17 **O:** pflanzenfresser

{0:01:12.5} 18 **Z:** sie fressen fressen hauptsächlich pflanzen | naja beim wildschwein äh beim meerschwein haut das nicht ganz hin die fressen auch mal so kleine maden und käfer und sowas alles | aber hauptsächlich | was sagt man denn zu tiere die (- -) oftmals pflanzenfresser sind das stimmt schon | aber ganz schnell wegrennen wenn n räuber kommt?

{0:01:29.3} 19 **O:** *h

{0:01:30.4} 20 **Z:** mh

{0:01:31.0} 21 **O:** scheu?

{0:01:31.9} 22 **Z:** die sind scheu | na klar | habt ihr das schonmal was gehört so wie so diese gruppe von tieren heißt?

{0:01:35.8} 23 **P:** fluchttiere?

{0:01:36.5} 24 **Z:** fluchttiere jawoll | reha und meerschweinchen sind fluchttiere und der wolf und die eule sind (.) raubtiere | und jetzt wurde schon richtig gesagt ähm der wolf und die eule sind nachtaktiv | wie jagen denn wolf und eule in der nacht | was ist denn das ganz wichtige (.) organ?

{0:01:53.1} 25 **U:** gehör

{0:01:54.1} 26 **Z:** mit dem gehör, okay | ah beim wolf würd ich sagen (.) haut hin | bei hunden bei wölfen ja die können gut hören | aber die eule?

{0:02:01.7} 27 **O:** augen

{0:02:02.6} 28 **Z:** ganz wichtig mit den eulen äh mit den augen | ich hab euch doch mal anfang des schuljahres die geschichte erzählt | als ich unten an der oder angeln war ((O und v nicken))

{0:02:09.5} 29 **O:** mhmh

30 **V:** mhmh

{0:02:10.3} 32 **Z:** und was gesehen habe im dunkeln als ich scheinwerfer angeleuchtet habe?

{0:02:13.1} 33 **P:** wölfe?

{0:02:13.6} 34 **Z:** die wölfe genau | die haben mit den augen | die arbeiten nämlich mit restlicht | das verstärken und damit können die ganz gut sehen in der nacht | und vor was müssen die fluchttiere aufpassen?

{0:02:24.7} 35 **P:** jäger oder

{0:02:26.1} 36 **O:** <<flüsternd> autos>

{0:02:27.3} 37 **Z:** und wie nehmen sie die jäger wahr? | R

{0:02:31.1} 38 **R:** indem sie (-) einfach wegrennen

{0:02:33.4} 39 **Z:** einfach wegrennen | naja wie nehmen sie denn die jäger wahr | welches sinnesorgan ist denn ganz wichtig?

40 **S:** *h

{0:02:37.3} 41 **W:** hören?

{0:02:38.3} 42 **Z:** die hören | mh | meinste n meerschweinchen hört wenn von oben ne eule angefliegen kommt? | dann ist es meistens zu spät | U

{0:02:46.1} 43 **U:** nein ich wollt noch was anderes sagen

{0:02:49.3} 44 **Z:** na logischerweise guckt mal das dann nach | sowohl die wölfe als auch die eulen aug- jagen mit den augen

{0:02:54.8} 45 P: sehen?
 {0:02:55.6} 46 Z: die sehen natürlich auch | deswegen halten sich reihe auch tagsüber ganz oft auf freien feldern auf | damit sie sehen wenn ein jäger kommt | U was wolltest du noch sagen?
 {0:03:06.2} 47 U: ich wollte noch sagen dass die augen vom reh ja auch leuchten wenn sie angescheint werden
 {0:03:10.1} 48 Z: genau hab ich ja | ist ja das was ich gesagt habe was ich in der nacht beobachtet habe | entspannt eigentlich angeln wollte und hinter mir stehen wölfe | hinter uns ne?
 {0:03:17.4} 49 Z: gut wir wollen uns also mit den (.) flucht- und jagdtieren beschäftigen | so gucken was die verschiedenen tiere sehen können | das ist eigentlich auch das ziel unserer heutigen stunde | denn wir wollen gucken (-) welche sichtfi- felder tiere haben | wir wollen diese beschreiben (.) und miteinander vergleichen | klingt erstmal (-) ganz allgemein (.) total banal | wie wir es machen werdet ihr im laufe der stunde sehen
 {0:03:41.3} 50 Z: aber um jetzt nochmal nen schritt zurückzukommen is | dass ja nicht nur die tiere verschiedene sichtfelder haben sondern auch wir menschen

Klassenraum von oben

{0:03:49.3} 51 Z: so | ich hab euch mal ein foto mitgebracht | oder * hat n schönes foto von unserm | was issn das da vorne? | P
 {0:03:55.8} 52 P: unser klassenraum? von oben
 {0:03:56.7} 53 Z: der klassenraum | von oben ja?
 {0:03:58.9} 54 T: wie unordentlich
 {0:03:59.7} 55 Z: nur zur orientierung für alle
 {0:04:01.2} 56 P: das sieht unordentlich | sieht aus wie beine von schafen
 {0:04:01.5} 57 Z: O | hier ungefähr sitzt du
 58 O: ((schüttelt den Kopf)) ja jetzt ((klopft auf den Tisch und nickt))
 {0:04:05.6} 59 Z: R | S sitzt ungefähr hier | P W hier | U T hier | P Q davor | ungefähr
 {0:04:13.3} 60 Z: und hier ist auf jeden fall die tafel
 61 Q: ähm | W und V
 {0:04:16.3} 62 Z: W und nas- was hab ich denn gesagt?
 {0:04:17.8} 63 ((mehrere:)) W und P
 {0:04:19.2} 64 Z: W und P ja | W und V | gut | O | du hast mal die aufgabe ganz geradeaus nach vorne zu gucken |
 {0:04:28.1} 65 Z: T geht mal nach vorne | hält mal Ts kopf ähäh Os kopf fest | sodass O nicht nach links und rechts gucken kann | ja? | und R geht nach vorne an die tafel
 {0:04:45.6} 66 Z: und zeichnet mal den bereich ein den O dir gleich sagt was X alles sehen kann vorne an der tafel
 {0:04:52.7} 67 Z: ((zu *)) welche farbe hatten wir | bringen wir nachher durcheinander
 {0:04:55.4} 68 *: grün
 {0:04:56.2} 69 Z: grün
 {0:04:59.1} 70 Z: so O guck mal nach vorne an die tafel | R mach mal ein kreuz wo O sitzt ungefähr
 {0:05:11.8} 71 Z: jawoll | fun- funktionierst? | gut | so O beschreib mal was du alles siehst (.) vom klassenraum
 {0:05:19.7} 72 O: ähm | (- - -) federtaschen
 {0:05:26.5} 73 Z: du sollst also von da aus wo du nicht was du vorne auf dem bild siehst | sondern was du von hier wo du sitzt aus | was du alles siehst ja?
 {0:05:32.2} 74 O: ah jetzt im umfeld hier?
 {0:05:33.2} 75 Z: genau | beschreib mal so was du wenn du jetzt so so guckst | was du alles siehst
 {0:05:36.4} 76 O: die tafel
 {0:05:37.5} 77 Z: mal mal die tafel aus R | ganz schnell | wir machen mal n bisschen größer die farbe | ähm dass wir nicht so | dass du nicht so viel malen brauchst | ja gut | mal mal die tafel aus | was noch alles?
 {0:05:53.7} 78 O: ähm | lappen?
 {0:05:58.8} 79 Z: na lappen | mach mach mal n bisschen allgemeiner | nicht so ganz speziell
 {0:06:02.5} 80 O: ah
 {0:06:03.2} 81 Z: der lappen ist da nun aufm bild nicht drauf
 {0:06:05.0} 82 O: den beamer
 {0:06:06.2} 83 Z: den beamer | okay der ist auch schon ausgemalt | was noch alles?
 {0:06:09.8} 84 O: ah | ne wand
 {0:06:12.4} 85 Z: die wand kannst du sehen | kannst du die ganze wand sehen?
 {0:06:14.7} 86 O: nee
 {0:06:15.6} 87 Z: sondern | bis wohin ungefähr?
 {0:06:17.3} 88 O: also von der tafel bis (.) zum (- - -) roten dingsda zum
 {0:06:26.7} 89 Z: okay bis zum roten | da wo der laptop drauf steht | R mal mal den ganzen bereich von der tafel bis zum roten (.) laptophalter
 {0:06:33.2} 90 R: also so?
 {0:06:34.0} 91 Z: genau | den ganzen bereich kann O sehen
 {0:06:46.6} 92 O: ähm
 {0:06:48.0} 93 Z: was iss denn mit dem fußboden? | kannst du den sehen?
 {0:06:50.6} 94 O: ja
 {0:06:51.2} 95 Z: ja | mal mal den fußboden auch aus
 {0:06:53.4} 96 R: alles?
 {0:06:55.3} 97 O: nee | nur ders hier vorne ((zeigt vor sich auf den Boden))
 {0:06:58.0} 98 Z: aha
 {0:07:02.5} 99 T: du kannst glaub ich auch | X kann glaub ich auch bis zum (türfeld) noch sehen
 {0:07:06.4} 100 Z: na das weißt du ja nicht | m- manche kinder können besser gucken | vielleicht kann O nicht ganz so gut gucken | du siehst vielleicht das türfeld aber O nicht
 {0:07:12.1} 101 T: ja ich seh die ganze wand wenn ich so mache
 {0:07:18.6} 102 Z: R du brauchst nicht so ganz perfekt | mal mal einfach | schraffier mal nur | brauchste nicht so alles perfekt ausmalen
 {0:07:22.7} 103 O: ähm | ich sehe auch noch das trioefeld
 {0:07:26.0} 104 Z: trioefeld kannst du noch (.) ausmalen
 {0:07:28.6} 105 T: mh das steht doch gar nicht
 {0:07:32.0} 106 Z: okay
 {0:07:34.0} 107 O: mh | hier die kabel von dem
 {0:07:37.6} 108 Z: gut die kabelung | wir hatten ma- hat ah R schon ausgemalt | also ist ungefähr den bereich den du so sehen kannst
 {0:07:42.5} 109 O: also hier vorne den tisch ((bewegt die Hände auf dem Tisch))
 {0:07:44.6} 110 Z: den tisch | ja den hat ja R auch schon ausgemalt | aber was ist denn ganz wichtig | kannst du die anderen kinder sehen?
 {0:07:50.0} 111 O: ?mh?mh ((schüttelt den Kopf))
 {0:07:50.6} 112 Z: die kannst du nicht sehen | kannst du aus dem fenster gucken?
 {0:07:53.2} 113 O: nee ((schüttelt den Kopf))
 {0:07:54.0} 114 Z: mh | kannst du zum schrank gucken?
 {0:07:57.0} 115 O: zu dem? ((deutet mit dem Daumen der rechten Hand nach rechts))
 {0:07:57.5} 116 Z: ja

{0:08:00.0} 117 T: (unverständlich)
 {0:08:01.2} 118 O: äh nee?
 {0:08:03.8} 119 Z: so richtig nicht | okay
 {0:08:05.2} 120 T: ähm
 {0:08:06.6} 121 Z: T du noch?
 {0:08:07.4} 122 T: ähm nein | man kann ja
 123 Z: danke R
 {0:08:09.1} 124 T: also man | ähm | das ist ja | es ist ja auch vom | also man kann ja | also man bewegt ja auch die augen | und man guckt ja auch nach rechts man kann man ja n bisschen gucken und nach links ((zeigt nach links und rechts))
 {0:08:21.8} 125 Z: ja aber kann F- | ja ist vollkommen richtig | aber kann O jetzt wenn X sich die nur die augen bewegt und den kopf aber nicht kann O trotzdem nach hinten gucken?
 {0:08:29.0} 126 T: nein ((schüttelt den Kopf))
 127 O: mhmh ((schüttelt den Kopf))
 {0:08:29.6} 128 Z: aha | was können wir denn dazu zu sagen zu dem sichtfeld von O | können wir dazu irgendwas allgemein sagen? | kann X den ganzen raum sehen?
 {0:08:38.4} 129 O: ?mh?mh ((schüttelt den Kopf))
 130 Z: U
 {0:08:39.1} 131 U: sichtfeld ist eingeschränkt?
 {0:08:40.4} 132 Z: aha eingeschränkt
 {0:08:41.5} 133 T: ähm
 {0:08:41.9} 134 Z: T
 {0:08:42.9} 135 T: zumal das | es gibt tiere die können den kopf ganz umdrehen zum beispiel wie die eule
 {0:08:47.8} 136 Z: mhmh
 {0:08:48.5} 137 T: oder (.) der wolf der kann seinen kopf halt | glaub | nee kann ihn auch | der kann ihn nicht ganz umdrehen
 {0:08:53.3} 138 Z: wart- | ist n ganz schön dass du darauf nochmal eingehst | was schließt denn du darauf? | wenn der wolf seinen kopf nicht drehen kann aber die eule seinen ihren kopf komplett einmal umdrehen kann?
 {0:09:01.3} 139 T: maja die eule kann alles sehen ähm also | die brauch sich nicht umdrehen | sie guckt macht einfach nur den kopf (und guckt dann so)
 {0:09:07.2} 140 Z: und was hat die eule damit?
 {0:09:09.5} 141 T: n weiteres sichtfeld
 142 Z: wenn wir jetzt auf die auf die | ein was?
 {0:09:11.8} 143 T: ein weiteres sichtfeld
 {0:09:12.5} 144 Z: ein weiteres sichtfeld | jawoll | P was wolltest du noch sagen?
 {0:09:15.5} 145 P: ein größeres sichtfeld
 {0:09:16.5} 146 Z: mh?
 {0:09:17.0} 147 P: ein größeres sichtfeld
 {0:09:21.7} 148 Z: S du?
 {0:09:22.7} 149 S: ich wollte eigentlich nichts sagen
 {0:09:24.0} 150 Z: okay | gut | so viel erstmal dazu | das lassen wir erstmal so stehen | wir kommen nachher am ende der stunde nochmal drauf zurück | gucken noch mal | ob wir vielleicht mit dem was O ähm ganz toll erklärt hat | R nachgemacht malt hat | und T festgehalten hat
 {0:09:37.8} 151 Z: ob wir darauf nachher nochmal (-) eigentlich unsere inhalte was wir heute in der stunde erarbeiten nochmal drauf eingehen können | so

Einführung in App

{0:09:44.5} 152 Z: jetzt gehts los zur app | ihr macht das nach was ich sage
 {0:09:48.6} 153 T: jap
 {0:09:48.9} 154 Z: ich zeige euch jetzt die app mit der wir jetzt arbeiten wollen | mit dem wir weitere sichtfelder uns anschauen können | so öffnet mal euer iPad
 {0:09:58.5} 155 Z: gucken ob überall oben der rote strich leuchtet
 156 S: jap
 {0:10:03.1} 157 T: jap
 {0:10:04.7} 158 Z: äh | du kannst schütteln dann gehts nochmal hoch
 159 S: winkelfarm
 {0:10:10.0} 160 Z: gut gut gut
 {0:10:10.9} 161 T: sollen wir schon raufdrücken oder noch nicht
 {0:10:11.6} 162 Z: nee noch nicht
 {0:10:15.0} 163 P: bei mir wars sofort auf
 {0:10:19.0} 164 O: muss ich hier auf den home-button drücken
 {0:10:25.2} 165 Z: so | ihr geht nach | ihr habt eigentlich alle nur drei buttons | drei | keine apps drauf ne? | gut
 {0:10:31.8} 166 Z: so ihr klickt natürlich winkelfarm an | das ist unsere app mit der wir arbeiten wollen | und ihr seht alle (-) eine oberfläche
 {0:10:40.2} 167 O: mhmh
 {0:10:41.0} 168 Z: als allererstes erstmal finger weg | ihr guckt mal nur nach vorne | was ich (-) euch als erstes von dieser app erzähle | so | wir können
 {0:10:52.2} 169 Z: auf der linken seite sind dort | wo wir überall einstellungen vornehmen können | wir können wenn wir (-) vorne auf einen knopf raufdrücken können wir ein tier reinholen | könnt ihr erkennen welches tier das ist? | O?
 {0:11:04.5} 170 O: n igel?
 {0:11:05.5} 171 Z: n igel? mh?
 {0:11:06.9} 172 P: hähäh | im wasser
 {0:11:08.7} 173 Z: R
 {0:11:09.4} 174 R: irgendeine art maus?
 175 P: <<flüsternd> O | O n igel ist nich im wasser-
 {0:11:11.7} 176 R: meerschweinchen?
 {0:11:13.5} 177 Q: aufm wasser?
 {0:11:14.6} 178 T: ente
 {0:11:15.1} 179 Z: ne ente jawoll | und wenn ich die ente weg mache ist sie weg | ich kann (.) ein anderes tier reinholen | was ist das? | erkennen wir P
 {0:11:22.9} 180 P: kuh
 {0:11:23.5} 181 Z: eine kuh | kann die kuh wegmachen | und ich kann das reinholen | dann dieses tier | was ist das fürn tier? | W?
 {0:11:32.3} 182 W: äh n schaf?
 {0:11:33.3} 183 Z: n schaf jawoll | ich kann aber auch zwei tiere gleichzeitig reinholen | eine kuh und ein schaf
 {0:11:40.2} 184 Z: okay | das ist die app | erstmal ganz allgemein was wir damit machen können

Ausprobierphase

{0:11:45.0} 185 Z: so jetzt seid ihr dran | X

{0:11:49.1} 186 T: ((schüttelt den Kopf)) ich hab grad den
 {0:11:49.5} 187 Z: ich dachte schon | sah so aus von weitem
 {0:11:53.0} 188 Z: ich lese euch jetzt einmal eine aufgabe vor | ihr führt diese aufgabe nach
 {0:11:57.2} 189 Z: ich lese einmal komplett vor | X
 {0:12:03.7} 190 Z: ja? | ich les es einmal komplett vor und dann gehen wir schrittweise noch einmal vor | ihr führt diese handlungen entsprechend der app aus | okay?
 {0:12:11.3} 191 Z: gut | also | das pferd soll auf dem steinpflaster stehen | die frau soll auf dem pferd sitzen oder stehen | das pferd guckt in richtung der grünen büsche | die frau hat die augen zu | gleichzeitig versteckt sich die katze unter der kuh
 {0:12:34.5} 192 T: <<flüsternd> okay>
 {0:12:36.6} 193 Z: okay?
 194 T: mhmh
 {0:12:37.5} 195 Z: so jetzt seid ihr dran | als erstes | das pferd soll auf dem steinpflaster stehen
 {0:12:54.6} 196 Z: okay | guck mal das hier ist das steinpflaster | ja?
 {0:12:59.1} 197 Q: und wie kriegt man das jetzt hier rauf?
 {0:13:01.4} 198 Z: na was hab ich denn gezeigt Q?
 {0:13:04.9} 199 Z: aha | wir können die pferde reinholen | jawoll
 200 Q: achso
 {0:13:08.4} 201 S: mh?
 {0:13:13.0} 202 Z: die frau soll auf dem pferd sitzen
 {0:13:15.5} 203 S: <<flüsternd> hä wie denn?>
 {0:13:16.5} 204 O: wo ist denn die frau?
 {0:13:18.2} 205 T: <<flüsternd> hä? | versteh ich nicht>
 {0:13:19.7} 206 S: <<flüsternd> ist das ne frau?>
 {0:13:25.8} 207 S: <<flüsternd> (gut) | die kann das ganze sichtfeld sehen>
 {0:13:28.3} 208 P: <<flüsternd> die steht jetzt da drunter>
 {0:13:36.0} 209 P: <<flüsternd> das geht nicht>
 210 O: <<flüsternd> hä?>
 {0:13:37.9} 211 S: <<flüsternd> wie kann man die jetzt>
 {0:13:39.0} 212 Z: so ich greif mal zwischendurch ein | bei wem klappt denn das dass die frau aufm pferd sitzt?
 {0:13:43.2} 213 P: ich kann die frau nicht mehr bewegen
 214 Z: bei S klappts | V klappts bei dir?
 215 S: ah nee | bei mir nich
 {0:13:48.3} 216 S: ah ich hab ne idee
 {0:13:49.3} 217 Z: hat jemand ne idee warum das nicht klappen könnte? | S?
 218 S: ja
 {0:13:51.7} 219 S: ähm weil (-) ähm weil das ei das eine schon drauf ist und man das nicht überlappen kann also über
 {0:13:52.7} 220 T: <<flüsternd> sie die augen "h ah ich habs">
 {0:13:59.3} 221 Z: guckt mal | ich hol mal ein pferd und die frau rein | wenn ich die frau in richtung pferd bewege ist die frau unter dem pferd | die soll ja drauf stehen
 {0:14:08.0} 222 S: ah ich weiß wieso ich weiß was man machen kann
 223 Z: und wenn wir jetzt mal wenn wir jetzt mal nach links gucken S | wenn wir jetzt nach links gucken ist | die reihenfolge so dass die frau (.) unter dem pferd ist | also erst kommt das pferd dann die frau
 {0:14:18.7} 224 Z: wenn ihr jetzt an der seite | hier an der seite die knöpfe benutzt könnt ihr | die reihenfolge verändern | und was passiert?
 {0:14:29.5} 225 O: AH
 {0:14:30.1} 226 Z: wir können die frau rauf setzen
 {0:14:31.3} 227 P: wie geht das?
 {0:14:32.5} 228 T: mh?
 229 Z: hier an der seite raufdrücken und die reihenfolge verändern | ganz wichtig
 {0:14:35.8} 230 S: ach DIE frau
 {0:14:39.2} 231 P: (unverständlich)
 232 Q: (unverständlich)
 {0:14:40.2} 233 O: OH ja
 {0:14:42.2} 234 T: hä? | versteh ich nicht
 {0:14:45.2} 235 P: warte ich helf dir ((bedient iPad von Q))
 236 U: ((bedient das iPad von T))
 {0:14:46.9} 237 Z: so weiter gehts | das pferd guckt in richtung
 {0:14:50.3} 238 O: busch
 {0:14:51.2} 239 Z: grünem (-) busch | oder der | in richtung der grünen büsche
 {0:14:56.7} 240 P: aber jetzt kann ich das pferd nicht
 {0:14:58.4} 241 T: krass
 {0:15:00.3} 242 Z: GUCKT in richtung der grünen büsche | steht immer noch aufm steinpflaster | T dein pferd steht nicht aufm steinpflaster
 243 S: hä?
 {0:15:05.6} 244 T: ah
 {0:15:06.4} 245 Z: ah gut | U dein pferd steht auch nicht aufm steinpflaster
 {0:15:10.4} 246 T: (unverständlich)
 {0:15:12.7} 247 Z: okay? | die frau n hat die a- | die frau hat die augen zu
 248 S: hä | ich krieg das nicht hin
 {0:15:18.0} 249 S: achso | stimmt
 {0:15:19.5} 250 Z: was muss ich denn jetzt machen damit die frau denn die augen zu hat? | U
 {0:15:22.9} 251 U: an der seite auf augen zu drücken
 252 P: U | wie hast du es gemacht?
 {0:15:24.8} 253 Z: sch | U nochmal tschuldigung P hat dazwischen gequatscht
 {0:15:29.2} 254 U: an der seite auf augen zu drücken
 {0:15:34.6} 255 Z: Q Ipad immer nicht mit fingernagel bedienen sondern mit den fingern | den f- | jetzt drehst du den ah
 {0:15:46.0} 256 Z: so | (unverständlich)
 {0:15:48.7} 257 S: <<flüsternd> hey warte mal>
 {0:15:49.3} 258 S: <<flüsternd> wie geht das? | ich krieg das nicht hin>
 {0:15:53.5} 259 Z: o
 {0:15:54.2} 260 O: also jetzt sollen wir auf augen zu?
 {0:15:56.0} 261 Z: naja die frau hat die augen zu | was passiert wenn die frau die augen zumacht? | R?
 {0:16:01.0} 262 T: <<flüsternd>(ich kann nicht)>
 {0:16:02.3} 263 R: dann (.) ist das sichtfe- | das sichtfeld von der frau nicht mehr auf dem bildschirm zu sehen
 {0:16:08.1} 264 Z: jawoll | gut | es geht weiter | gleichzeitig versteckt sich die katze unter der kuh
 {0:16:17.5} 265 O: <<flüsternd> wo ist die katze? hh">

{0:16:20.2} 266 T: <<flüsternd> ahahaha die katze
 {0:16:22.0} 267 W: <<flüsternd> unter der kuh?>
 {0:16:25.7} 268 T: <<flüsternd> oah nee>
 {0:16:36.5} 269 Z: T wo machst du die kuh an und aus? | oder was willst denn du gerade machen?
 {0:16:40.5} 270 T: na ich will ähm die katze unter die kuh (machen)
 {0:16:43.1} 271 Z: naja
 {0:16:44.2} 272 T: die reihenfolge ändern
 {0:16:45.0} 273 Z: guck mal hier vorne das ist die reihenfolge | die kann man so verändern | okay?
 {0:16:49.2} 274 S: ist das sichtfeld der katze aus?
 {0:16:51.0} 275 Z: was?
 276 V: (unverständlich)
 {0:16:51.6} 277 S: sieht die katze was?
 {0:16:52.6} 278 Z: S dein pferd sitzt nicht äh steht nicht aufm steinflaster
 {0:16:55.2} 279 S: ich weiß aber
 {0:16:56.0} 280 Z: aha
 {0:17:03.1} 281 T: <<flüsternd> augen zu | mal kurz>
 {0:17:05.0} 282 S: <<flüsternd> ich find das nicht | ich krieg das nicht hin | die hat die augen zu->
 {0:17:08.0} 283 Z: gut bei U alles okay | bei V alles okay | bei W | bei S ist immer noch nicht das was er machen soll
 {0:17:16.1} 284 T: <<flüsternd> ich mach genauso wie du>
 {0:17:17.2} 285 Z: bei R ist okay | Q okay P | O wo issn deine kuh?
 {0:17:21.4} 286 U: (unverständlich)
 287 T: (unverständlich)
 {0:17:22.4} 288 O: die kuh?
 {0:17:22.9} 289 Z: naja haben wir doch gerade vorgelesen
 {0:17:23.9} 290 O: die katze
 291 S: <<flüsternd> wie hast du es denn gemacht?>
 {0:17:24.6} 292 Z: die katze sitzt unter der kuh
 {0:17:27.1} 293 O: hä?
 294 Z: wo issn deine katze?
 {0:17:30.2} 295 Z: aha wo | die katze sitzt bei dir unterm pferd
 {0:17:33.4} 296 O: äh
 {0:17:33.9} 297 Z: äh
 {0:17:34.9} 298 ((lachen))
 {0:17:36.1} 299 Z: guck mal | du sollst also die kuh noch reinholen
 {0:17:38.6} 300 T: kuh- pferde- schwäche
 {0:17:40.2} 301 O: oh
 {0:17:40.5} 302 Z: die kuh so und wenn du jetzt die katze bewegst sitzt sitzt sie unter der kuh | so ist gut
 {0:17:43.5} 303 Z: <<flüsternd> hä | wieso kann denn die kuh nach hinten>
 {0:17:45.4} 304 Z: okay | sehr schön | und wir holen alle tiere und menschen aus der app raus
 {0:17:52.0} 305 T: oh
 {0:17:54.1} 306 O: also alle weg?
 {0:17:55.6} 307 Z: alle weg
 {0:17:58.1} 308 Z: so und jetzt seid ihr selber dran

Phase I – Tier ins Sichtfeld setzen

{0:18:00.4} 309 V: <<flüsternd> guck mal die ente >
 {0:18:05.1} 310 Z: genau zuhören wieder | ich lese euch eine aufgabe vor | ihr macht diese aufgabe nach
 {0:18:09.3} 311 T: okay
 {0:18:10.0} 312 Z: okay? V? | S?
 {0:18:14.6} 313 S: ja?
 {0:18:15.1} 314 Z: hörst du zu?
 {0:18:16.0} 315 S: mh
 {0:18:16.4} 316 Z: mhmh
 {0:18:18.3} 317 Z: so | setze das schaf so dass es von der kuh gesehen wird | aber selbst die kuh nicht sehen kann
 {0:18:27.1} 318 Z: nochmal | setze das schaf so | dass es von der kuh gesehen wird | aber selbst die kuh nicht sehen kann
 {0:18:40.5} 319 S: <<flüsternd> ah ja das ist einfacher >
 320 T: <<flüsternd> hä? | ich versteh | äh?>
 {0:18:43.5} 321 Z: ganz ruhig bleiben T
 {0:18:46.0} 322 Z: setze das schaf so dass es von der kuh gesehen werden kann aber selber die kuh nicht sieht
 323 Q: <<flüsternd> ich hab einfach draufgedrückt | war schon so>
 {0:18:52.9} 324 T: <<flüsternd> äh falsch rum>
 325 P: (unverständlich)
 326 U: <<flüsternd> nein>
 {0:18:55.7} 327 T: <<flüsternd> doch U >
 328 S: <<flüsternd> so? | tada >
 {0:18:57.9} 329 U: <<flüsternd> nein>
 330 T: <<flüsternd> doch | hier guckt sie nach hinten U >
 {0:19:01.5} 331 U: <<flüsternd> nein>
 {0:19:02.0} 332 T: <<flüsternd> ach das schaf da >
 333 S: <<flüsternd> geschafft >
 {0:19:05.5} 334 U: <<flüsternd> nein | das das hier das kann sie | kann die kuh nicht sehen | das ist (unverständlich) >
 {0:19:13.5} 335 T: achso | das kann die nicht sehen
 {0:19:15.3} 336 Z: so ich lese nochmal vor | ich finds ganz ulkig was O da macht | ähm setze das schaf so dass es von der kuh gesehen wird O
 {0:19:21.1} 337 S: die kuh hat ja augen zu
 {0:19:23.3} 338 Z: wenn die kuh die augen zu hat | kann die kuh dann das schaf sehen?
 {0:19:27.9} 339 R: ja S | nachmachen bringt nichts
 {0:19:30.7} 340 S: <<flüsternd> ich mach dich nicht nach>
 {0:19:33.9} 341 Z: aber selbst die kuh nicht sehen kann
 {0:19:37.2} 342 O: hä?
 343 S: <<flüsternd> so | geschafft>
 {0:19:37.9} 344 Z: U hat natürlich ne ganz clevere idee | ich mach | ich muss ja einfach bloß das schaf die augen zu machen
 {0:19:42.0} 345 U: ja
 {0:19:42.8} 346 Z: dann kanns ja | kann ja das schaf wieder die augen zu machen können ja alle auch nicht sehen
 {0:19:45.3} 347 ((lachen))

348 **Z:** das stimmt schon | aber die sollen | augen sollen natürlich offen sein
 {0:19:49.9} 349 **Z:** und trotzdem kann kann das schaf die kuh nicht sehen okay?
 350 **S:** <<flüsternd> geschafft
 {0:19:55.9} 351 **O:** also von beiden sollen die augen offen?
 352 **U:** <<flüsternd> P >
 353 **T:** <<flüsternd> U? >
 {0:19:57.6} 354 **Z:** na guck mal | jetzt kann das schaf doch die kuh sehen | was musst du also machen?
 355 **T:** (unverständlich)
 {0:20:02.8} 356 **Z:** mit dem schaf?
 {0:20:05.5} 357 **O:** zurück?
 {0:20:06.5} 358 **Z:** zurück? | nö, kanns immer noch sehen
 359 **T:** und die können nicht ausm steinkreis raus
 360 **U:** (unverständlich)
 {0:20:07.9} 361 **S:** <<flüsternd> so | bam bam bam bam>
 {0:20:10.3} 362 **Z:** was kannst denn mit zwei fingern machen O?
 {0:20:12.6} 363 **O:** drehen?
 {0:20:13.1} 364 **Z:** aha
 365 **T:** <<flüsternd> die konnt man so drehen man | du musst genau auf die kuh rauf (unverständlich) | (unverständlich) >
 366 **U:** (unverständlich)
 {0:20:16.5} 367 **O:** äh?
 {0:20:24.4} 368 **S:** (unverständlich)
 {0:20:29.5} 369 **Z:** so weiter gehts
 {0:20:32.6} 370 **Z:** jetzt erstmal bei S
 {0:20:33.8} 371 **S:** hm?
 {0:20:36.0} 372 **Z:** darauf muss ich jetzt mal eingehen | wir müssen ja alle aufm gleichen stand sein
 {0:20:39.0} 373 **U:** *h das hat P auch | das gleiche hat P auch
 {0:20:39.3} 374 **Z:** ist ganz wichtig
 {0:20:40.1} 375 **Z:** so | ich seh jetzt bei ganz vielen logischerweise die kuh ist drin
 {0:20:43.4} 376 **T:** ohoho <<flüsternd> ja das war so schlau alter>
 {0:20:44.0} 377 **Z:** und die
 {0:20:45.6} 378 **Z:** das schaf | so
 379 **Q:** (unverständlich)
 380 **O:** die schaf

Besprechung der Handlungsstrategien von Phase I

{0:20:48.4} 381 **Z:** ich glaube wir müssen uns mal verständigen | was (.) diese verschiedenen farben bedeutet | ich mach mal erstmal die kuh rein
 {0:20:54.3} 382 **T:** ich weiß es
 {0:20:55.8} 383 **Z:** was bedeutet denn dieser bereich hier von der kuh? | R
 {0:20:59.4} 384 **R:** dass sie äh da | diesen | das | diesen winkel nicht sieht
 {0:21:06.1} 385 **Z:** also das ist der bereich den die kuh ganz einfach
 {0:21:08.5} 386 **O:** nicht sehen kann
 387 **W:** nicht sieht
 {0:21:09.3} 388 **Z:** nicht sehen kann
 {0:21:09.8} 389 **R:** (unverständlich)
 {0:21:10.3} 390 **Z:** das ist der bereich
 {0:21:11.6} 391 **R:** den sie sehen kann
 {0:21:12.4} 392 **Z:** den sie sehen kann | genau so handhabt sichs auch beim schaf
 393 **T:** (unverständlich)
 394 **U:** (unverständlich)
 {0:21:19.9} 395 **Z:** das hier ist der bereich vom schaf | Q | Q | das hier ist der bereich vom schaf?
 {0:21:27.1} 396 **Q:** das äh äh wo er nichts | also wo das schaf nicht sehen kann
 {0:21:30.1} 397 **Z:** jawoll | und das hier ist der bereich
 {0:21:32.3} 398 **O:** <<flüsternd> wo das schaf sehen kann>
 {0:21:33.3} 399 **Z:** aha
 400 **Q:** wo was
 {0:21:34.3} 401 **Z:** wie muss also das schaf stehen damit das schaf die kuh nicht sehen kann? | R?
 {0:21:38.6} 402 **R:** direkt vor der kuh
 {0:21:40.0} 403 **Z:** direkt vor der kuh
 {0:21:42.0} 404 **Z:** (die augen) hier | O hat das so gemacht
 {0:21:47.7} 405 **U:** <<lachend> h*>
 {0:21:48.2} 406 **Z:** stimmt das?
 407 **O:** nein nein ich habs so gemacht ((dreht X IPad nach vorn zum Z))
 {0:21:50.8} 408 **Z:** nee | ja | oder S war das
 {0:21:52.6} 409 **T:** <<lachend> mh O>
 {0:21:53.1} 410 **Z:** was muss ich machen W?
 {0:21:54.3} 411 **W:** man muss das ähm so machen dass der bereich wo das schaf nicht sehen kann also das rote
 412 **O:** <<flüsternd> hallo >
 {0:21:59.8} 413 **Z:** ja
 {0:22:00.1} 414 **W:** muss man auf die kuh machen
 {0:22:01.8} 415 **Z:** jawoll
 416 **T:** <<flüsternd> hey U guck>
 {0:22:02.1} 417 **W:** also halt (zentrieren) und dann
 {0:22:03.6} 418 **Z:** wie gesagt ich hab ganz schön dicke finger heute
 {0:22:05.5} 419 **O:** ((lacht))
 {0:22:06.3} 420 **Z:** so
 {0:22:07.1} 421 **T:** <<flüsternd> *h hä alter die büsche kann man auch weg machen | die büsche kann man weg machen | die büsche kann man weg machen>
 {0:22:08.2} 422 **O:** <<flüsternd> wurstfinger>
 {0:22:10.3} 423 **Z:** die wurstfinger genau
 424 **R:** ((dreht X IPad zu S))
 {0:22:10.9} 425 **S:** <<flüsternd> ich weiß | das mein ich>
 {0:22:11.5} 426 **O:** ((lacht))
 427 **Z:** so jawoll | S
 {0:22:13.8} 428 **S:** mhmh
 429 **Z:** das haben wir jetzt alle? | gut

{0:22:16.5} 430 S: au (unverständlich)
 431 T: (unverständlich)
 {0:22:18.1} 432 Z: weiter gehts | nächste aufgabe

Phase II – Tier außerhalb des Sichtfelds setzen

{0:22:19.8} 433 Z: ihr hört einmal genau zu | ich
 {0:22:22.0} 434 Z: ich lese einmal vor | ich lese ein zweites mal vor
 {0:22:24.0} 435 Q: sollen wir das wieder weg machen?
 {0:22:25.0} 436 Z: nein | lasst die drin
 {0:22:25.8} 437 T: "h oh
 {0:22:27.0} 438 Z: so | setze das schaf an eine stelle an der es nicht von der kuh gesehen wird
 {0:22:33.6} 439 O: <<flüsternd> setze das schaf an eine>
 {0:22:34.6} 440 Z: setze das schaf an eine stelle | von an der es nicht von der kuh gesehen wird
 {0:22:39.0} 441 T: <<lachend> hahahahaha
 {0:22:43.4} 442 Z: U du sollst nicht die KUH an eine stelle setzen | du sollst das schaf an eine stelle setzen
 {0:22:48.0} 443 T: aber die kuh war so (unverständlich)
 {0:22:54.6} 444 Z: okay? | wers hat finger weg
 {0:23:00.6} 445 Z: gut gut gut gut
 {0:23:05.8} 446 Z: okay

Phase III – Tier im Sichtfeld bewegen

{0:23:07.5} 447 Z: nächste aufgabe
 448 S: <<flüsternd> R | R >
 {0:23:09.6} 449 Z: das schaf will die kuh verwirren
 {0:23:14.3} 450 Z: bewege es an möglichst vielen orten an denen es von der kuh gesehen wird | nochmal | bew- | das schaf möchte die kuh verwirren |
 X
 {0:23:29.8} 451 Z: das schaf möchte die kuh verwirren | be- wege das schaf an möglichst vielen orten
 {0:23:37.6} 452 Z: sodass die kuh logischerweise das schaf noch sehen kann | aber verwirrt wird | weil das schaf sich ständig hin und her bewegt
 {0:23:44.1} 453 O: ((macht von nun an Geräusche für schnelle Bewegungen))
 {0:23:46.5} 454 T: <<flüsternd> darf ich (unverständlich) ranzoomen?
 {0:23:50.3} 455 T: <<flüsternd> wie nah muss man denn da ranzoomen alter? | (unverständlich) >
 {0:23:56.6} 456 U: ((bedient das iPad von T))
 {0:23:57.5} 457 P: ups
 {0:24:05.5} 458 S: <<flüsternd> guck mal ich hab >
 {0:24:05.8} 459 R: ((zu S gerichtet)) kannst du mal aufhören immer drauf zu schauen?
 460 T: <<flüsternd> guck mal U | das schaf steht nicht unter der kuh-
 {0:24:08.0} 461 S: ich guck nich bei dir ab
 462 O: ((macht keine Geräusche mehr))
 {0:24:10.0} 463 Z: R mach einfach weiter | S jeder für sich ja?
 464 T: (unverständlich)
 {0:24:12.4} 465 S: ja
 {0:24:12.9} 466 Z: so S wenn du es jetzt hinter der kuh bewegst
 {0:24:15.6} 467 Z: kann die kuh dann das schaf sehen?
 {0:24:17.7} 468 S: äh
 {0:24:18.3} 469 Z: wo sollst du die das schaf bewegen?
 {0:24:20.0} 470 S: oh
 {0:24:20.6} 471 T: ((schlägt sich die flache Hand vors Gesicht)) oh schlaue
 {0:24:21.0} 472 Z: S zuhören | aufgaben genau so machen wie ich sie sage
 473 U: <<flüsternd> alter R >
 {0:24:25.4} 474 Z: sehr gut | so finger weg vom iPad

Besprechung der Handlungsstrategien von Phase III

{0:24:31.8} 475 Z: U erklär mal | in welchem bereich hast denn du das schaf jetzt grad bewegt?
 {0:24:35.8} 476 O: <<flüsternd> wurstfinger>
 {0:24:36.6} 477 Z: versuch mal zu beschreiben | vorne ist das iPad | das bild wird | so oder so ähnlich habt ihr es alle bei euch drauf
 {0:24:41.6} 478 U: (wie jetze)
 {0:24:43.5} 479 Z: was hast denn du gerade gemacht?
 {0:24:44.8} 480 U: ich hab das (.) schaf (-) (an diese stelle geschoben)
 {0:24:48.4} 481 Z: an welche?
 {0:24:49.5} 482 U: da wo das die kuh sehen kann | also nicht in das dunkelgrün gefärbte gebiet
 {0:24:55.3} 483 Z: aha | ganz wichtig
 {0:24:57.1} 484 Z: reicht vollkommen aus
 485 T: ich hab das | ich hab das letzte nicht (geschrieben)
 {0:24:59.6} 486 Z: habt ihrs alle hinbekommen mit euren fingern | mit euren WURSTFingern?
 {0:25:02.4} 487 T: <<lachend> ha | wurstfingern>
 {0:25:04.1} 488 O: jap
 489 Z: ((lacht))
 {0:25:05.8} 490 Z: gut
 {0:25:06.2} 491 T: wurstfinger
 {0:25:07.5} 492 O: (würstle)
 {0:25:08.4} 493 T: <<flüsternd> (was sagt der vortrag?)>
 {0:25:11.9} 494 Z: einige von euch haben zum beispiel festgestellt | was passiert denn wenn ich | zum fei- zwei fingern auf ein tier drauf gehe | die
 finger drehe | mit zwei fingern | P was passiert?
 {0:25:21.4} 495 P: das | man kann das tier drehen
 {0:25:22.8} 496 Z: aha | hatten wir ja alle schon gemacht genau | was passiert denn aber wenn ichs das | ihr sollt das nicht nachmachen | X
 {0:25:34.1} 497 T: (unverständlich)
 {0:25:39.3} 498 Z: was passiert denn wenn ich aber zwei finger nehme und nicht direkt auf den tieren bin?
 {0:25:45.1} 499 Z: und irgendwie meine zwei finger bewege? | W
 {0:25:47.4} 500 W: dann bewegt man das feld
 {0:25:49.1} 501 Z: mh? | was bewegt man?
 {0:25:50.3} 502 W: das feld | also das nicht die tiere sondern das wo die drauf stehen
 503 R: <<flüsternd> ja >
 504 T: <<flüsternd> U | U | ich liebe dich | ich lieb dich auch >

{0:25:55.8} 505 **Z:** ich bewege das feld
506 **T:** <<flüsternd> alter wie nah dran>
{0:25:57.8} 507 **Z:** was passiert wenn ich meine beiden beiden finger zusammen mache oder auseinander?
{0:26:02.5} 508 **R:** dann | sieht man | wenn mans auseinander macht wirds größer | und wenn mans (.) wenn mans halt (- -)
509 **W:** dann
510 **T:** <<flüsternd> schafi | wo bist du schafi?>
{0:26:10.9} 511 **Z:** zusammen macht die finger
512 **R:** finger zu macht
{0:26:12.7} 513 **Z:** genau | ja?
514 **R:** (wirds kleiner)
{0:26:14.6} 515 **T:** schaf | wo bist du?
{0:26:15.1} 516 **Z:** gut | nun | nicht dass ihr verwirrt werdet | bei einigen | Ti ganz nah ran
{0:26:18.9} 517 **Z:** guckt sich die bilder im detail an
{0:26:20.6} 518 **T:** nein
{0:26:20.9} 519 **Z:** gut | finger weg vom iPad | stellts wieder so ein damit ihr alle
{0:26:25.6} 520 **Z:** die komplette farm einmal sehen könnt
521 **T:** NEIN
{0:26:28.3} 522 **T:** ich muss | bin nur zu nah rangegangen
{0:26:29.5} 523 **S:** achso (auf der farm lassen)
{0:26:30.5} 524 **R:** ((macht Geräusch -mh-))
{0:26:32.2} 525 **T:** ich hab das gerade zum abstürzen gebracht
{0:26:33.5} 526 **Z:** so

Phase IV – Tier auf Sichtfeldgrenze setzen

{0:26:34.5} 527 **Z:** setze das schaf an eine stelle | an der es GERADE SO von der kuh gesehen wird
{0:26:43.1} 528 **T:** achso
{0:26:43.9} 529 **Z:** setze das schaf an eine stelle an der es gerade so von der kuh gesehen wird
{0:26:47.7} 530 **T:** aber | das schaf soll immer noch die kuh sehen ne?
{0:26:51.5} 531 **Z:** na das ist egal | wichtig ist die kuh möchte | oder will das schaf gerade so noch sehen
{0:26:56.2} 532 **T:** <<lachend> mh ho> U
{0:27:00.8} 533 **O:** mh ho komm
{0:27:03.1} 534 **Q:** das gan-
{0:27:03.6} 535 **T:** <<flüsternd> hier guck mal | hier gibts sogar was >
{0:27:04.0} 536 **Q:** das ganze schaf?
{0:27:05.5} 537 **T:** als ob
{0:27:06.6} 538 **T:** <<flüsternd> alter U guck mal | man kann das ausstellen>
{0:27:11.5} 539 **Z:** ist okay so Q | gut wers hat finger weg ich komm jetzt mal angucken
{0:27:15.6} 540 **Z:** gut
{0:27:19.6} 541 **U:** <<flüsternd> sonst könnte man die (tiefenunschärfe) ausmachen>
{0:27:22.0} 542 **Z:** S was kann denn die kuh vom schaf sehen
543 **T:** (unverständlich)
{0:27:24.6} 544 **S:** oh
{0:27:25.6} 545 **Z:** mhmh
{0:27:28.1} 546 **Z:** gut

Phase V – Tier entlang Sichtfeldgrenze bewegen

{0:27:29.6} 547 **Z:** als nächstes | bewege das schaf | so dass es ge- genau an dieser stelle näher zur kuh gehö- bewegt | und weiter weg geht
{0:27:40.2} 548 **P:** hä?
{0:27:40.6} 549 **T:** hä?
{0:27:40.9} 550 **Q:** hä?
551 **V:** hä?
{0:27:41.5} 552 **S:** hab ich
{0:27:42.1} 553 **W:** so hier
{0:27:42.5} 554 **Z:** also das schaf bewegt sich jetzt | genau dort
{0:27:45.0} 555 **T:** ah achso (okay)
{0:27:45.6} 556 **Z:** sodass es gerade so von der kuh gesehen wird | aber das schaf bewegt sich
{0:27:52.4} 557 **O:** (oah | party)
558 **T:** hier so | so
{0:27:54.9} 559 **Z:** macht das mal | fahrt mal lang bewegen | nich irgendwo hinsetzen | das schaf bewegt sich jetzt genau an dieser grenze
{0:27:59.3} 560 **T:** <<flüsternd> U da ist gut>
{0:28:01.0} 561 **O:** <<flüsternd> party | party party | party | (unverständlich) | party | party | ist party party party>
562 **T:** <<flüsternd> alter winkelfeld | begrenzung | ausgangspunkt | guck mal U | alter geil>
{0:28:30.1} 563 **Z:** so S macht mal kurz sein iPad zu

Besprechung der Handlungsstrategien von Phase IV

{0:28:36.4} 564 **Z:** Q
565 **T:** <<flüsternd> was passiert?>
{0:28:39.5} 566 **Z:** beschreib mal | was hast denn du gerade gemacht?
{0:28:42.0} 567 **Q:** ähm ich habe das
{0:28:42.6} 568 **Z:** wo hast denn du das schaf langbewegt?
{0:28:44.6} 569 **Q:** schaf immer an meiner grenze lang bewegt
{0:28:48.0} 570 **Z:** an was denn für ner grenze?
{0:28:49.4} 571 **Q:** also da also | also das | an der grenze wo das schaf | wo die kuh es GERADE so noch sehen kann | das es (unverständlich)
572 **T:** <<flüsternd> (unverständlich) ausgangsposition| hä ich habs ja voll falsch dann>
{0:28:59.4} 573 **Z:** was können wir noch zu dieser grenze sagen? | U
{0:29:02.5} 574 **U:** das sicht- feld | sichtfeld?
{0:29:04.8} 575 **Z:** grenze zwischen sichtfeld und? | R?
{0:29:09.1} 576 **R:** mh | totem winkel?
{0:29:13.3} 577 **Z:** ja | ist ja vollkommen richtig | kennt ihr aus der verkehrserziehung
{0:29:15.8} 578 **W:** sichtsgrenze?
{0:29:16.8} 579 **Z:** sichtsgrenze | zwischen sichtfeld und? ganz einfach
{0:29:21.0} 580 **Z:** na da wo ich etwas sehen kann ist das sichtfeld und wie heißt das andere?
{0:29:24.6} 581 **S:** ne- kein sichtfeld

{0:29:25.8} 582 **Z:** eben | das kein sichtfeld | das nicht sichtfeld | wie auch immer | verschiedene
 {0:29:29.0} 583 **T:** (mehr katzen)
 {0:29:29.5} 584 **Z:** wörter kann man dafür nutzen | gut

Besprechung der Handlungsstrategien von Phase V

{0:29:32.4} 585 **Z:** ähm | wie weit konntet denn ihr das schaf bewegen?
 {0:29:38.3} 586 **W:** wie wie weit?
 {0:29:39.5} 587 **Z:** S
 {0:29:39.6} 588 **S:** nur bis zum | am | nur am | nur bis zum rand der (-) mh der steine
 589 **W:** <<flüsternd> steine>
 {0:29:45.8} 590 **Z:** nur bis zum rand der steine
 {0:29:48.6} 591 **Z:** oh | warum gehts denn nicht weiter?
 {0:29:50.5} 592 **T:** nein | ich konnte es außerhalb machen
 {0:29:51.8} 593 **W:** ich auch
 {0:29:52.4} 594 **Z:** R
 {0:29:53.1} 595 **R:** man kanns aber außerhalb weiter machen
 {0:29:55.0} 596 **Z:** man kanns auch außerhalb weiter machen | aber warum gehts ba- bei mir zum beispiel nur bis zu den steinen?
 {0:30:00.5} 597 **W:** weil da das gehege zu ende ist?
 {0:30:02.2} 598 **Z:** hä?
 {0:30:02.8} 599 **W:** weil da das gehege zu ende ist?
 {0:30:04.1} 600 **Z:** das gerät? | nö | guck mal wenn ich rauszooome
 601 **W:** gehege | nein ich hab gesagt das gehege
 {0:30:08.6} 602 **Z:** ach das gehege | na logisch | n schaf soll ja nicht abhauen | soll ja in der farm bleiben | gut
 603 **W:** ja
 {0:30:12.3} 604 **Z:** aber was ist denn jetzt in wirklichkeit? | könnte sich das schaf wenn jetzt kein gehege wäre sondern riesengroße wiese | könnt sich das
 {0:30:21.9} 605 **Z:** könnte sich das schaf weiter bewegen?
 {0:30:23.3} 606 **T:** <<flüsternd> ganz knapp>
 {0:30:23.6} 607 **U:** ähm | ja
 {0:30:26.9} 608 **Z:** U wie weit denn?
 609 **W:** ah
 {0:30:28.4} 610 **U:** unendlich weit
 {0:30:29.5} 611 **Z:** unendlich weit? | warum?
 {0:30:30.7} 612 **U:** oder | ja weil das sichtfeld von der kuh (.) wenn man (.) die nach hier schiebt | und dann ganz klein macht ist ja unendlich weit
 613 **T:** (unverständlich)
 {0:30:38.4} 614 **Z:** aha | ganz tolles wort | das sichtfeld der kuh ist unendlich weit | jawoll | so | jetzt geht aber die kuh nicht unendlich weit weg
 sondern
 {0:30:48.4} 615 **Z:** jetzt geht sie näher zur kuh ran | wie weit kann denn die k- das schaf zur kuh rangehen
 {0:30:58.9} 616 **Z:** R
 617 **★:** ((dreht das iPad von U))
 618 **U:** <<flüsternd> (zu ★) danke>
 {0:30:59.9} 619 **R:** bis zum (-) unterschenkel (-) bis zum (-) unterschenkel von (.) der kuh
 620 **P:** (unverständlich)
 621 **Q:** (unverständlich)
 {0:31:08.4} 622 **Z:** bis zum unterschenkel der kuh
 {0:31:11.1} 623 **Z:** guck mal
 {0:31:12.4} 624 **Z:** was mein schaf kann
 {0:31:16.1} 625 **O:** reiten
 {0:31:17.1} 626 **T:** das hab ich auch gemacht
 {0:31:18.1} 627 **Z:** bis wohin kann denn (-) die kuh nun gehen? | R
 628 **T:** 'h | meine kuh ist weg
 {0:31:22.0} 629 **R:** die kann sogar auf dem kopf von der (-) kuh stehen
 630 **O:** ((lacht))
 {0:31:25.1} 631 **Z:** aha | sie kann auf dem kopf von der kuh stehen
 632 **T:** hä | ich habs anders gemacht
 {0:31:28.1} 633 **Z:** und was würde wenn die kuh | äh das schaf jetzt weiter an dieser grenze lang läuft? | was würde dann passieren?
 {0:31:38.0} 634 **T:** (unverständlich)
 {0:31:39.4} 635 **Z:** O
 {0:31:39.6} 636 **O:** sie sieht sie n bisschen?
 {0:31:41.6} 637 **Z:** was?
 {0:31:42.3} 638 **O:** also sie sieht sie n
 {0:31:44.0} 639 **Z:** also hier sind wir gestartet | wir gehen an dieser grenze lang | gehen bis wohin von der kuh?
 {0:31:49.5} 640 **O:** äh bis zum sichtfeld?
 {0:31:53.5} 641 **Z:** mh | P?
 {0:31:54.4} 642 **P:** bis zum kopf?
 {0:31:55.3} 643 **Z:** bis zum kopf | und dann | wieder weg | gut
 644 **T:** <<flüsternd> mein schaf ist weg >
 {0:32:00.8} 645 **Z:** jetzt seht ihr unten eigentlich in der app schon zwei ganz entscheidende ähm | sachen | T hat | war schon so clever | hat das
 gemacht was X nicht machen wollte | jetzt könnt ihr es aber alle einmal machen
 646 **T:** (unverständlich)
 647 **U:** (unverständlich)
 {0:32:09.5} 648 **T:** <<singend> ja>
 {0:32:10.3} 649 **Z:** wenn ich | (-) diesen knopf betätige | macht das mal alle
 {0:32:15.1} 650 **P:** welchen knopf?
 651 **W:** welchen knopf?
 {0:32:16.1} 652 **T:** dann kommt n roter punkt
 {0:32:17.1} 653 **Z:** dann kommt n roter punkt | jawoll
 654 **O:** red point
 {0:32:19.5} 655 **Z:** wo ist dieser rote punkt? | T?
 656 **T:** also ausgangsposition
 {0:32:21.6} 657 **T:** ausgangsposition | also auf der ausgangsposition von dem tier (also) vom kopf aus halt
 {0:32:26.5} 658 **Z:** mh | P was hast du dazu
 {0:32:28.3} 659 **P:** bei der nase
 {0:32:28.9} 660 **Z:** mh?
 {0:32:29.3} 661 **P:** bei der nase

{0:32:30.0} 662 **Z:** ungefähr bei der nase können wir uns mal merken | der ausgangspunkt ist ungefähr auf der nase
663 **V:** (unverständlich)
664 **W:** (unverständlich)
{0:32:34.0} 665 **Z:** jetzt gibts noch einen zweiten knopf den ich betätigen kann
{0:32:37.1} 666 **T:** den liebe ich
{0:32:38.0} 667 **O:** OH
{0:32:38.9} 668 **T:** der ist neon | voll nice
{0:32:39.4} 669 **Z:** macht den auch einmal an
{0:32:40.5} 670 **O:** <<flüsternd> ah cool
671 **S:** mega
{0:32:43.0} 672 **Z:** mh?
{0:32:45.1} 673 **Z:** was sehen wir jetzt farbig?
{0:32:49.3} 674 **Z:** Q
{0:32:49.6} 675 **Q:** immer noch das sichtfeld | bloß dass es so eingerahmt ist ((streicht mit dem Finger über den Tisch, indem X den Finger erst zu sich heran zieht und danach nach links; danach führt Q die Bewegung rückwärts durch))
{0:32:54.0} 676 **Z:** was issn eingerahmt?
{0:32:55.6} 677 **O:** 'h also
{0:32:56.1} 678 **Z:** es ist vollkommen richtig
{0:32:56.9} 679 **Q:** achso das
{0:32:57.0} 680 **Z:** aber was ist jetzt genau eingerahmt oder dargestellt?
{0:33:00.1} 681 **Q:** der tote winkel | also | das was die kuh nicht sehen kann | also ((bewegt die Finger auf dem Tisch))
{0:33:06.1} 682 **Z:** was haben wir denn vorhin gemacht? | was hat denn sich entlang dieser grünen linie bewegt? | welches tier?
{0:33:11.4} 683 **U:** das schaf
{0:33:12.3} 684 **Z:** das schaf | was haben wir gesagt | wo bewegt sich das schaf? | Tchen
{0:33:17.8} 685 **Z:** Q äh P
{0:33:19.4} 686 **P:** an der grenze wo die kuh es sehen kann
{0:33:21.3} 687 **Z:** an der grenze | jawoll | deswegen steht ja hier unten auch nicht umsonst begrenzung | X
{0:33:26.7} 688 **O:** mhmh
{0:33:27.4} 689 **T:** ja | kann lesen
{0:33:27.7} 690 **Z:** mhmh | so | iPad zu
{0:33:34.3} 691 **O:** geh auf
{0:33:36.7} 692 **Z:** S iPad zu
693 **O:** uh | wo ist der auspunkt

Besprechung der Handlungsstrategien insgesamt

{0:33:44.5} 694 **Z:** so | wir gucken nochmal gemeinsam | was hat uns geholfen die situation zu beschreiben?
{0:33:51.9} 695 **Z:** haben uns die seen (-) und die (.) pflastersteine großartig geholfen?
{0:33:56.0} 696 **R:** ((schüttelt den Kopf)) ?mh?mh
697 **T:** ?mh?mh
{0:33:56.8} 698 **P:** ((schüttelt den Kopf))
{0:33:57.1} 699 **Z:** ?mh?mh | deswegen können wir die eigentlich verschwinden lassen | hat der zaun irgendwie ne großartige rolle gespielt? | die begrenzung?
{0:34:04.1} 700 **Q:** ((schüttelt den Kopf))
701 **T:** nein
702 **U:** nein
{0:34:04.9} 703 **Z:** U setz dich mal vernünftig hin
{0:34:06.2} 704 **U:** ((schüttelt den Kopf)) nein
{0:34:06.9} 705 **Z:** aha | können wir also eigentlich auch weglassen | weil du hast ja schon vollkommen richtig gesagt | eigentlich ist dieses sichtfeld ja wie groß?
{0:34:13.5} 706 **U:** unendlich
{0:34:14.6} 707 **Z:** unendlich groß | jawoll
{0:34:17.8} 708 **Z:** als ihr das schaf so setzen solltet dass es von der grad kuh gerade so gesehen wird | äh nicht gesehen wird | habt ihr es einfach im nicht sichtfeld sozusagen gesetzt ja?
{0:34:29.7} 709 **Z:** als es gesehen wurde | habt ihr es in den
{0:34:33.1} 710 **Z:** O wie hieß der bereich nochmal? wo der
{0:34:35.0} 711 **O:** sicht- feld?
{0:34:37.2} 712 **Z:** jawoll | sehr schön
{0:34:39.8} 713 **Z:** als ihr das so schaf so bewegen solltet dass es a- äh die kuh verwirrt | aber die ganze zeit (.) gesehen wird | habt ihr das schaf in diesem sichtfeld
{0:34:51.1} 714 **Z:** hin ud her bewegt
{0:34:53.3} 715 **T:** boah cool
{0:34:55.7} 716 ((Lachen))
{0:34:57.9} 717 **T:** boah cool
{0:35:01.2} 718 **Z:** so jetzt nehmen wir mal die kuh und diesen bereich weg | was bleibt im endeffekt übrig? | R?
{0:35:07.5} 719 **R:** nur der (lichtwinkel)?
{0:35:09.2} 720 **Z:** <<lachend> lichtwinkel?
{0:35:10.1} 721 **W:** lichtwinkel
{0:35:10.9} 722 **P:** der tote winkel?
{0:35:12.7} 723 **Z:** der tote winkel | ja | ihr habt ja vollkommen recht | was issn hier der tote winkel?
{0:35:17.6} 724 **Z:** R
{0:35:18.2} 725 **R:** das was auf diesem bild weiß ist
{0:35:20.3} 726 **Z:** jawoll | das was auf diesem bild weiß ist | vollkommen (-) richtig | ja? | gut
{0:35:27.7} 727 **Z:** dann solltet ihr das schaf genau dort hinsetzen dass es gerade so von der kuh gesehen wird | habt ihr fast alle so oder so ähnlich gemacht | S hats am anfang komplett ins nicht sichtfeld gesetzt
{0:35:38.0} 728 ((Lachen))
729 **U:** hohohohoho
{0:35:40.0} 730 **Z:** das können wir ja als was beschreiben mathematisch?
{0:35:42.8} 731 **T:** (dummheit)
{0:35:43.3} 732 **Z:** was jetzt entsteht? | T?
{0:35:45.9} 733 **T:** ähm
{0:35:52.6} 734 **Z:** U hilf mal | sehen wir ja vorne
735 **T:** U helfen sie
{0:35:55.5} 736 **U:** naja dass das schaf nur ganz knapp im sichtfeld steht
{0:35:58.3} 737 **Z:** (nun) was ist da jetzt | was hab ich da jetzt (.) gekennzeichnet? | was ist das mathematisch?

{0:36:02.4} 738 Z: mh?
 {0:36:04.7} 739 R: der
 {0:36:06.1} 740 Z: guck mal | was äh steht denn da blau?
 {0:36:08.5} 741 R: die seite die das die kuh sieht?
 {0:36:11.3} 742 O: (unverständlich)
 {0:36:12.8} 743 Z: so denk dran | wir (sind immer in) der mathematik so n bisschen in der geometrie (grad) drin ja? | was entsteht denn da? | was kann man sagen | genau dort wo die das schaf sitzt | S
 {0:36:21.4} 744 S: ähm das ist der grenzpunkt zwischen
 {0:36:23.5} 745 Z: EIN PUNKT ist das | ein grenzpunkt weil er genau auf der grenze sitzt | jawoll | vollkommen richtig
 {0:36:28.7} 746 T: <<flüsternd> U >
 {0:36:29.2} 747 Z: so
 {0:36:30.7} 748 Z: dann haben wir | das schaf so bewegt | dass es gerade so von der kuh gesehen wird | S warum lachstn du?
 {0:36:40.1} 749 Z: bis da vorne hin
 {0:36:42.0} 750 Z: da saß das schaf dann auf der nasenspitze der kuh | und kommt sich wieder weg bewegen
 {0:36:48.0} 751 Z: genau diese grenze | ist hier blau dargestellt | haben wir begrenzung zwischen sichtfeld und nicht sichtfeld (genannt) | jawoll
 {0:36:59.6} 752 Z: eine sache haben wir noch nicht genau besprochen | dieser rote punkt | was war denn nochmal dieser rote punkt? | U
 {0:37:06.2} 753 U: der ausgangspunkt
 {0:37:09.2} 754 Z: der ausgangspunkt von was?
 {0:37:10.8} 755 P: <<flüsternd> (nasen)spitze
 756 U: vom sichtfeld
 {0:37:11.5} 757 Z: jawoll | sehr schön
 {0:37:15.4} 758 R: <<gähmend> hui>
 {0:37:17.8} 759 Z: jetzt kommen wir eigentlich | sind wir (.) mitten in thema drinne | jetzt habt ihr eigentlich das thema erarbeitet nämlich
 {0:37:23.6} 760 Z: von den sichtfeldern aus der situation auf der winkelfarm in der app (-) kommen wir jetze zum (-) winkelfeld | und winkelfeld ist das mathematische | was eigentlich nur dahinter steckt
 {0:37:35.7} 761 Z: DAS | das sichtfeld hier | grün dar- oder gelb dargestellt ist und das winkelfeld?
 {0:37:44.5} 762 O: gelb?
 {0:37:45.0} 763 Z: genauso dargestellt ist | jawoll | und | U hat vollkommen richtig gesagt
 {0:37:51.1} 764 Z: dieses winkelfeld oder sichtfeld ist eine unendliche fläche | genau natürlich | was ist auch eine unendliche fläche? | nicht nur das
 765 (.) sichtfeld sondern auch?
 {0:37:59.1} 765 R: der NICHT sicht-
 766 Z: das nicht sichtfeld
 {0:38:01.2} 767 R: ja
 {0:38:01.5} 768 Z: ja? | vollkommen richtig
 {0:38:03.6} 769 Z: diesen roten punkt an der nase nennen wir nicht ausgangspunkt oder nasenpunkt sondern?
 {0:38:08.3} 770 T: scheidelpunkt
 {0:38:09.1} 771 Z: ist der scheidelpunkt eines winkels | jawoll
 {0:38:12.1} 772 Z: und die begrenzung zwischen
 {0:38:14.4} 773 Z: sichtfeld und nicht sichtfeld
 {0:38:16.7} 774 T: äh
 {0:38:17.4} 775 Z: nennen wir in der mathematik O?
 {0:38:19.1} 776 O: der schenkel
 {0:38:20.0} 777 Z: jawoll
 {0:38:21.1} 778 T: hö (der) schenkel
 779 Z: vollkommen richtig
 {0:38:22.7} 780 Z: so jetzt müssen wir mal kurz zurückgehen

Aufschrieb in Hefter

{0:38:24.0} 781 O: <<lachend und flüsternd> unterschenkel
 782 T: <<flüsternd> U guck mal>
 {0:38:28.3} 783 Z: so | jetzt bekommt ihr von mir ein arbeitsblatt
 {0:38:31.5} 784 Z: auf diesem arbeitsblatt werden wir jetzt gemeinsam diese definition was ist ein sichtfeld äh ein winkelfeld aufschreiben | ihr braucht dazu einen füller einen blauen buntstift einen roten buntstift und einen grünen buntstift
 785 T: blauer buntstift | roter buntstift | danke | blauer buntstift roter buntstift (dann nur) | (gönn dir)
 {0:38:54.7} 786 V: <<flüsternd> genau (unverständlich) wirklich? | oder | doch nicht
 {0:38:55.7} 787 O: einen füller einen blauen stift und den?
 788 V: das blau | mit weiß-touch
 {0:39:00.3} 789 Z: mh?
 790 W: (unverständlich)
 {0:39:00.7} 791 O: einen füller
 {0:39:01.5} 792 Z: einen füller einen blauen buntstift einen grünen buntstift und einen roten buntstift | so wie es vorne an der tafel dranne ist
 {0:39:06.5} 793 S: so hier
 {0:39:07.3} 794 Z: farben brauchen wir | so habt ihr alle
 {0:39:09.1} 795 R: ja
 {0:39:10.7} 796 T: und mein füller
 797 Z: gut
 {0:39:13.0} 798 Z: so | ihr braucht jetzt nicht groß anspitzen | ihr braucht jetzt | müsst jetzt keine riesengroßen bilder malen | aber (.) füller raus | folgende definition mitschreiben
 {0:39:21.8} 799 Z: wir fangen oben an | ein winkelfeld ist | EINE
 {0:39:28.0} 800 T: unendlich
 {0:39:29.3} 801 Z: unendliche fläche | jawoll
 {0:39:32.3} 802 Z: Q äh P mitschreiben
 803 Q: ich hab noch kein blatt
 804 W: wo?
 {0:39:34.4} 805 Q: ich hab noch kein blatt
 {0:39:37.3} 806 Z: (iss ja krass)
 {0:39:40.3} 807 T: kann nich sehen
 {0:39:42.8} 808 Z: <<lachend> hier oben schreiben wir die definition auf Tchen>
 809 V: <<flüsternd> nicht da | nicht da>
 810 W: oh
 {0:39:46.0} 811 T: oh
 {0:39:46.7} 812 Z: ja ganz oben sind wir
 {0:39:49.0} 813 Z: ein winkelfeld ist eine unendliche fläche
 {0:39:54.2} 814 S: <<flüsternd> fläche>

{0:39:56.1} 815 **Z:** fläche groß geschrieben ne R?
 {0:39:57.8} 816 R: au
 {0:40:02.9} 817 S: <<flüsternd> die fläche>
 818 W: <<flüsternd> unendliche fläche>
 {0:40:04.3} 819 **Z:** punkt
 {0:40:06.6} 820 **Z:** es wird von zwei
 {0:40:15.2} 821 T: <<flüsternd> NEIN>
 {0:40:21.3} 822 **Z:** von zwei was begrenzt? | R
 {0:40:24.2} 823 R: von zwei schnittpunkten? | schneidepunkten
 {0:40:28.1} 824 S: <<flüsternd> scheidelpunkt>
 {0:40:29.5} 825 **Z:** s
 {0:40:29.9} 826 R: scheidelpunkt
 {0:40:30.3} 827 S: scheidelpunkt
 {0:40:31.3} 828 **Z:** hast du zwei scheidelpunkte vorne?
 {0:40:33.0} 829 S: naja (von) von zwei ähm
 {0:40:36.3} 830 O: schenkel
 {0:40:36.7} 831 S: naja schenkeln
 {0:40:37.7} 832 **Z:** jawoll | O sags nochmal laut
 {0:40:39.1} 833 O: schenkel
 {0:40:39.6} 834 **Z:** genau | es wird von zwei schenkeln begrenzt
 {0:40:50.7} 835 T: <<flüsternd> U nicht druckschrift>
 {0:41:03.3} 836 **Z:** punkt | von zwei schenkeln begrenzt punkt
 {0:41:07.6} 837 T: <<flüsternd> wie wird begrenzt geschrieben? | be- grä-
 838 U: <<flüsternd> mit e>
 {0:41:13.3} 839 T: <<flüsternd> willst du mich eigentlich? | traurig>
 {0:41:17.3} 840 **Z:** habt ihr?
 {0:41:18.1} 841 R: ja
 {0:41:19.6} 842 **Z:** jetzt mal kurz nach vorne gucken bevors weiter geht | jetzt gucken wir uns mal an was diese schenkel eigentlich sind
 {0:41:25.8} 843 **Z:** was haben wir hier?
 {0:41:26.8} 844 S: 'h
 {0:41:28.1} 845 **Z:** s
 {0:41:28.6} 846 S: den scheidelpunkt
 {0:41:29.5} 847 **Z:** einen scheidelpunkt | einen punkt
 {0:41:32.2} 848 **Z:** was haben wir hier gesagt | wie weit konnte ich das schaf bewegen? | R?
 {0:41:36.0} 849 R: auf der ähm | auf der sichtfeldgrenze?
 850 T: <<flüsternd> was schreibst du?>
 {0:41:40.9} 851 **Z:** nee jetzt nicht wieder jetzt nicht zum sichtfeld kommen sondern hier
 {0:41:44.1} 852 R: (unverständlich)
 {0:41:44.7} 853 **Z:** wie weit ko- können wir uns hier bewegen? | P?
 {0:41:48.5} 854 P: unendlich
 {0:41:49.0} 855 **Z:** unendlich weit
 {0:41:51.1} 856 **Z:** kennt ihr das irgendwo her?
 {0:41:53.1} 857 **Z:** wir haben einen punkt
 {0:41:55.3} 858 W: ah
 {0:41:57.4} 859 **Z:** na?
 {0:41:58.2} 860 W: eine (.) gerade?
 {0:41:59.9} 861 **Z:** ah | was issn | was issn ne gerade?
 862 W: nein eine eine strecke
 {0:42:03.2} 863 **Z:** eine sch- na ist das ne strecke (jetzt ist)
 {0:42:05.0} 864 O: nein
 865 W: eine
 866 T: begrenzt
 {0:42:06.2} 867 **Z:** jetzt haben wir ne gerade ne strecke | na was fehlt noch?
 {0:42:08.2} 868 R: eine | eine gerade
 {0:42:09.9} 869 **Z:** haben wir schon
 870 W: haben wir doch schon
 {0:42:10.7} 871 T: oah R
 872 W: haben wir schon
 {0:42:11.7} 873 **Z:** eine gerade eine strecke und?
 874 Q: (unverständlich)
 {0:42:13.0} 875 U: ein strahl
 {0:42:13.7} 876 **Z:** ein strahl | so was issn das nun? | was war denn nochmal ne strecke?
 {0:42:19.1} 877 U: eine strecke ist ein naja
 {0:42:21.2} 878 **Z:** was hat ne strecke?
 {0:42:21.9} 879 U: einen anfangs- und einen endpunkt | ein strahl hat nur einen anfangspunkt und eine gerade hat keinen anfangs- keinen endpunk- endpunkt
 {0:42:27.4} 880 **Z:** genau
 {0:42:27.7} 881 U: punkt
 {0:42:28.0} 882 **Z:** also eine gerade ist?
 {0:42:29.7} 883 U: unendlich lang
 884 W: unendlich
 {0:42:30.8} 885 **Z:** ist der schenkel unendlich lang?
 {0:42:32.9} 886 R: nein
 887 P: ((nickt))
 888 T: ja
 889 O: ja
 890 U: ja | ja aber
 {0:42:33.9} 891 **Z:** hö?
 {0:42:34.6} 892 T: nein
 {0:42:35.0} 893 U: ja aber er ist n strahl weil er n anfangspunkt hat
 894 Q: nein nein
 {0:42:37.6} 895 **Z:** jawoll | ju- U eigentlich vollkommen richtig
 {0:42:40.0} 896 T: ich hab verloren
 {0:42:40.7} 897 **Z:** wir haben nen anfangspunkt aber keinen endpunkt also | in der definition gehts weiter | dritter punkt
 {0:42:50.2} 898 **Z:** diese sind strahlen komma

{0:42:57.1} 899 **Z:** diese sind strahlen T
 {0:42:59.5} 900 T: ach mist
 {0:43:12.9} 901 W: <<flüsternd> strahl? | wie wird denn das geschrieben?>
 {0:43:18.1} 902 **Z:** die von wo ausgehen?
 {0:43:20.8} 903 O: dem scheitelpunkt?
 {0:43:22.0} 904 **Z:** genau | sind strahlen die vom scheitelpunkt ausgehen | jawoll
 {0:43:25.7} 905 T: <<flüsternd> die strahlen
 {0:43:27.9} 906 **Z:** diese sind strahlen komma die vom scheitelpunkt ausgehen | jawoll
 {0:43:36.5} 907 T: die vom | vom oder?
 {0:43:37.6} 908 **Z:** die vom scheitelpunkt ausgehen | mhmh | S?
 {0:43:43.5} 909 S: R hat geschrieben | die vom ähm
 {0:43:46.3} 910 **Z:** nee | ma- schreib mal selber richtig erstmal bevor du guckst was die andern machen | die vom scheitelpunkt ausgehen
 {0:43:56.1} 911 **Z:** gut | wer fertig ist darf in der definition
 {0:44:00.7} 912 **Z:** unendliche fläche grün (.) markieren
 {0:44:03.5} 913 **Z:** scheitelpunkt rot markieren | schenkel blau markieren | los gehts
 {0:44:07.2} 914 T: schenkel
 915 O: (unverständlich)
 {0:44:09.3} 916 T: sollen wir das abmalen?
 {0:44:10.8} 917 **Z:** was sollst du machen Tchen? | du sollst in der definition unendliche fläche grün markieren | einfach kurz ausmalen | unendliche fläche das wort
 {0:44:19.9} 918 **Z:** das wort scheitelpunkt kurz rot markieren
 {0:44:22.5} 919 O: also sollen wir jetzt son (unverständlich) ((zeigt mit dem Stift auf X Arbeitsblatt))
 {0:44:25.1} 920 **Z:** in der definition | wo ist die definition?
 {0:44:26.5} 921 T: <<flüsternd> alter | heifer stift >
 {0:44:28.6} 922 **Z:** im merksatz | wo ist der merksatz 0?
 {0:44:32.0} 923 O: da
 {0:44:32.4} 924 **Z:** oben | dort findest du das wort unendliche fläche
 {0:44:34.9} 925 **Z:** oder?
 {0:44:35.6} 926 Q: (grün markieren)
 {0:44:36.4} 927 **Z:** grün markieren
 {0:44:38.0} 928 **Z:** scheitelpunkt rot markieren | schenkel | gut
 {0:44:40.8} 929 T: sch- fläche
 {0:44:41.6} 930 **Z:** so solls am ende aussehen | vollkommen richtig
 {0:44:44.0} 931 **Z:** ja? | gut R
 932 T: grün? | wo ist mein grün?
 933 **Z:** so
 {0:44:55.8} 934 **Z:** wer das (-) markiert hat farbig | geht ja relativ schnell | malt sich da drunter |
 935 **Z:** habt ihr einmal das sichtfeld schon dargestellt wo die kuh und das schaf auf der winkelfarm zu sehen ist
 {0:45:07.8} 936 **Z:** und malt daneben das winkelfeld (- -) ab so wie es vorne an der tafel ist
 937 T: hä?
 {0:45:16.0} 938 **Z:** mit lineal bleistift
 {0:45:20.3} 939 **Z:** und markiert nur kurz
 940 T: wo ist schenkel
 {0:45:23.3} 941 **Z:** ganz einfach grün wo die unendliche fläche ist
 942 ((die Tür des Klassenraums öffnet sich; nachdem er sich zur Tür umdreht, hält O sich den Zeigefinger vor den Mund))
 {0:45:26.0} 943 O: pscht
 {0:45:28.2} 944 T: <<flüsternd>(oah leise) | oah leise>
 945 ((Lehrer geht zur Tür))
 946 **Z:** (unverständlich)
 {0:45:31.0} 947 T: (unverständlich)
 948 W: <<flüsternd> (kannst du mir was leihen?)>
 {0:45:33.3} 949 V: hier n bleistift
 {0:45:34.7} 950 W: danke
 {0:45:39.7} 951 T: (unverständlich)
 {0:45:41.9} 952 T: oh mist
 {0:45:45.0} 953 T: hä schenkel wohin sollen wir das schreiben?
 {0:45:49.9} 954 T: (mist)
 {0:45:52.4} 955 **Z:** genau so V | jetze den scheitelpunkt markieren | die schenkel markieren
 {0:45:58.0} 956 T: schenkelpunkt
 {0:45:59.4} 957 **Z:** schenkelpunkt? | nee schenkel ist kein punkt
 {0:46:01.7} 958 T: U
 959 **Z:** nicht schenkelpunkt | scheitelpunkt
 {0:46:03.4} 960 O: oh
 {0:46:03.7} 961 T: du hast falsch
 {0:46:04.5} 962 O: sollen wir das mit bleistift machen?
 {0:46:05.5} 963 T: nicht schenkelpunkt | schenkel
 {0:46:06.3} 964 **Z:** so ist vollkommen okay
 {0:46:07.6} 965 **Z:** vollkommen okay
 {0:46:08.7} 966 U: da steht scheitelpunkt
 {0:46:11.3} 967 **Z:** ((lacht))
 {0:46:12.7} 968 S: null komma neun
 {0:46:14.4} 969 T: och nee (jetzt muss ich das sogar noch blau machen)
 {0:46:15.6} 970 **Z:** <<lachend> da haste falsch abgeschrieben? | oder falsch (.) von der tafel? | wobei dann hab ich das ja auch falsch oder? was?
 {0:46:22.4} 971 T: da steht nichts dran
 {0:46:24.2} 972 **Z:** steht nichts dran? | da steht doch
 973 T: oh doch
 974 **Z:** mhmh
 {0:46:27.4} 975 T: scheitelpunkt U | ach ich hab doch scheitelpunkt
 976 R: scheitelpunkt
 {0:46:31.1} 977 **Z:** da stand gerade schenkelpunkt
 {0:46:32.5} 978 T: schenkel scheitelpunkt steht da aber
 {0:46:37.8} 979 T: ich male (unverständlich)
 {0:46:38.5} 980 O: die kindische schrift
 {0:46:41.6} 981 T: ich bin T der künstler

{0:46:45.7} 982 U: (unverständlich)
 {0:46:48.3} 983 Z: mh?
 {0:46:49.1} 984 U: (müssen wir das genau zeichnen oder?)
 {0:46:50.7} 985 Z: nur | die ein | es geht darum dass ihr nochmal jetzt einen winkel
 {0:46:53.8} 986 Z: ähm aufzeichnet
 {0:46:55.2} 987 Z: der einen scheidelpunkt hat | und der mit zwei schenkeln | genau
 {0:46:59.6} 988 W: ich hab nen schüttelpunkt
 {0:47:00.2} 989 T: bumm
 {0:47:03.4} 990 Z: vollkommen okay

A.3.2 Winkelfeldvergleich

Vergleich Mathematik – Realität

{0:47:04.8} 991 T: es ist so ruhig
 {0:47:05.6} 992 Z: so T hat n bisschen fleißig vorgearbeitet | hat wollte unten mit der definition in dem | in der kleinen tabelle anfangen | die schauen wir uns jetzt mal gemeinsam an
 {0:47:13.1} 993 Z: denn jetzt geht es darum dass wir uns die realität
 {0:47:18.8} 994 Z: und die mathematik vergleichen
 {0:47:20.7} 995 Z: R | von der tafel | welches der beiden bilder ist die realität und welche ist die mathematik?
 {0:47:26.6} 996 R: die mathematik ist (.) das (- -) das äh | des des rechte und (-) das (.) das (unverständlich) | nee | doch | das realität ist das (.) rechte
 {0:47:43.6} 997 Z: na macht ja auch sinn R
 998 R: das linke
 {0:47:45.2} 999 Z: wenn du irgendwann abitur schreibst wirst du sicherlich nicht wenns ne geometrische aufgabe ist | mal mal ne schöne kuh
 {0:47:50.7} 1000 T: <<lachend> mhmh> mal mal ne schöne kuh
 {0:47:52.4} 1001 Z: ja? | vollkommen recht | das rechte ist die mathematik | links das äh ähm
 {0:47:57.8} 1002 Z: ne quatsch rech- links ist die realität | rechts ist die mathematik
 {0:48:00.7} 1003 Z: so jetzt versuchen wirs mal noch einmal gegenüber zu setzen | daher die tabelle auch unten
 {0:48:04.9} 1004 Z: so | sichtfeld der kuh
 {0:48:10.4} 1005 Z: was issn das sichtfeld der kuh? | T brauchst jetzt nicht | reicht vollkommen aus | R
 {0:48:15.3} 1006 R: beim bild ist es das (.) grüne
 {0:48:17.9} 1007 Z: das grüne | also was ist das grüne im bild?
 1008 R: (unverständlich)
 {0:48:21.1} 1009 Z: ganz einfach | wie können wir das ganz einfach darstellen?
 1010 R: das sichtfeld
 {0:48:23.4} 1011 W: sichtfeld
 {0:48:24.4} 1012 Z: das sichtfeld | also das was die kuh
 {0:48:26.4} 1013 W: sieht
 {0:48:26.9} 1014 Z: sieht | genau
 {0:48:28.6} 1015 Z: ganz einfach | sichtfeld | erste zeile in der tabelle | das was die kuh sieht
 {0:48:34.9} 1016 T: das was die kuh sieht
 {0:48:36.3} 1017 Z: genau
 {0:48:37.3} 1018 T: ((lacht))
 {0:48:38.3} 1019 Z: Q | erste zeile in der tabelle | linke spalte | das was die kuh sieht
 {0:48:45.3} 1020 T: das
 {0:48:51.7} 1021 O: h* | kuh
 {0:49:03.0} 1022 Z: jetzt bezogen auf die mathematik | was ist das was die kuh sieht? | mathematisch gesehen?
 {0:49:09.3} 1023 R: das grün markierte? | nee das ähm | das was sie sieht ist das unendliche | die unendliche fläche also
 {0:49:18.0} 1024 Z: jawoll | die unendliche fläche
 {0:49:20.3} 1025 Z: gut Tchen jetzt darfst du hier endlich unendliche fläche reinschreiben
 {0:49:23.0} 1026 T: JEAH
 {0:49:26.0} 1027 O: das was sie sehen kann
 {0:49:26.2} 1028 Z: O hier
 {0:49:27.6} 1029 Z: das was sie sieht und hier winkelfeld | das ist die mathematik
 {0:49:30.0} 1030 Z: die spalte
 1031 O: also hier was das
 1032 W: wo in welches
 {0:49:31.6} 1033 Z: genau das was die kuh sieht | vollkommen richtig | und hier das winkelfeld ist
 {0:49:36.3} 1034 Z: die unendliche fläche
 {0:49:37.7} 1035 O: okay
 {0:49:45.1} 1036 Z: so was haben wir denn bezogen (.) auf die mathematik | jetzt fangen wir damit mal an | noch für bestandteile (.) vom winkelfeld? | U
 1037 T: *h falsch
 {0:49:55.1} 1038 U: achso | äh äh scheidelpunkt
 {0:49:56.7} 1039 Z: jawoll | rechte spalte zweitete zeile scheidelpunkt
 {0:50:02.2} 1040 O: (unverständlich)
 {0:50:02.6} 1041 Z: rechte spalte zweite zeile | RECHTE SPALTE ZWEITE ZEILE
 1042 T: scheidelpunkt | scheidelpunkt
 {0:50:10.4} 1043 V: <<flüsternd> was sollen wir denn da rein schreiben?>
 {0:50:11.6} 1044 W: <<flüsternd> keine ahnung>
 {0:50:15.1} 1045 Z: für die mathematik halt scheidelpunkt | wie wars in der realität? | wie können wir den scheidelpunkt beschreiben?
 1046 W: <<flüsternd> scheidelpunkt>
 {0:50:23.8} 1047 T: <<flüsternd> scheidelpunkt>
 {0:50:25.8} 1048 Z: W
 {0:50:27.7} 1049 W: ähm | da die nasenspitze?
 {0:50:31.7} 1050 T: ((lacht)) hm die nasenspitze
 {0:50:32.1} 1051 Z: nasenspitze ungefähr | oder was können wir noch dazu sagen?
 {0:50:36.0} 1052 Z: wo noch? | wo lag der scheidelpunkt ungefähr | liegt auf der nasenspitze oder R?
 {0:50:39.5} 1053 R: auf der nase oder auf dem kopf
 {0:50:40.3} 1054 Z: auf der nase oder?
 1055 T: ha

{0:50:41.9} 1056 U: oder der ausgangspunkt
 {0:50:43.5} 1057 Z: oder der ausgangspunkt | wo ist der ausgangspunkt | was haben wir gesagt | haben wir direkt auf der nase
 {0:50:47.2} 1058 R: aufm kopf
 1059 T: ((zieht die Nase kraus und hält sich eine Handfläche neben die Augen))
 {0:50:48.7} 1060 Z: aufm kopf | hier?
 {0:50:49.9} 1061 R: <<lachend> nehe>
 {0:50:50.6} 1062 O: *hhh
 {0:50:51.2} 1063 R: aufm vorderkopf?
 {0:50:52.5} 1064 Z: na (unverständlich) man SIEHT | ich möchte etwas sehen
 {0:50:56.6} 1065 T: ist nicht meine schuld
 {0:50:57.4} 1066 Z: ich sehe meine nasenspitze wenn ich nach vorne gucke | ist kann hier der ausgangspunkt von meinem sichtfeld sein wenn ich meine nasenspitze sehen kann?
 1067 V: ((hebt die Nasenspitze nach oben))
 1068 U: ((hebt die Nasenspitze nach oben))
 1069 R: ((hebt die Nasenspitze nach oben, tippt diese an und drückt sie mit den Fingern herab))
 {0:51:04.4} 1070 P: bei den augen?
 {0:51:05.6} 1071 Z: aha | reicht vollkommen aus | bei den augen | ist etwas genauer
 {0:51:09.8} 1072 Z: jawoll
 1073 T: bei den augen
 {0:51:18.9} 1074 Z: bei den augen
 {0:51:29.9} 1075 Z: Q | welcher (.) mathematische bestandteil eines winkelfeldes fehlt noch?
 {0:51:35.7} 1076 Q: der schenkel
 {0:51:36.8} 1077 Z: der schenkel | jawoll
 {0:51:38.3} 1078 T: der schenkel (unverständlich)
 {0:51:39.0} 1079 Z: rechte spalte letzte zeile kommt schenkel rein | jawoll
 1080 U: schenkel
 {0:51:47.0} 1081 Z: und? | in der realität | was sind die schenkel?
 {0:51:49.5} 1082 T: *h nein | die schenkel
 {0:51:50.4} 1083 Z: P
 {0:51:51.1} 1084 P: äh | das nicht sichtfeld das (der tote winkel?)
 1085 Q: der tote winkel?
 {0:51:54.4} 1086 Z: na? | nee
 {0:51:57.0} 1087 Z: das nicht sichtfeld hatten wir ja gesagt dass das ganze hier ist
 {0:52:01.7} 1088 S: <<flüsternd> ich weiß es>
 {0:52:02.2} 1089 Z: aber der schenkel sind ja hier nur diese blauen strahlen
 {0:52:05.2} 1090 P: die begrenzung?
 {0:52:06.5} 1091 Z: die begrenzung
 {0:52:09.7} 1092 Z: hm?
 {0:52:10.0} 1093 S: die begrenzung zwischen der unendlichen fläche und dem (.) der nicht nicht sicht-
 {0:52:16.1} 1094 Z: das ist perfekt | reicht es euch aus wenn wir begrenzung aufschreiben?
 {0:52:18.9} 1095 P: ja
 1096 Q: ja
 1097 S: ja
 1098 T: ja
 1099 V: ja
 1100 W: ja
 {0:52:19.7} 1101 Z: wisst ihr was gemeint ist?
 {0:52:20.7} 1102 O: ja
 1103 T: begrenzung
 {0:52:21.1} 1104 Z: gut | dann begrenzung aufschreiben | los gehts
 {0:52:30.7} 1105 T: begrenzung
 {0:52:33.9} 1106 O: begrenzung
 1107 T: <<flüsternd> guck mal hier ist ein schönes g alter | richtig schön fett>
 {0:52:37.8} 1108 Z: habt ihr?
 {0:52:38.5} 1109 O: <<flüsternd> (unverständlich)>
 {0:52:40.7} 1110 T: ja
 {0:52:40.8} 1111 Z: T was haste?
 {0:52:42.1} 1112 T: äh | nichts
 {0:52:46.0} 1113 Z: gut
 {0:52:46.6} 1114 R: <<flüsternd> ja nichts nes>
 {0:52:48.8} 1115 Z: habt ihr noch power?

Lernzielformulierung

{0:52:49.7} 1116 O: jap
 1117 R: ja
 1118 Q: ja
 1119 S: ja
 1120 U: ja
 1121 V: ja
 {0:52:50.6} 1122 Z: na klar | jetzt gehts ja auch weiter
 {0:52:51.9} 1123 Z: so den ersten teil haben wir jetzt geschafft
 {0:52:53.3} 1124 O: oh
 {0:52:53.9} 1125 Z: wir haben nochmal (.) verglichen okay | die realität war unsere ausgangssituation | die realität war nicht nur die winkelfarm auf der app sondern EIGENTlich | mit was haben wir angefangen? | was war unsere ausgangssituation?
 {0:53:07.4} 1126 Z: am anfang der stunde? | R
 {0:53:11.2} 1127 R: äh
 {0:53:12.8} 1128 W: äh die der wolf das meerschweinchen die eule und das reh
 {0:53:17.7} 1129 Z: genau | dann sind wir weiter gegangen | P
 {0:53:22.3} 1130 P: ähm die (.) das pferd äh das reh und
 {0:53:26.1} 1131 Z: Nöö | na das war ja genau | ja okay | dann aber vorher haben wir noch was gemacht?
 {0:53:31.0} 1132 R: die einföhrung?
 {0:53:33.1} 1133 Z: T
 {0:53:34.4} 1134 T: ich hab mich gerade nicht gemeldet
 {0:53:35.8} 1135 Z: naja | mitdenken | musst dich nicht immer melden | trotzdem kann man was sagen

{0:53:40.2} 1136 T: ähm
 {0:53:42.6} 1137 Z: hast nen ganz großen anteil dabei gehabt | um zu äh | um diese erste situation der realität genauer zu beschreiben
 {0:53:51.0} 1138 P: na | ähm wir haben | also O hat sollte sagen was er im klassenraum sehen kann
 {0:53:56.6} 1139 Z: genau | auch was ist es für eine situation | eine mathematische situation oder eine reale situation
 {0:54:01.7} 1140 T: real
 1141 P: reale?
 {0:54:02.9} 1142 Z: aha | eine reale situation
 {0:54:05.2} 1143 Z: was würde denn jetzt eigentlich passieren | stellt euch vor | jetzt machen wir n bisschen kopfgeometrie kopfmathematik | ich würde
 1144 hier vorne ein pferd hinstellen
 {0:54:12.2} 1144 T: ja | (was würd n das sehen?)
 1145 R: mh | hallo
 {0:54:13.8} 1146 Z: was glaubt ihr denn | würde das pferd mehr sehen oder weniger sehen?
 {0:54:16.8} 1147 U: mehr
 1148 T: mehr
 1149 Q: mehr
 1150 P: mehr
 1151 W: mehr
 1152 R: mehr
 {0:54:18.1} 1153 Z: hm | woher wisst ihr denn das?
 {0:54:19.4} 1154 R: weil wei- wa-
 1155 W: weil
 {0:54:21.1} 1156 Z: R
 {0:54:21.6} 1157 R: weil es nen längeren hals hat und (deshalb so)
 {0:54:24.3} 1158 Z: (naja soll-) durfte O X kopf bewegen?
 1159 U: ich weiß | ich weiß warum
 {0:54:26.8} 1160 U: ich weiß warum | ich weiß warum
 1161 R: nein durfte X nicht
 {0:54:29.5} 1162 U: weil die augen an der seite des kopfs sitzen ((zeigt auf die Schläfen)) (- -) und man | und das pferd die augen von hier so bewegen
 kann und auch hinten ((hält sich die Handfläche neben X rechtes Auge und dreht sie daneben))
 1163 V: ((berührt mit den Fingern die Augen von der Seite))
 {0:54:36.2} 1164 Z: na gucken wir mal | genau herausfinden | ich weiß es nicht genau | ihr sollts herausfinden | das ist jetzt das ziel unserer nächsten
 stunde | ihr sollt herausfinden
 1165 R: ((berührt mit dem Finger den Augenwinkel und bewegt dann die Hand geradlinig vom Auge weg nach hinten; danach macht X dieselbe Geste
 mit beiden Handflächen))
 1166 T: (unverständlich)
 {0:54:45.0} 1167 Z: welche der tere | hier sind sie alle aufgezählt | und menschen | die es in der app gibt | das kleinste sichtfeld haben | und welche
 logischerweise
 1168 R: ((hält beide Handflächen vor X Gesicht und bewegt diese dann auf X Augen zu; nachdem sie Augen berühren, bewegt X die Hände
 rechts und links hinter seinem Kopf geradlinig weiter))
 {0:54:55.8} 1169 O: oh
 {0:54:56.4} 1170 Z: das größte sichtfeld haben
 1171 R: das größte sichtfeld
 {0:54:58.6} 1172 Z: gut
 1173 T: (unverständlich)

Arbeitsauftrag

{0:54:59.2} 1174 Z: dazu folgende aufgabe | ihr dreht euer blatt um
 {0:55:03.0} 1175 T: hähähä | hab ich schon gemacht
 {0:55:07.0} 1176 Z: ihr dreht euer blatt um | jawoll
 {0:55:11.1} 1177 Z: könnt es aber trotzdem mal nach oben schieben | weil ihr es erstmal nicht braucht
 {0:55:15.4} 1178 Z: ja? | legts unter die federtasche | da haben wir genug platz
 {0:55:17.6} 1179 T: (unverständlich)
 {0:55:27.5} 1180 O: *h
 {0:55:29.2} 1181 Z: so und jetzt genau zuhören
 1182 T: <<Kopfstimme> (unverständlich)>
 {0:55:33.3} 1183 Z: <<leise> wo haben (wir es denn?)>
 {0:55:35.5} 1184 Z: düpdedüpdedüpdedü | da | so
 {0:55:40.1} 1185 Z: ich bin wieder in der winkelapp drin
 {0:55:43.2} 1186 O: (unverständlich)
 {0:55:45.2} 1187 Z: ich teile euch jetzt in verschiedenen gruppen ein | in zwei verschiedene gruppen
 {0:55:49.5} 1188 Z: ihr und euer partner ihr habt immer das gleiche | die gleiche aufgabe |
 1189 T: U
 {0:55:53.5} 1190 Z: ihr habt eigentlich alle die gleiche aufgabe aber | die ersten zwei gruppen sollen
 {0:55:59.1} 1191 Z: meinewegen die kuh | das schaf | und die katze und den menschen miteinander vergleichen | und ihr drei gruppen
 {0:56:05.9} 1192 Z: also T und U | P Q | und O ihr sollt
 {0:56:09.7} 1193 Z: die vier anderen miteinander vergleichen
 {0:56:11.9} 1194 Z: und eine sogenannte
 {0:56:18.0} 1195 Z: rangordnung erstellen | ja?
 1196 U: <<flüsternd> rangordnung>
 {0:56:23.0} 1197 Z: klar was ne rangordnung ist?
 {0:56:24.1} 1198 R: ja
 1199 O: nee ((schüttelt den kopf))
 1200 P: ((nickt))
 1201 Q: ((nickt))
 1202 V: ((schüttelt den kopf))
 {0:56:25.0} 1203 Z: gut | ich teil mal die zettel aus | ihr guckt euch erstmal oben sind die vier | jeder hat einen
 {0:56:31.7} 1204 Z: sind die vier personen oder tere aufgezählt um die es bei euch geht
 {0:56:44.3} 1205 Z: und im ersten schritt (unverständlich) | U was ist bei dir das erste oben?
 {0:56:47.8} 1206 U: ähm ente
 {0:56:48.7} 1207 Z: gut
 {0:56:50.5} 1208 Z: als allererstes (- -) sollt ihr schätzen | sollt ihr vier
 {0:56:58.1} 1209 Z: gegen- äh die vier lebewesen bei euch | sind ja keine gegenstände | sollt ihr schätzen welche das kleinste welche das größte
 {0:57:05.0} 1210 Z: und schreibt eure schätzung in der (.) linken spalte der tabelle (- -) hin

Schätzung der Rangfolge

{0:57:10.9} 1211 **Z:** aufgabe verstanden alle?
 {0:57:12.6} 1212 **T:** ja
 {0:57:13.2} 1213 **Z:** U fertig?
 1214 **T:** ((lacht))
 {0:57:14.1} 1215 **U:** äh nein aber kann man | kann man auch bei den ähm einzelnen tieren auch zahlen hinschreiben | (hier dann in die) schätzung schreiben
 1216 **T:** dass man
 {0:57:20.5} 1216 **Z:** willst du es dir einfacher machen?
 {0:57:21.2} 1217 **U:** ja
 {0:57:21.8} 1218 **Z:** ja dann schreib meinetwegen (.) von vor der katze kommt bei
 {0:57:25.6} 1219 **Z:** kommt die eins | ihr habt | bei oben bei dir ist die eins was anderes P
 {0:57:28.8} 1220 **T:** hä | versteh ich nicht
 {0:57:29.6} 1221 **Z:** jawoll | eins zwei drei vier | sind auch vier lebewesen | mensch
 {0:57:34.2} 1222 **Z:** schreib ne eins zwei drei vier
 1223 **T:** zwei drei vier
 {0:57:38.1} 1224 **Z:** eins zwei drei (-) vier | und dann schreibste eins zwei drei vier wenn das deiner meinung nach die richtige reihenfolge ist
 {0:57:47.8} 1225 **T:** <<flüsternd> (zwei | vielleicht)>
 {0:57:50.0} 1226 **Z:** ja o mach das doch genauso | brauchst nicht alles abschreiben | mach eins zwei drei vier
 {0:57:53.7} 1227 **O:** wie?
 {0:57:54.6} 1228 **Z:** die ente ist die eins | zwei drei vier
 {0:57:58.8} 1229 **Z:** schreib doch hin eins zwei drei vier
 {0:58:01.8} 1230 **O:** hier?
 {0:58:02.3} 1231 **Z:** schreib hier hin eins zwei drei vier
 1232 **T:** (aber ich weiß nicht wie ich das mach)
 1233 **U:** (nich einfach | aber nich abgucken)
 {0:58:07.9} 1234 **T:** dann mach ich hier ne drei hin
 {0:58:18.5} 1235 **T:** (unverständlich)
 {0:58:20.5} 1236 **Z:** genau | und jetze legst dir | welche ist deiner meinung nach | hat das kleinste sichtfeld? | damit fängst du an
 {0:58:25.2} 1237 **O:** ähm | der mensch
 {0:58:25.9} 1238 **Z:** der mensch | na denn
 {0:58:27.7} 1239 **Z:** du hast doch aber gar keinen menschen
 {0:58:29.2} 1240 **T:** vier
 {0:58:29.5} 1241 **O:** oh
 {0:58:30.6} 1242 **Z:** deine vier die du hast
 {0:58:34.1} 1243 **O:** ähm
 {0:58:34.4} 1244 **Z:** von den vieren die du hast
 {0:58:36.5} 1245 **W:** <<flüsternd> hä?>
 {0:58:37.1} 1246 **O:** das pferd ohne äh das pf-
 1247 **T:** zwei
 {0:58:38.5} 1248 **Z:** S fertig?
 1249 **T:** eins
 {0:58:39.2} 1250 **S:** äh ja | wir haben
 1251 **W:** oh scheiße
 {0:58:40.3} 1252 **Z:** also nur zum | bei dir ist der mensch mit fernglas kleinste und der (.) die kuh das größte | okay
 {0:58:46.2} 1253 **Z:** gut

Erklären der App-Bedienungsmöglichkeiten

{0:58:47.1} 1254 **Z:** logischerweise ne schätzung (.) müssen wir überprüfen | das macht ihr gleich im ERSTEN schritt (.) jeder selber
 {0:58:55.2} 1255 **Z:** okay | komplett frei | wichtig ist dass ihr (.) ein richtiges ergebnis habt
 {0:59:00.4} 1256 **Z:** wie ihr darauf kommt | he- ist euch überlassen
 {0:59:02.8} 1257 **T:** was?
 {0:59:03.3} 1258 **Z:** eine sache möchte ich euch noch zeigen
 {0:59:06.6} 1259 **Z:** was jetzt neu in der app dazukommt | was wir gerade noch nicht großartig betrachtet haben ist
 {0:59:12.0} 1260 **Z:** dass wir wenn wir hier oben sind wir jetzt im bereich tiere und menschen
 {0:59:17.0} 1261 **Z:** und wenn wir jetzt (-) zu winkelfeldern übergehen | also weg von der realität hin zur mathematik | guckt mal was passiert
 {0:59:28.2} 1262 **Z:** wie wir sehen (.) passiert nichts
 {0:59:30.4} 1263 **Z:** was müsstn jetzt passieren wenn ich einfach mal aus spaß
 {0:59:33.9} 1264 **Z:** das erste tier reinhole | R
 {0:59:35.6} 1265 **R:** dann (.) kommt es da einfach rein aber (.) es passiert (-) immer noch gar nichts
 {0:59:40.8} 1266 **Z:** immer noch gar nichts | na dann brauche ichs ja gar nicht
 {0:59:43.0} 1267 **Z:** wer glaubt denn | was passiert denn jetzt?
 {0:59:44.4} 1268 **R:** 'h achso
 {0:59:45.6} 1269 **Z:** oder wer weiß was passiert | R
 1270 **R:** ich weiß es
 {0:59:48.0} 1271 **Z:** äh R | Q
 {0:59:49.2} 1272 **R:** och man
 {0:59:49.8} 1273 **Q:** also | man setzt es rein und dann ähm | sieht man halt das ähm| die unendliche fläche so und ((bewegt dabei zwei finger auf dem tisch))
 1274 **R:** <<flüsternd> ja>
 {0:59:59.9} 1275 **Z:** was noch?
 {1:00:00.7} 1276 **Q:** den schenkel
 {1:00:01.8} 1277 **Z:** den schenkel | was noch?
 {1:00:03.0} 1278 **Q:** und den scheidelpunkt
 {1:00:05.6} 1279 **Z:** den scheidelpunkt | jawoll | wir gucken mal | ich hol die ente rein | und jawoll | wenn ich ganz nah rangehe sehe ich natürlich noch (-) die ente
 {1:00:16.7} 1280 **Z:** aber die ist nur noch schemenhaft zu sehen | weil natürlich in der mathematik spielt die ente gar keine rolle mehr | wichtig ist der ausgangspunkt und wie
 {1:00:24.4} 1281 **Z:** die schenkel verlaufen und welches (-) winkelfeld
 1282 **R:** warst du das? | warst du das?
 {1:00:28.4} 1283 **S:** ((nickt))
 {1:00:29.2} 1284 **Z:** dargestellt wird | alles klar?
 {1:00:31.8} 1285 **T:** jap
 {1:00:32.4} 1286 **Z:** das ist euch überlassen | ihr könnt wenn ihr wollt | könnt ihr
 {1:00:36.4} 1287 **Z:** in einem der beiden bereiche arbeiten | entweder in der realität oder in der mathematik

{1:00:39.8} 1288 V: was sollen wir jetzt machen?
 1289 W: ((zuckt mit den Schultern))
 {1:00:41.9} 1290 Z: los gehts | IPads auf
 {1:00:43.3} 1291 T: ähm
 {1:00:43.8} 1292 Z: findet die richtige reihenfolge heraus
 {1:00:46.4} 1293 T: hä wir haben

Phase VI – Bestimmen der Rangfolge

{1:00:48.2} 1294 Z: iPad auf
 1295 S: (unverständlich)
 {1:00:50.4} 1296 *: ich würd euch bitten nochmal kurz die app zu schließen dass wir gucken können
 {1:00:53.0} 1297 U: ja | es war an | es war an | ich hab geguckt | war an
 {1:00:55.1} 1298 S: (ich hab ihn nicht)
 1299 **: (unverständlich)
 {1:00:57.1} 1300 *: okay super | okay super (unverständlich) hab ichs auch gesehen
 {1:00:57.3} 1301 O: bei mir ist kein ähm film mehr
 1302 Q: ähm | bei mir is es an
 {1:00:59.5} 1303 *: gut | bei dir ist auch an bei dir ists auch an
 {1:01:00.9} 1304 Z: hier vorne musst du noch *
 1305 Q: bei dir ist auch an
 {1:01:03.3} 1306 V: <<flüsternd> meiner hat noch neunundneunzig prozent | neunundneunzig luftballons auf ihrem weg
 {1:01:03.7} 1307 *: mach mal auf
 {1:01:04.9} 1308 O: bei mir (ist kein film mehr)
 1309
 {1:01:05.5} 1310 *: okay dann werden wir das ganz kurz wieder an machen
 1311 T: hä? was sollen wir denn da jetzt machen?
 {1:01:07.0} 1312 S: hä? | war schon drin
 1313 V: <<flüsternd> was sollen wir?>
 1314 Q: (unverständlich)
 {1:01:10.2} 1315 R: weiß ich nicht
 {1:01:11.0} 1316 *: und weiter gehts | und bei dir ist es auch an
 1317 T: okay | ich kann jetzt mal alles löschen
 {1:01:13.5} 1318 T: hä wer das wenigste winkelfeld hat? | oder sichtfeld
 1319 S: ja
 {1:01:16.0} 1320 *: geht gar nicht mehr | doch | der liegt immer noch (unverständlich) | das liegt an den fingern
 1321 **: (unverständlich)
 {1:01:18.1} 1322 Q: (unverständlich)
 {1:01:21.3} 1323 Z: was?
 {1:01:22.4} 1324 T: ich versteh das nicht genau wie wir das da richtig sortieren sollen
 {1:01:24.3} 1325 O: sollen wir auf winkelfarm jetze gehen?
 1326 *: legts ähm so hin und dann
 {1:01:25.8} 1327 *: genau | legs mal hin (unverständlich)
 {1:01:26.1} 1328 Z: du sollst jetzt | das ist deine schätzung
 1329 S: <<flüsternd> winkelfarm>
 {1:01:27.7} 1330 Z: jetzt sollst du richtig frei überlegen
 {1:01:30.1} 1331 Z: du kannst frei mit der app arbeiten | aber finde eine (.) richtige lösung heraus
 1332 *: hm warte mal | den brauchst du noch
 {1:01:35.5} 1333 T: hä wozu denn? (kann man doch sehen)
 1334 W: <<flüsternd> hä wie denn?>
 {1:01:37.0} 1335 Z: weil ich die ich möchte die richtige lösung haben
 {1:01:38.9} 1336 T: also wie wer am weitesten sehen kann?
 {1:01:41.3} 1337 Z: wer in der wirklichkeit | das ist ja deine schätzung | du weißt ja gar nicht obs richtig ist
 {1:01:43.5} 1338 T: ja wer am weitesten sehen kann und dann
 {1:01:44.9} 1339 *: (da ist er) | hier warst du?
 {1:01:45.6} 1340 Z: wer das größte sichtfeld hat | darum gehts
 {1:01:47.4} 1341 S: oh gott
 1342 T: okay | wer das größte sichtfeld hat
 {1:01:48.2} 1343 S: <<flüsternd> was hat denn die katze fürn kleines sichtfeld>
 1344 W: <<flüsternd> oh gott oh gott>
 {1:01:50.4} 1345 T: mh fang ich mit ente an
 {1:01:51.9} 1346 Z: aha | du musst dir also die tiere rein holen die du hast | jawoll
 1347 S: <<flüsternd> guck mal R | guck mal die katze | die katze>
 {1:01:59.0} 1348 O: <<flüsternd> was ist das?>
 {1:01:59.8} 1349 T: ich mach den pfeil alle in der reihe
 1350 S: <<flüsternd> da hinten ist sie die katze>
 {1:02:01.9} 1351 Z: was machst du?
 {1:02:03.1} 1352 T: ich mach einfach so
 {1:02:04.4} 1353 T: ich mach die so
 1354 R: <<flüsternd> (unverständlich)>
 1355 S: <<flüsternd> ja los guck (.) zack (.) an | und aus>
 {1:02:08.0} 1356 U: so
 {1:02:10.0} 1357 T: was hab ich jetzt? | jetzt kommt schaf
 1358 S: <<flüsternd> lass mich mal eben | das pferd>
 {1:02:12.9} 1359 T: das schaf sieht das schaf da
 {1:02:14.3} 1360 O: (wie kann ich) das nochmal rein | ich hab das nicht richtig verstanden
 1361 S: <<flüsternd> das pferd hat n megagroßes sichtfeld>
 {1:02:18.5} 1362 Z: ja | du weißt wie die app funktioniert | du weißt was die app alles kann O | ja?
 {1:02:23.6} 1363 O: ja
 {1:02:24.2} 1364 Z: gut | was sollst du also jetzt machen?
 1365 T: ach ich dreh die ente einfach (.) weiter weg
 {1:02:25.8} 1366 O: ähm | alle menschen und lebewesen reinholen?
 {1:02:27.8} 1367 T: weg mit dir ente
 1368 R: (den tippen?)
 {1:02:30.2} 1369 Z: das ist dir überlassen | wichtig ist dass du die vier in die richtige reihenfolge bringst

1370 T: so (unverständlich)
1371 R: <<flüsternd> was? | wenn er da noch (unverständlich)>
{1:02:34.4} 1372 R: wa
{1:02:35.0} 1373 Z: so wie du das überprüfst
{1:02:35.4} 1374 T: guck mal U | what a nice trick
1375 R: (unverständlich)
{1:02:37.5} 1376 Z: <<leise> so> | achtet darauf | erster schritt | seid ihr in der so genannten ich-phase | ich arbeite jetzt ganz alleine | es ist total egal was der nachbar in dem moment macht
{1:02:47.4} 1377 T: woah das pfer- das pferd hat das krasseste von allen
{1:02:55.7} 1378 R: nee das hab ich gar nicht
1379 S: <<flüsternd> wo ist denn die katze?>
{1:02:57.2} 1380 T: das pferd kann alles sehen
{1:02:59.5} 1381 S: ich seh mein ich seh die | herr Z
{1:03:01.4} 1382 Z: wasn los m- s?
{1:03:02.3} 1383 S: ich seh die katze nicht
{1:03:03.4} 1384 Z: wo ist denn deine katze hin? | ist sie weggerannt?
1385 T: ((macht Geräusche))
{1:03:05.0} 1386 S: da unten
{1:03:05.8} 1387 Z: na wenn du sie irgendwo hin platzierst musst du schon
1388 V: <<flüsternd> W ich krieg gerade mein schaf nicht mehr rein>
{1:03:08.8} 1389 W: hm?
1390 S: <<flüsternd> was?>
{1:03:10.0} 1391 Z: reinholen
{1:03:10.4} 1392 T: pferd mit (.) scheuklappe oh
1393 V: <<flüsternd> bekomme mein schaf nicht mehr rein>
1394 W: ((zuckt mit den Schultern))
{1:03:12.5} 1395 Z: warte | so
{1:03:14.2} 1396 V: hä?
{1:03:15.1} 1397 T: oh
1398 O: <<flüsternd> na komm>
{1:03:16.5} 1399 Q: mit scheuklappen
{1:03:17.4} 1400 O: menschenkinder
{1:03:18.0} 1401 Z: was hast du denn hier gemacht S?
{1:03:19.1} 1402 Z: ach warte mal
{1:03:20.0} 1403 O: jetzt ja komm
{1:03:21.4} 1404 T: hä? | versteh ich nicht | alles ist komisch
1405 V: hä?
{1:03:23.5} 1406 Q: na pferd mit scheuklappen
{1:03:25.2} 1407 T: naja aber warte | es ist komisches | hä aber das das ist doch das sichtfeld was es nicht sehen kann
{1:03:30.1} 1408 Q: nein | das ist das sichtfeld was es nicht sehen kann
{1:03:32.3} 1409 T: hä aber wieso hat sie denn vorn
1410 O: HA
1411 R: (unverständlich)
{1:03:35.1} 1412 Z: jeder für sich | Q | ?mh?mh ?mh?mh
{1:03:38.6} 1413 T: komisch | egal
{1:03:40.6} 1414 Z: wir wollen doch am ende nicht alle die gleichen lösungen haben
{1:03:43.1} 1415 Z: * kannst du mal gucken?
{1:03:45.2} 1416 Z: die katze hat sich versteckt von der farm ((übergibt das iPad von S *)) | beobachtet das ganze von außerhalb
{1:03:51.4} 1417 O: <<flüsternd> ab- das scha- das schaf und die ente sind beide gleich>
{1:03:55.1} 1418 T: ach das kann man
{1:03:55.4} 1419 Z: mh | die sin- | also | wer die idee hat oder das feststellt | so wie ers
{1:03:59.7} 1420 *: ((gibt S das iPad zurück))
1421 S: danke
1422 Z: wie er vorgeht dass zwei sachen gleich sind | ist nicht so
1423 V: ((zu *)) (ich krieg das schaf glaub ich nicht rein)
{1:04:02.8} 1424 T: wir sind schlau
{1:04:03.3} 1425 Z: es gibt auf jeden fall verschiedene
{1:04:05.7} 1426 Z: die haben alle unterschiedliche sichtfelder | musst dir was anderes einfallen lassen O
{1:04:07.0} 1427 *: (unverständlich)
1428 Z: musst du dir was anderes einfallen lassen
{1:04:09.3} 1429 Z: das ist vielleicht keine gute idee (die da irgendwo nur hinzusetzen)
1430 R: so
{1:04:14.2} 1431 Q: soll ich das (gleich) zu machen wenn ich fertig bin?
{1:04:14.9} 1432 S: fast fünf jahre noch
1433 S: fast food für S
{1:04:16.3} 1434 R: das kleinste sichtfeld
{1:04:16.5} 1435 Z: du bist fertig?
{1:04:17.3} 1436 Q: ja
{1:04:18.8} 1437 T: och man | trotzdem funktioniert das nicht | so ach jetzt funktioniert
1438 R: die katze
{1:04:23.4} 1439 S: <<flüsternd> haben wir das schaf? nein >
{1:04:24.9} 1440 T: okay hä die sind beide gleich (herr Z)
{1:04:27.2} 1441 Z: was?
{1:04:27.6} 1442 S: kuh
{1:04:29.5} 1443 Z: ?mh?mh
1444 T: oder?
{1:04:30.6} 1445 Z: hab ich doch gerade gesagt T | es gibt keine die gleiche sichtfelder haben
{1:04:33.3} 1446 O: doch
{1:04:33.9} 1447 Z: musst dir was anderes einfallen lassen
{1:04:36.0} 1448 Z: guck mal T jetzt schreibst du die da hin | da ist die schätzung wo kommt die überprüfung hin?
{1:04:40.3} 1449 T: 'h ah | eins zwei
{1:04:45.2} 1450 S: <<flüsternd> so ich mach das | das geht schneller>
1451 R: <<flüsternd> ja>
{1:04:46.9} 1452 P: (weg)

{1:04:49.0} 1453 O: MH (unverständlich)
1454 Q: (unverständlich)
1455 S: bam
{1:04:52.6} 1456 S: okay | das geht am schnellsten
{1:04:54.1} 1457 T: oah mist
1458 S: <<flüsternd> pferd->
{1:04:57.8} 1459 T: eins zwei
1460 *: erstmal jeder für sich | ihr könnt danach vergleichen
1461 S: <<flüsternd> hatten wir nich | jetzt hatten wir noch mensch | mensch->
1462 R: (unverständlich)
{1:05:03.1} 1463 T: vier drei
{1:05:05.9} 1464 T: fertig
{1:05:07.6} 1465 Z: <<lachend> mhmhmh->
1466 *: war das deins?
{1:05:09.5} 1467 Z: gut | wer fertig ist
1468 Q: ja
{1:05:13.9} 1469 Z: dreht mal X zettel um wo drauf steht was X gemacht hat
1470 R: <<singend, flüsternd> ba za ba ba da->
{1:05:18.7} 1471 Z: und kann ruhig X IPad schließen | damit ich sehe wer fertig ist
{1:05:22.2} 1472 Z: okay? | T IPad schließen
{1:05:24.4} 1473 T: (yes) tut mir leid pocahontas
{1:05:27.9} 1474 U: es tut dir nicht leid
{1:05:28.8} 1475 T: es tut mir leid pocahontas
1476 Q: guck dir doch erstmal nur eins an P | schieb doch erstmal welche weg
1477 P: ja
1478 S: <<flüsternd> ich wusste es dass der mensch das wenigste hat->
{1:05:33.6} 1479 U: <<flüsternd> herr Z->
{1:05:34.5} 1480 Z: <<flüsternd> ja was issn?>
{1:05:35.7} 1481 U: <<flüsternd> ich kann das sichtfeld nicht bewegen->
{1:05:38.8} 1482 Z: was?
{1:05:40.0} 1483 Z: hm?
{1:05:41.0} 1484 U: ich krieg das sichtfeld nicht
1485 T: ohaha crash
1486 P: dann eben das
1487 S: <<flüsternd> das sieht er alles->
{1:05:43.2} 1488 Z: was willst du denn machen?
{1:05:44.1} 1489 U: naja das sichtfeld bewegen das hier
{1:05:45.5} 1490 Z: welches ist denn das? | ähm | das ist das von
1491 S: <<flüsternd> hä sieht er das? nein das hier sieht er->
{1:05:48.1} 1492 U: ah jetzt | hä?
1493 Z: ist doch das hier | welche ist denn das sichtfeld? | was ist denn das denn fürn tier?
1494 S: <<flüsternd> das sieht er->
1495 R: ((pfeift))
{1:05:51.6} 1496 U: das ist die ente
{1:05:52.6} 1497 Z: die ente | guck mal hier musst du mal versuchen | machen wir die ente erstmal nach da | legst du jetzt sichtfeld mal raus | so so
1498 R: <<singend> dududududududu->
1499 S: <<singend> ne kuh kuh coole kuh->
{1:06:00.6} 1500 Z: okay?
{1:06:01.2} 1501 T: das issn tresor
{1:06:02.0} 1502 U: nein aber ich möchte ja hier das bewegen
{1:06:03.1} 1503 O: (feddich)
{1:06:04.4} 1504 Z: was?
{1:06:05.0} 1505 U: das hier
1506 P: (und was bringt das?)
{1:06:06.5} 1507 Z: aber das machst du doch gerade oder was willst du?
1508 Q: du musst erstmal dir nur eins angucken P
1509 S: nice one
{1:06:07.5} 1510 U: ja aber nein | bei der ente das bewegen
1511 Q: welcher hat denn das kleinste sichtfeld?
1512 P: (dann guck ich mir das da so)
{1:06:08.3} 1513 S: nice one | ich war richtig
{1:06:10.4} 1514 Z: die ente ist hier
{1:06:11.5} 1515 U: ja | das funktioniert ja
1516 S: also das kleinste sichtbild hat auf jeden fall
{1:06:12.1} 1517 Z: so jetzt musst du jetzt musst du die ente wieder nach ganz oben holen
1518 P: äh (.) hä wodran sollt man das denn sehen?
1519 R: tut mir leid (unverständlich)
{1:06:17.0} 1520 Z: und jetzt kannst du sie bewegen
1521 Q: na hier ist ein sichtfeld was man sehen kann
1522 S: das kleinste hat auf jeden fall meine vier
{1:06:18.5} 1523 T: tut mir leid (unverständlich)
1524 S: mensch mit ferglas
{1:06:20.1} 1525 Z: (unverständlich)
1526 Q: das ist das sichtfeld von der ente | das ist das sicht-
1527 P: okay
{1:06:22.7} 1528 S: ist richtig | das zweitgrößte (unverständlich) was hatte ich? | die eins | was ist | was ist das?
1529 Q: das ist das sichtfeld von dem pferd | das ist das sichtfeld von dem anderen pferd | das ist das sichtfeld von dem schaf
1530 R: kuh will raus äoh baubau
{1:06:29.6} 1531 U: ja manchmal funktioniert aber manchmal nicht | das ist (.) das ist ja das komische
1532 O: *h es gibt zwei pferde?
1533 S: neb- never never
{1:06:33.1} 1534 Q: nein ein pferd mit sicht
1535 S: die kuh hat mehr sichtfeld
{1:06:34.6} 1536 Q: 0

1537 **Z:** das ist das schaf naja (aber das)
{1:06:36.0} 1538 **P:** alter O
{1:06:36.6} 1539 **O:** alter | tschuldigung
{1:06:38.6} 1540 **T:** man O
1541 **S:** die kuh hat am meisten
{1:06:39.9} 1542 **O:** <<flüsternd> ja>
{1:06:41.1} 1543 **T:** man
1544 **Z:** komisch | das geht wirklich nicht
1545 **S:** JA die kuh ist richtig
{1:06:41.7} 1546 **O:** (ist ungekippt)
{1:06:43.8} 1547 **T:** die app ist zerstört
1548 **Z:** äh denn mach mal kurz | mach mal kurz raus
1549 **Q:** welche hat die ente (-) das kleinste
1550 **P:** (unverständlich)
1551 **S:** die kuh hat das größte sichtfeld
{1:06:47.0} 1552 **Z:** mach mal kurz bei winkelfeldern raus jetze jetze
1553 **T:** nein
1554 **P:** das schaf
1555 **Q:** das kleinste
{1:06:48.8} 1556 **S:** ja | der mensch
1557 **Q:** das kann das schaf alles sehen
{1:06:51.4} 1558 **Z:** hast du gesehen?
{1:06:51.9} 1559 **U:** also ich möchte ja das | ich brauch ja nur noch den vergleich zwischen
1560 **P:** dann die kuh äh nee
1561 **S:** und die katze | der mensch hat (unverständlich)
{1:06:54.9} 1562 **Z:** na dann mach genau
1563 **P:** die da
1564 **S:** die katze hat mehr sichtfeld als der mensch
{1:06:56.2} 1565 **U:** (ente und schaf)
1566 **Q:** hä aber das kann das pferd ja alles sehen
{1:06:58.8} 1567 **Z:** und P fertig?
{1:07:00.3} 1568 **P:** nee
{1:07:01.2} 1569 **Z:** so los gehts | ihr braucht n ziel
1570 **S:** nee ich meine
{1:07:03.3} 1571 **Z:** O bist du fertig?
{1:07:04.4} 1572 **O:** ja
{1:07:04.6} 1573 **Z:** iPad schließen | zettel umdrehen
1574 **S:** die katze ist ja auch das grö- wa- nee die katze ist nicht das größte
{1:07:07.0} 1575 **T:** iPad schließen | google umdrehen
{1:07:09.1} 1576 **O:** mit richtig alles zu
1577 **Q:** (schau) was bleibt denn noch übrig?
{1:07:11.4} 1578 **Z:** ei- einfach nur iPad schließen | genau
1579 **T:** (unverständlich)
1580 **P:** die ente
1581 **S:** die katze | es ist die katze gewesen die eins
{1:07:13.3} 1582 **Q:** nein
{1:07:13.8} 1583 **P:** das schaf
{1:07:15.0} 1584 **Q:** nein
{1:07:15.9} 1585 **P:** wer denn sonst?
1586 **R:** das ist der mensch
{1:07:17.4} 1587 **Z:** fertig?
1588 **Q:** na das pferd mit scheuklappen
1589 **S:** mensch hat n größeres sichtfeld als ne katze
{1:07:21.2} 1590 **Q:** also ist hat das die kl- das kleinste sichtfeld | warte mal
1591 **S:** ja | dann war alles richtig
{1:07:26.3} 1592 **Z:** T warum kippelst du denn?
{1:07:29.0} 1593 **T:** weil ichs kann
1594 **P:** danach kommt das schaf
{1:07:30.5} 1595 **S:** lol | ich hatte alles richtig
{1:07:31.8} 1596 **Q:** genau | dann kommt?
1597 **R:** wow | was für eine sensation
{1:07:36.9} 1598 **Z:** U fertig?
1599 **S:** JA
{1:07:38.4} 1600 **T:** ja isser glaub ich
1601 **S:** ja
{1:07:40.2} 1602 **Z:** S fertig?
{1:07:40.9} 1603 **S:** ja
{1:07:41.2} 1604 **Z:** iPad kurz schließen
1605 **T:** alter wie fett das schaf ist
1606 **O:** (unverständlich)
1607 **P:** äh pferd ohne scheu- (.) nein die ente
1608 **S:** alles richtig
{1:07:47.7} 1609 **Z:** R fertig?
1610 **T:** das schaf wird immer dicker wenn man ranzoomt
{1:07:48.5} 1611 **R:** ja
1612 **Q:** ja genau
{1:07:49.1} 1613 **Z:** iPad schließen | P fertig?
{1:07:50.9} 1614 **R:** ja
{1:07:51.4} 1615 **Z:** iPad schließen
1616 **P:** warte gleich muss noch was aufschreiben
1617 **Q:** jetzt bleibt ja nur noch eins übrig
1618 **S:** aus raus raus
{1:07:55.3} 1619 **O:** au
1620 **R:** auss

{1:07:58.8} 1621 T: irgendwann wird der stuhl bestimmt festgeschraubt
1622 R: doch nicht aus
{1:08:01.2} 1623 S: doch wir sollen es ganz ausmachen
1624 Z: X
{1:08:02.9} 1625 S: das geht nicht von alleine aus
{1:08:04.0} 1626 T: X
{1:08:04.4} 1627 R: ja aber wir sollen
1628 Z: X
1629 T: X
{1:08:06.1} 1630 S: wir sollen es richtig ausmachen
1631 Z: X
1632 R: (unverständlich)
{1:08:08.8} 1633 S: wir sollen das richtig ausmachen sonst geht der akku alle
{1:08:13.1} 1634 O: X
{1:08:14.9} 1635 T: X
1636 S: dann bleibt es bei dir an
{1:08:16.0} 1637 Z: X
{1:08:18.1} 1638 T: X
1639 Z: X
1640 R: ja aber | du hast es jetzt so ausgemacht dass es nicht mehr aufgenommen wird
{1:08:20.6} 1641 T: X
{1:08:22.0} 1642 Z: X
{1:08:22.6} 1643 O: X
1644 T: X
{1:08:24.9} 1645 Z: so nee spaß beiseite | W fertig?
1646 R: ja isso
{1:08:27.2} 1647 W: ja ich mach aber noch (spiel noch n bisschen)
1648 R: (ja jetzt hast du es verloren halt)
{1:08:29.3} 1649 Z: hä?
{1:08:30.0} 1650 W: ja ich bin fertig
1651 T: <<flüsternd> U guck mal (unverständlich)>
1652 O: nein (.) wenn T und dann
{1:08:34.8} 1653 Z: X
1654 V: <<flüsternd> (unverständlich)>
{1:08:37.8} 1655 Z: X
{1:08:39.2} 1656 Z: X
{1:08:41.0} 1657 T: guck mal O
{1:08:42.2} 1658 Z: X
1659 ((lachen))
{1:08:47.3} 1660 R: hi
1661 O: hallo
{1:08:49.9} 1662 V: X
1663 T: guck mal wie lustig das ist
{1:08:51.0} 1664 W: ja anscheinend
1665 T: hier guck mal
1666 O: ((lacht))
1667 R: (unverständlich)
1668 S: (unverständlich)
{1:08:55.0} 1669 W: peace ((lacht))
{1:08:55.7} 1670 Q: was ist lustig T?
1671 S: (aber R ich glaube die winkelfelder wären ein bisschen spitzer)
{1:08:59.6} 1672 V: X
{1:09:02.2} 1673 T: SCHT
{1:09:05.3} 1674 S: pscht
1675 P: richtiger gentleman
{1:09:07.6} 1676 Z: so U bist du fertig?
{1:09:09.0} 1677 T: gleich
1678 O: richtiger gentleman
{1:09:11.3} 1679 T: U du setzt sie einfach alle nebeneinander und dann rechnest du einfach die nummern und dann schreibst du es da hin
1680 O: hallo V | hallo
{1:09:16.1} 1681 U: nein warte jetzt muss ich auch
1682 Q: ich denk mir gerade so | (X) wie schlaue kannst du sein?
1683 S: als ob | (unverständlich)
{1:09:18.7} 1684 Z: so O ich hab jetzt gerade noch im spaß gesagt
{1:09:20.7} 1685 Z: jetzt mein ichs ernst
1686 Q: da liegt ihre federtasche
{1:09:23.6} 1687 U: <<flüsternd> scheuklappen (unverständlich) >
1688 P: wo? | wo liegt die?
1689 Q: nö | die bring ich ihr jetzt nicht
{1:09:29.8} 1690 Z: geht gleich weiter O
1691 T: das pferd ist einfach so
1692 Q: da aufm fensterbrett
{1:09:32.7} 1693 T: wir haben noch zwanzig minuten vor uns
{1:09:34.3} 1694 V: (unverständlich)
1695 Z: hm?
1696 T: wir haben noch zwanzig minuten vor uns
{1:09:35.9} 1697 Z: ich weiß
1698 S: (unverständlich)
1699 R: (unverständlich)
{1:09:37.1} 1700 Z: X
1701 P: ach ich weiß warum | zum bauen | dass die da platz hat
{1:09:38.6} 1702 Z: der machts ja ganz genau
{1:09:40.0} 1703 T: hä? ich auch
{1:09:42.7} 1704 T: mei- meine rechnung war perfekt

{1:09:44.8} 1705 P: nee ist auch von | wenn ich denn schulranzen mach dann ist der so leer und
 {1:09:46.9} 1706 T: ich hab einfach alle nebeneinander gestellt
 {1:09:49.1} 1707 Z: jo | wirst du gleich deinem partner erklären
 1708 R: (unverständlich)
 {1:09:54.3} 1709 Z: gleich | gut
 {1:09:55.8} 1710 T: aber was komisch ist | bei dem ähm weil der sattel ist ja drauf
 1711 und das pferd kann ja dann nach
 1712 P: <<flüsternd> (unverständlich) dass du X gesehen hast (unverständlich) schimpft X mit dir weil du X nicht gesehen hast<>
 {1:10:01.0} 1713 V: (unverständlich)
 1714 W: (unverständlich)
 {1:10:03.0} 1715 U: die SCHEU | weißt du was scheuklappen sind?
 {1:10:04.6} 1716 Z: das geht ja nicht nur um den sattel den er aufm rücken hat da | sondern er hatte scheuklappen gehabt
 {1:10:08.4} 1717 Z: gut | nächste aufgabe
 {1:10:09.9} 1718 Z: U hör mal schnell zu
 1719 T: ach es kann nicht es kann nur nach hinten ((bedeckt mit den Handflächen X Augen))
 1720 U: ja ich bin fertig bin fertig
 1721 Q: ((singt))
 {1:10:12.5} 1722 Z: ich geh vorne zu O mach das mit O zusammen
 1723 T: hä?

Phase VII – Partnerarbeit zur Rangfolge

{1:10:15.0} 1724 T: hä aber was (ist denn?)
 {1:10:17.1} 1725 O: (was denn)
 {1:10:17.8} 1726 Z: jeder hat einen linken und jeder hat einen rechten partner höchstwahrscheinlich
 {1:10:21.4} 1727 Z: es fangen DIE X partner an | also U Q S W
 1728 P: hallo
 1729 Q: hallo P
 1730 T: (unverständlich)
 1731 R: ja
 {1:10:27.6} 1732 Z: ihr erklärt euren nachbarn | also den X partnern
 1733 Q: hallo
 {1:10:30.4} 1734 Q: und O
 {1:10:32.7} 1735 Z: im ersten schritt wie ihr vorgegangen seid
 {1:10:36.1} 1736 Z: wie habt ihrs überprüft | ja?
 {1:10:39.7} 1737 T: meins ist so einfach
 {1:10:41.4} 1738 Z: naja gehts ja schneller | wenn ihr fertig seid wechselt ihr die rollen
 {1:10:44.9} 1739 Z: dass der X partner es dem X erzählt | O von mir hörst du leider nix | aber ich hör von dir was
 {1:10:49.9} 1740 Z: aufgabe verstanden?
 {1:10:50.8} 1741 T: haha o
 {1:10:51.9} 1742 S: ähm
 {1:10:52.8} 1743 Z: iPad öffnen | wir gucken mal wieder ob alles gefilmt wird | jawoll
 {1:10:56.3} 1744 R: ja
 {1:10:56.8} 1745 Z: dann reingehen in die app
 1746 *: geh mal kurz super | geh mal kurz raus aus der app
 1747 R: ja bei dir nicht
 {1:10:59.1} 1748 O: winkelfarm
 {1:11:00.4} 1749 T: wurde immer noch gefilmt
 {1:11:02.2} 1750 Z: los gehts | aber flüstern
 1751 P: bei mir nicht | bei mir wird nicht gefilmt
 {1:11:03.6} 1752 *: da ist wieder ausgemacht
 1753 Q: bei ihr wird nicht gefilmt
 1754 R: ich habs ihm auch schon gesagt aber
 {1:11:05.7} 1755 T: erklär mir mal deinen schritt den du gemacht hast
 1756 W: werden wir die ganze zeit gefilmt wenn wir was aufm iPad machen?
 1757 S: hast du gar nicht
 {1:11:07.3} 1758 **: mhmh | also nich ihr sondern das was ihr da aufm
 1759 *: bei dir ist alles gut?
 1760 R: S ich hab dir das gesagt | es ist nicht da ausmachen
 {1:11:09.5} 1761 T: man U du machst alles falsch
 1762 Q: bei mir ist alles gut
 {1:11:12.0} 1763 Z: so | U los gehts du erklärst zuerst T
 1764 *: warte mal kurz
 {1:11:14.0} 1765 Z: und O erklärts mir | los gehts
 1766 S: zauberhände
 1767 **: ja die zauberhände
 1768 V: ((summt O Tannenbaum))
 1769 O: also das ist | soll ich das weg machen oder so bleiben?
 1770 Q: (unverständlich) ich erklär dir als erstes warte | ich hab mir erstmal alle ge- tiere geholt
 1771 *: (achtung)
 {1:11:17.5} 1772 T: <<Kopfstimme> help me<>
 1773 *: (legs so hin)
 {1:11:19.0} 1774 Z: wie du vorgehen willst
 {1:11:21.0} 1775 T: <<singend> es ist passiert oh | der dino ist abgeschmiert oh<>
 1776 O: ähm | ich hab das gesehen was das pferd
 1777 *: perfekt | nee jetzt nicht
 1778 R: nee
 1779 S: jetzt gehts ne?
 1780 **: nee
 {1:11:25.5} 1781 W: <<singt> (unverständlich)<>
 1782 O: also das das hier | der (-) ähm
 1783 *: warte bis der rote streifen zu sehen ist | gut
 1784 **: lass los warte | aber hier noch nicht
 1785 S: winkelfarm
 {1:11:30.8} 1786 Q: also alle tiere hab ich mir erstmal geholt | dann hab ich n paar tiere

1787 * : also von ganz unten
{1:11:33.8} 1788 O: der schenkel | nee
1789 Q: ähm halt weggepackt | hab schon gesehen dass das hier das kleinste sichtfeld hat
1790 S: wir sollen ja also | ich hab das so gemacht ich hab mir jetzt erstmal alle
{1:11:39.5} 1791 * : X zuerst oder?
1792 S: ich hab mir erstmal
{1:11:41.1} 1793 Z: X zuerst
{1:11:41.8} 1794 * : okay
{1:11:42.2} 1795 Z: X zuerst X
1796 ** : bei dir hats ja eben geklappt ne?
1797 S: ähm also
{1:11:43.1} 1798 * : X erklärt erst demjenigen der X sitzt
1799 U: alter
1800 Q: also hab ich | konnt ich das dann wegnehmen
{1:11:44.9} 1801 Z: genau
1802 T: U erklär mir
1803 W: nö
1804 Q: dann hab ichs einfach weggenommen
{1:11:46.3} 1805 U: man
1806 O: also
1807 S: sollen wir
{1:11:47.1} 1808 T: dann erklär ich es dir halt
1809 W: ich hab alle schnittpunkte (unverständlich)
1810 O: erst hab ich alle tiere genommen
1811 P: ja
1812 Q: ja
1813 * : ihr könnt das gerne zeigen
1814 S: die sachen (aufzeigen)?
{1:11:48.6} 1815 U: nein T ich muss jetzt kurz
1816 O: dann hab ich ähm
1817 Q: dann hab ich gesehen dass das das größte sichtfeld hat weil das ist halt so viel
{1:11:50.2} 1818 T: man U deine app spinnt komplett
1819 S: okay
1820 * : aber X muss zuhören
{1:11:52.9} 1821 U: jaha
1822 Z: zeig es mir ruhig
1823 O: mh
1824 Q: hab ich das auch weggenommen
1825 R: ich hör dir zu
1826 S: was?
1827 R: ich hör dir zu
{1:11:56.3} 1828 T: <<singend> es ist passiert>
1829 W: ich hab jetzt immer zwei zusammen gemacht und halt geguckt welches von den beiden größer ist
1830 O: dann hab ich vergleich
1831 Q: dann hab ich das schaf auf die ente gelegt
1832 S: okay
{1:11:59.3} 1833 Z: zeig mir das mal was du genau gemacht hast O
1834 V: du?
1835 W: ja
1836 Q: genau
1837 S: ich hab (.) die kuh genommen
{1:12:02.2} 1838 U: was ist das?
1839 O: ah
1840 S: und hab die
{1:12:03.3} 1841 Z: ist ja jetzt egal | fang mal einfach mit zwei sachen an
1842 T: och U das dauert jetzt tausend jahre
1843 U: ja aber meine
1844 W: und wenn dann eins größer war und dann hab ich das mit den anderen noch ausprobiert und dann hab ich nacheinander na halt die größeren aufgeschrieben
1845 Q: so | und dann hab ich gesehen dass das dass das schaf
1846 S: hier hin gestellt | und dann hab ich
{1:12:06.8} 1847 Z: oder mit drei oder vier | ich weiß ja nicht wie du vorgegangen | du sollst mir jetzt erklären | ganz wichtig in der mathematik X
1848 Q: weil (.) hier ist ja grün | hier ist ja blau also dass das schaf
1849 S: die kat- die katze genommen und die hier hin gemacht
{1:12:11.5} 1850 W: kapiert?
{1:12:13.1} 1851 Z: sachen erklären zu können
1852 O: also ich hab | ich dachte erst dass die beide gleich groß sind
1853 Q: eine kl- eine kleinere also eine größere hat als die ((macht pinch-geste))
1854 S: dann hab ich (.) die beiden noch genommen
{1:12:16.7} 1855 Z: genau
1856 O: dann hab ich das ähm das schaf | also das übereinander gemacht
1857 S: und hab die so hingestellt | und dann hab ich geguckt halt
{1:12:20.8} 1858 W: was müssen wir jetzt da noch erklären? (unverständlich)
1859 V: <<flüsternd> (unverständlich)>
1860 Z: hmhm
1861 Q: also ein größeres sich- ein größeres sichtfeld hat als die ente
1862 R: ganz schön verwirrend
1863 S: <<lachend> ich weiß>
{1:12:23.7} 1864 T: ich kann dich sehen | aber auch riechen | kamera | hei dudeldi
1865 V: jetzt muss ichs dir erklären (unverständlich)
1866 O: so auf punkt auf punkt
1867 Z: aha | sehr schön | guck mal jetzt kann man schonmal näher ranzoomen | das mach ich jetzt mal O damit du auch siehst was punkt auf punkt bedeutet | guck mal genau so | jawoll
1868 Q: ja | (- - -) und dann ähm (- -) hab ich

1869 S: dann hab ich geguckt ähm | mach ich das mal so | besser | hab ich dann hab ich geguckt welche das größte sichtfeld hat | man sieht hier
1870 (das größere) sichtfeld | größeres sichtfeld | zack zack
{1:12:35.4} 1870 * : könnt ihr ein bisschen (unverständlich)
1871 O: dann hab ich gesehen
1872 Q: die ente und das schaf (da genau)
1873 S: zack zack | und du bist dran
{1:12:37.4} 1874 W: was? | wir flüstern gar nicht
1875 * : ihr braucht nicht zu flüstern (unverständlich)
1876 O: dass ähm die ente niedrigen sichtfeld hatte?
{1:12:38.5} 1877 T: U das dauert viel zu lange
1878 R: ja | ich bin dran ähm also
{1:12:40.3} 1879 U: JAHA T
1880 V: okay | also | ich hab als erstes so gemacht
1881 P: also
1882 R: ich habs einfach so gemacht | dam dam dam (-) dam
{1:12:43.0} 1883 Q: warte
{1:12:43.8} 1884 U: ich kann guck mal ich kann hier nur zwei sichtfelder bewegen
1885 Z: nich niedriger sondern was haben wir dazu gesagt?
1886 S: (unverständlich)
{1:12:46.7} 1887 T: hä? | iss ja dumm
1888 U: scheiße
1889 V: ich hab als erstes die kuh rausgeholt | nein die katze hab ich als erstes geholt weils (schon da stand)
1890 W: (unverständlich)
1891 O: ähm <<flüsternd> oah wie heißt es?
1892 Q: okay los
1893 P: also ich hab erstmal
1894 R: dam dam | so hab ich es gemacht
{1:12:51.9} 1895 Z: nicht niedriger sondern? | guck doch mal | ein was fürn sichtfeld?
1896 P: äh eine reingeholt dann hab ich geguckt welches
1897 R: und hab dann verglichen
{1:12:54.1} 1898 T: das funktioniert grad wieder nicht bei U ähm herr Z
1899 V: katze | dann hab ich geguckt wie au | wie weit die gucken | also wie groß die k-
1900 O: ein
1901 R: nein so hab ichs nicht gemacht
{1:12:57.7} 1902 U: ja warte ich machs doch grad
1903 Z: kleineres
1904 O: ein kleineres sichtfeld
1905 P: äh tier eben (-) den größten blick hat weil
1906 R: ich habs so gemacht | ich hab mir immer (.) zum beispiel die katze
{1:13:01.3} 1907 Z: okay die ente hat ein kleineres sichtfeld | bist du dir sicher?
1908 R: reingenommen und hab dann verglichen
{1:13:03.8} 1909 U: so das ist ähm
1910 W: ich pack die kuh nach ganz unten
1911 V: wo ist die kuh? | und dann hab ich dann die kuh rausgeholt
1912 O: mh ja
1913 Z: guck mal | aber | wir holen mal das pferd raus
1914 P: und das war dann äh (-) das pferd mit scheuklappen
1915 Q: das pferd
1916 S: ganz schön kompliziert
1917 R: ja war klar dass du das sagst ja
{1:13:10.5} 1918 T: tarnklappenjohnny
1919 W: ja aha interessant
1920 Q: nein das pferd ohne scheuklappen
{1:13:13.2} 1921 T: tarnklappenjohnny
1922 U: man ist das scheiße
1923 W: das find ich jetzt sehr interessant | interessant | interessant
1924 P: oh äh | das hat das kleinste | nee | das das größte hat | das war das pferd ohne scheuklappen weil welches war
1925 R: ja (come on come on) *hhh | so und dann kommt der und der | da hat der (gewonnen) und
{1:13:21.7} 1926 U: ist das bescheuerte schaf aus | aus
1927 V: und dann hab ich gesehen dass die ((lacht))
1928 W: uninteressant ((lacht))
1929 P: das ist das ohne scheuklappen oder? | ja | weil das hat auch nur son kleines sichtfeld nur
1930 Q: ja ((hält sich die Handflächen neben die Augen))
1931 S: ähm | wer hat bei dir gewonnen?
1932 R: jetzt kommt der und der | nee der da hat gewonnen oder?
{1:13:29.0} 1933 U: so jetzt kann ich gar nichts mehr bewegen oder was?
1934 V: und dann hab ich gesehen dass die kuh mehr als die katze sehen kann ((lacht))
1935 Z: hat die ente ein größeres oder ein kleineres? | ente ist die blaue
1936 O: mh (-) n bisschen größer
1937 P: und das kann das alles sehen und dann hab ich | und das hab ich die ganze zeit gemacht | und dann bin ich zu dem ergebnis gekommen
1938 S: äh? aber bei den menschen hat doch der andere gewonnen der ohne fernglas
1939 R: da hat der gewonnen also der (.) erster zweiter
{1:13:35.5} 1940 U: hey jetzt kann ich gar nichts mehr | ach doch jetzt hä?
1941 V: denn hab ich den mensch mit dem ohne fernglas | die kann nämlich am meisten nix sehen
1942 Z: mhmh hat n etwas | sicher?
1943 O: größeren
1944 P: und dann hab ich die nicht gelöscht aber ichs machs jetzt
1945 S: äh R?
{1:13:40.0} 1946 Z: sicher? | guck mal welcher bereich ist denn jetzt größer?
1947 S: mach mal mal bitte die beiden menschen okay?
{1:13:43.4} 1948 Z: der bereich oder der bereich?
{1:13:45.6} 1949 T: herr Z?
1950 V: ((lacht))
1951 W: hätt ich ja gar nicht gedacht

1952 O: der bereich
1953 R: beide menschen
1954 S: ja
{1:13:48.1} 1955 Z: der bereich ist größer | also?
1956 S: das hier ist sein nicht äh das ist sein sichtfeld
{1:13:49.5} 1957 U: fertig
1958 V: ((spricht von nun an kein Deutsch, wiederholt immer den gleichen Satz))
1959 W: ((spricht von nun an kein Deutsch, wiederholt immer den gleichen Satz))
{1:13:50.4} 1960 T: okay jetzt funktioniert
1961 Z: welches sichtfeld das nicht sehfel- also ein in
1962 R: nein
1963 S: doch | guck mal der guckt durch das | der guckt doch durch das fernglas so R
{1:13:54.5} 1964 Z: die schaf hat einen größeren bereich der nicht zu sehen ist
1965 U: also warte | ich hab alle tiere übereinandergelegt
1966 T: hä wie machst du
1967 S: das kann ja sonst nicht sein | der kann ja nicht nach hinten gucken
{1:13:59.3} 1968 Z: oder der zu sehen ist
1969 U: und hab dann geguckt welcher
1970 O: ja
{1:14:01.2} 1971 Z: na was denn nun was denn nun von beidem
1972 S: das geht ja nich
{1:14:02.6} 1973 R: ähm herr Z
1974 U: also welche das größere sichtfeld haben
1975 O: also die ente kann weiter sehen als also so weil also mehr so ohne den kopf zu bewegen kann sie weiter sehen als das schaf
{1:14:04.1} 1976 S: herr Z
1977 U: also das kleinere das größere | hier das pferd mit scheuklappen hat das größte
1978 S: äh wir brauchen (.) kurz mal hilfe
{1:14:09.4} 1979 *: technische hilfe?
1980 S: mhmh
1981 U: das hier | hat das größte
{1:14:11.2} 1982 *: was geht nicht?
{1:14:11.8} 1983 U: das zweitgrößte hat warte
1984 S: R denkt dass das hier das nicht sichtfeld ist
1985 R: S will mir jetzt irgendwie
{1:14:14.3} 1986 Z: und das siehst du?
{1:14:16.1} 1987 T: zeig mal jetzt dein ergebnis
{1:14:17.4} 1988 U: und das erste ist die ente | die ente hat das
1989 Z: guck mal | jetzt liegen die beiden
1990 S: von dem menschen
{1:14:19.8} 1991 T: ich habs genauso wie du
1992 Z: schnittpunkte übereinander
1993 R: das ist das nicht sichtfeld
1994 *: warum denkst du das?
{1:14:21.3} 1995 U: ja guck mal
1996 Z: ich dreh jetzt mal
1997 R: weil das (.) hat herr Z gesagt ist das nicht sichtfeld
{1:14:23.9} 1998 T: so kamerad ja klatsch ein wir haben alles richtig man (unverständlich)
1999 U: (unverständlich)
2000 Z: wir zoomen mal näher ran
2001 R: also dass was (.) (man dunkler machen konnte)
{1:14:29.2} 2002 T: okay also ich hab (-) erstmal alle tiere nebeneinander gemacht und dann hab ich geguckt welche ähm erst hab ich mit dem kleinsten
2003 angefangen dann hab ich einfach hier geguckt
2003 Z: so wir zoomen mal näher ran | so jetzt dreh ich mal die ente ein bisschen
2004 *: ja das sieht bei jedem ein bisschen anders | manchmal sind die heller manchmal sind die dunkler | das kommt auf die farbe
2005 drauf an | du kannst mal | mach mal wieder an | mach mal die frau nochmal an
2005 S: genau
{1:14:38.3} 2006 T: und dann hab ich einfach die zahl aufgeschrieben | fertig man
2007 Z: so
2008 Q: (hallo P)
2009 P: hallo Q
2010 *: wenn du jetzt mal die hintergrundfarbe wegnimmst
{1:14:41.6} 2011 U: locker easy
2012 P: ich hab dich ganz
2013 Q: wir werden aber (unverständlich)
2014 *: dann siehst du es ein bisschen besser
{1:14:43.6} 2015 T: das war voll einfach | hat nichtmal fünf minuten gedauert | es waren zwei minuten
2016 V: <<flüsternd> wir werden nicht gefilmt | (unverständlich) >
2017 W: (unverständlich)
2018 Z: so die ente sieht das die blauen schenkel sind weiter auseinander wenn wir so wollen als die grünen oder?
2019 P: (unverständlich)
2020 *: das farbige ist immer das sichtfeld
2021 R: mh warum?
{1:14:48.2} 2022 T: alter der stift sieht voll nice aus
2023 Z: das heißt der bereich
2024 P: Q Q Q Q
2025 S: na weil die doch (.) nicht nach hinten gucken können oder?
{1:14:51.7} 2026 T: gute qualität U
2027 Z: der nicht zu sehen ist
2028 O: also
2029 R: aber
{1:14:54.1} 2030 Q: den hat ich auch mal
2031 V: traust du dich die zunge rauszustrecken | zehn sekunden?
2032 Z: ist bei der ente größer
2033 R: herr Z hat gesagt

{1:14:55.1} 2034 **Z:** also wer kann mehr sehen?
2035 **Q:** also nicht so einen
{1:14:56.4} 2036 **T:** der ist aber runter ge-
2037 **O:** das schaf
2038 **P:** Q Q
{1:14:57.7} 2039 **Z:** das schaf | jawoll
2040 **Q:** (unverständlich) jetzt nicht
2041 **W:** nein
2042 **Q:** man nein jetzt nicht
2043 **R:** herr **Z** hat gesagt das ist das sichtfeld
{1:14:58.5} 2044 **Z:** gut
2045 **R:** zum beispiel bei der kuh
{1:14:59.7} 2046 **Z:** also muss ganz oben?
2047 **U:** was sollen wir machen wenn wir fertig sind
2048 **T:** X
2049 **V:** fünf | vier?
2050 **W:** nein gar nichts
2051 **★:** ja?
{1:15:01.8} 2052 **Z:** höchstwahrscheinlich was sein?
2053 **V:** ich hab mich schon getraut | (unverständlich)
2054 **W:** hab ich schon gemacht grad
{1:15:03.1} 2055 **P:** Q ich hab ne idee | und zwar
2056 **O:** die ente
2057 **R:** bei der kuh ist das dann das sichtfeld
{1:15:04.7} 2058 **Z:** nö warum?
{1:15:05.3} 2059 **O:** äh die kuh
{1:15:06.2} 2060 **Z:** naja guck mal jetzt gehts weiter | mach mal weiter
2061 **P:** so dass das so hoch steht
2062 **★:** ja | richtig | und hier ist das farbige dieser schmale teil
2063 **S:** genau und das hier ist ja hier das farbige
{1:15:10.0} 2064 **O:** ähm die kuh
2065 **Q:** (unverständlich)
{1:15:12.2} 2066 **T:** X
2067 **O:** hat niedriges sichtf- also n kleineres sichtfeld als die ente und das schaf
2068 **P:** also ich machs jetzt
2069 **Q:** weil wirs nicht dürfen
2070 **S:** und wenn du die kuh jetzt wegmachst ist da alles weiß
2071 **Z:** das problem ist | das problem ist dass die kuh ein grünes sichtfeld hat | dadurch ist das heller auf dem grünen hintergrund
{1:15:17.4} 2072 **V:** oder so zu machen?
2073 **P:** was?
2074 **Q:** dürfen wir nicht
{1:15:19.3} 2075 **T:** *h also nimmst bringst du X dann mit | also nimmst du X dann mit wenn ihr losfahrt von euch zu hause?
2076 **W:** <<lachend> ja peace>
2077 **Z:** mhmh
2078 **O:** also hat die kuh das niedrigste sichtfeld
2079 **P:** dürfen wir uns aussuchen
2080 **Q:** wir dürfens nicht wir dürfens nicht | hallo V deine schuld
2081 **★:** und bei dem menschen wirds dunkler| also man kann jetzt nicht immer sagen das hellere ist das (unverständlich)
{1:15:26.1} 2082 **U:** hä?
2083 **R:** achso dann hab ich ja
{1:15:27.4} 2084 **T:** also ihr fährt | wenn ach das geht ja gar nicht mehr
2085 **U:** uh nein
2086 **W:** oder traust du dich ähm äh so zu machen | dumm also
2087 **Z:** das kleinste | mhmh
2088 **O:** das kleinste
2089 **P:** was ist X schuld?
{1:15:30.5} 2090 **T:** (unge) zockt | und du hast früher hast früher (unverständlich) | das heißt ungespielt | ungespielt
2091 **Z:** was haste noch?
2092 **O:** aber hier gibts keine kuh
2093 **Q:** ach wir ärgern uns im moment gegenseitig
{1:15:35.4} 2094 **Z:** aber du hast doch gar keine kuh
2095 **S:** das hat mich am anfang auch verwirrt
{1:15:37.0} 2096 **Z:** mensch
2097 **P:** hast du geweint?
{1:15:37.7} 2098 **Z:** warum haben wir ne kuh reingeholt wenn du gar keine kuh hast?
2099 **Q:** ja
2100 **S:** aber dann hab ich gemerkt naja man kann ja äh
2101 **R:** stop
{1:15:39.5} 2102 **U:** das heißt eigen- | ja heißt es auch
2103 **P:** ich bin doch X
2104 **S:** kein mensch kann ja nach hinten gucken
{1:15:41.2} 2105 **T:** naja unge spielt
2106 **U:** naja es heißt unge spielt aber dadurch | also man spricht es unge spielt aus aber es soll bedeuten un-ge-spielt also dass X es noch nie gespielt hat
2107 **V:** nein
2108 **S:** ähm ich hab | ich hab alles richtig wenn ich geschätzt hab | ich hab doch alles richtig
2109 **Z:** du hast n pferd mit (.) pferd und n pferd mit scheuklappen | kannst erstmal ganz einfach sagen vom ohne lange zu überlegen | welches hat n größeres sichtfeld mhmh
2110 **O:** von dem pferd? | also das
2111 **Q:** was macht man eigentlich hier? | (- - -) voll geil
2112 **R:** okay ((macht geräusche))
{1:15:52.1} 2113 **U:** aber es wird UN-GE-spielt ausgesprochen
2114 **W:** man muss | da muss es die das größte sichtfeld haben
2115 **Z:** naja klar | weil dann bräucht man nem pferd ja keine scheuklappen aufbinden

2116 P: ach stimmt
 {1:15:54.9} 2117 T: woher weißt du das?
 2118 U: (unverständlich)
 2119 S: ja | die kuh hatte das größte sichtfeld
 2120 Z: weißt du warum man nem pferd scheuklappen aufm- äh aufsetzt?
 {1:15:58.3} 2121 T: U wetten du weißt es gar nicht wetten du lügst mich nur an
 2122 V: wir müssen das jetzt überprüfen?
 2123 Z: siehste hier
 2124 O: damit die nich so scheu sind?
 2125 P: oah das sieht cool aus da sieht man alles so besser
 {1:16:01.3} 2126 Z: nö naja klar im endeffekt ja
 {1:16:02.8} 2127 S: die kuh hatte das größte sichtfeld
 2128 Z: aus folge dessen damit sie nicht scha scheu sind aber hauptsächlich warum?
 {1:16:03.7} 2129 T: U ist X
 2130 W: aber was ist wenn du falsch überprüfst?
 2131 V: frag doch mal
 2132 S: hä guck doch mal
 2133 O: wenn die irgendwo langreiten oder so?
 {1:16:08.9} 2134 T: alter die ente ist geil | die ist behindert
 S: das ding ist | die kuh hat | das hier ist die kuh ihr sichtfeld nicht das
 2136 Z: naja klar | sch- pferde die
 {1:16:12.5} 2137 T: die hatte gar keinen platz | konnte man gerade gar nicht bewegen
 2138 W: ja boah au ja
 2139 S: ja und das ist das größte | guck wenn du dann jetzt noch die die
 2140 Z: kutschen werden oftmals in solchen scheuklappen rausgestellt | damit die wirklich nur an der straße langlaufen und nicht von links und rechts überall abgelenkt werden
 {1:16:15.8} 2141 Q: warum ist die geistig behindert?
 2142 W: aber aber was ist wenn wir jetzt zum beispiel
 {1:16:18.3} 2143 T: weil sie es einfach kann
 2144 V: bei mir ist das mensch ohne fernglas
 2145 S: guck mal
 2146 Z: daher gibts die scheuklappen 0 | ja?
 {1:16:21.7} 2147 T: alter man finger | du sollst dich nicht bewegen | du lebst gar nicht
 2148 S: so und jetzt könnt ihr mal gucken | welches hat das größte sichtfeld?
 2149 W: mensch mit fernglas
 2150 O: also sehen die nur die straße nicht die
 {1:16:24.9} 2151 Z: in dem augenblick nur die straße | also sehen sie weniger als ein pferd ohne scheuklappen
 2152 T: ist doch so | guck dir mal das pferd bewegt sich einfach
 2153 Q: ((lacht))
 {1:16:28.6} 2154 V: ohne
 2155 Z: logischerweise
 2156 W: mit mit mit
 2157 S: ohne
 {1:16:31.5} 2158 U: <<lachend> guck dir die ente an | guck dir die >
 2159 W: guck | das das ist das
 2160 S: hä? das mit fern das mit das mit ist das kleinste
 2161 O: also das pferd also das normale pferd at also kann am also hat größte
 2162 Q: jetzt ist da nur noch son steinkreis
 {1:16:34.8} 2163 T: hä lol wie geht das?
 2164 W: guck guck hier | das kann die kuh alles nicht sehen
 2165 S: guck mal das ist das sichtfeld von
 2166 P: mh stimmt
 {1:16:36.5} 2167 U: guck dir das an | guck dir die hörner an
 2168 Q: T
 2169 Q: schaut mal
 {1:16:38.0} 2170 Z: jawoll | jawoll
 2171 O: größte sichtfläche?
 2172 Q: schaut mal
 2173 P: U guck mal
 {1:16:39.5} 2174 W: und das kann der mensch der mensch mit fernglas alles nich sehen
 {1:16:40.5} 2175 U: ja wow
 2176 T: ja wow kann ich auch (unverständlich)
 {1:16:41.0} 2177 Z: dann
 2178 S: nein | das KANN er sehen | das kann er nicht sehen | wieso
 2179 O: also das ist schonmal richtig
 {1:16:44.0} 2180 S: das kann die nicht sehen
 {1:16:45.3} 2181 Z: äh S | wem sollst du das erklären | der ganzen klasse?
 {1:16:49.9} 2182 Z: oder wem?
 {1:16:51.2} 2183 S: meinem partner
 {1:16:52.0} 2184 Z: aha | hat R dir das schon erklärt?
 {1:16:54.4} 2185 S: ja
 {1:16:57.5} 2186 T: <<flüsternd> winkelfelder>
 {1:16:59.6} 2187 V: <<flüsternd> W guck mal | (unverständlich)>
 {1:17:03.7} 2188 Z: sitzt immer noch schief
 {1:17:06.5} 2189 Z: du sitzt immer noch schief
 {1:17:09.7} 2190 Z: rutsch richtig ran
 {1:17:11.9} 2191 T: macht man nicht mehr
 2192 P: <<flüsternd> ich bin irgendwie müde>
 {1:17:15.7} 2193 Z: okay | gut

Diskussion der Handlungsstrategien

{1:17:17.2} 2194 Z: habt ihr euch gegenseitig alles erklärt?
 2195 W: (unverständlich) dann kann ich trotzdem das hier sehen ((bewegt die rechte Hand um sich herum))
 {1:17:19.1} 2196 P: mhmh

2197 T: ja | richtig
2198 S: ja
2199 U: ja
{1:17:19.9} 2200 Z: gut
{1:17:20.7} 2201 Z: dann | iPad zuklappen
2202 V: aber nicht da
{1:17:22.8} 2203 P: (unverständlich)
2204 W: nee das nicht
{1:17:27.2} 2205 Z: app könnt ihr jetzt schließen | wir sind durch mit der app
2206 U: T die stehen alle ineinander T T
{1:17:29.6} 2207 Z: genau
2208 W: augen rausnehmen | da rein tun und dann kann ich sehen
{1:17:31.0} 2209 Z: einfach schließen
2210 T: guck mal wie gut ich geraten hab
{1:17:32.7} 2211 U: die stehen alle ineinander
{1:17:34.0} 2212 V: oder man kann auch so machen ((lacht))
2213 T: ich hätte das nach da packen müssen
{1:17:35.8} 2214 Z: sch
{1:17:36.8} 2215 T: das nach da | und die vier nach da | fertig
{1:17:40.0} 2216 Z: X
{1:17:46.0} 2217 Z: iPad nach oben schieben
{1:17:47.9} 2218 T: <<flüsternd> guck mal U | rollentausch | (heul leise)>
{1:17:53.6} 2219 Z: so U erklär mal gleich | wie bistn vorgegangen?
{1:17:56.0} 2220 U: also ich hab erst | ich hab alle tere übereinander geschoben
{1:18:01.0} 2221 U: also alle tere die ich drauf hatte | ente schaf pferd ohne scheuklappen und pferd mit scheuklappen
{1:18:06.4} 2222 Z: welche tere hast gehabt?
{1:18:08.0} 2223 V: scheuklappen
{1:18:08.6} 2224 U: ente schaf pferd ohne scheuklappen und pferd mit scheuklappen
{1:18:13.5} 2225 Z: du hast sie alle (.) übereinander geschoben
{1:18:16.1} 2226 U: ja | übereinander geschoben
{1:18:17.2} 2227 Z: fertig
2228 V: (unverständlich)
{1:18:19.0} 2229 U: also hehe
{1:18:19.9} 2230 T: ha falsch
{1:18:20.5} 2231 U: aber ich | ich hab | ich bin
{1:18:21.9} 2232 Z: merkste selber [frei-] | ist nicht so [richtig schön]
{1:18:22.8} 2233 U: [ja] [also ich bin] in winkelfelder gegangen
{1:18:27.0} 2234 Z: aha | du bist also weg von der realität
{1:18:29.0} 2235 U: ja
{1:18:29.2} 2236 Z: hin zur mathematik | jawoll
{1:18:32.6} 2237 U: dann hab ich ähm ziemlich nah rangezoomt
{1:18:34.9} 2238 W: realität | mathematät ((lacht))
{1:18:36.1} 2239 U: dann hab ich erstmal alle roten punkte ex- äh übereinander gemacht
{1:18:39.8} 2240 T: häha | das wird schwer
{1:18:43.8} 2241 U: dann hab ich alle sichtfelder (-) übereinander gemacht | dann hab ich alle sichtfelder so gesch- | also hab ich alle NICHT sichtfelder
so geschoben dass sie | fa- dass sie (.) ziemlich ineinander sind
{1:18:55.5} 2242 Z: wie dass sie ziemlich ineinander | also du hast sie gedreht?
{1:18:58.7} 2243 U: ja ich hab die win- ich hab die NICHT sichtfelder gedreht
{1:19:01.8} 2244 Z: du hast die nicht sichtfelder gedreht | das ist jetzt natürlich jetzt problem | wenn alle vier übereinander sind | was was haben wir
für ein problem?
{1:19:08.4} 2245 U: dass die sicht-
{1:19:09.4} 2246 Z: ähm | wartet mal
{1:19:19.7} 2247 Z: U
{1:19:20.2} 2248 U: dass die nicht sichtfelder alle in alle richtungen stehen
{1:19:24.9} 2249 Z: geh mal nach vorne kannst du mal machen | meine hände sind hier wirklich zu dick | mach du mal
{1:19:28.4} 2250 T: (wurstfinger)
2251 U: (okay)
{1:19:32.6} 2252 Z: erstmal | vollkommen richtig | du hast die scheitelpunkte übereinander gelegt | jawoll
{1:19:36.9} 2253 T: hab ich nicht
2254 U: (unverständlich)
{1:19:39.1} 2255 Z: (mach) mal hier unten auf dem iPad genau
{1:19:42.6} 2256 Z: siehst du bei dir klappts gleich
{1:20:01.8} 2257 Z: aha | U holt sich (.) immer das nach ganz oben welches winkelfeld X gerade bedienen möchte | ja?
{1:20:15.7} 2258 U: okay | fertig
{1:20:16.6} 2259 Z: fertig?
{1:20:17.2} 2260 U: ja
{1:20:19.2} 2261 Z: da oben ist doch noch eins | das gelbe oder? | welches ist das?
{1:20:22.7} 2262 U: ja aber es ist das vom pferd mit scheuklappen das | das kann überhaupt nicht weit gucken weil
{1:20:28.3} 2263 Z: ach aha | brauchsteste gar nicht erst vergleichen
{1:20:29.9} 2264 U: ja
{1:20:30.5} 2265 Z: weil du es ja siehst dass es das kleinste sichtfeld hat okay
2266 U: ja also vom (unverständlich) aus (unverständlich)
2267 T: so ((hält sich die Handflächen neben die Augen; bewegt danach den Kopf hin und her))
{1:20:33.6} 2268 Z: okay
{1:20:34.8} 2269 Z: dann mach dann mach das mal raus | jawoll
{1:20:36.6} 2270 Z: was kannst du eigentlich noch rausmachen was man ohne probleme schon sieht?
{1:20:39.6} 2271 U: ähm | das schaf
{1:20:42.5} 2272 Z: hm?
{1:20:43.2} 2273 U: oder hä? | ist das das schaf?
{1:20:46.1} 2274 O: <<flüsternd> das pferd>
{1:20:47.7} 2275 U: nein die ente
2276 Q: pferd
{1:20:49.0} 2277 Z: die ente?
{1:20:49.5} 2278 Q: es ist das pferd

{1:20:50.1} 2279 O: das ist das pferd
 2280 P: das pferd
 {1:20:50.8} 2281 Z: das ist das pferd was du gerade bewegt hast
 {1:20:51.8} 2282 U: ja das ist das größte
 {1:20:53.0} 2283 T: hä die kuh
 {1:20:53.7} 2284 Z: ja größte | genau | sieht man ja oder?
 {1:20:55.7} 2285 T: nee das pferd
 {1:20:56.3} 2286 U: ja
 {1:20:56.7} 2287 Z: mach das gleich raus und jetzt musst du
 {1:20:58.1} 2288 U: wir haben jetzt
 {1:20:58.4} 2289 Z: erklär mal bei den beiden bitte nochmal
 {1:21:00.3} 2290 U: je- jetzt muss man ganz genau gucken dass man die n beiden linien übereinander zieht
 {1:21:03.8} 2291 Z: was sind denn das für linien
 {1:21:04.7} 2292 U: das sind die äh begrenzungen?
 {1:21:06.7} 2293 Z: öh du bist doch in der mathematik
 2294 W: schenkel
 {1:21:08.3} 2295 O: schenkel
 {1:21:09.0} 2296 U: achso die schenkel
 {1:21:09.8} 2297 Z: mhmm
 {1:21:10.9} 2298 U: dass man die ganz genau übereinander (-) hat auch
 {1:21:17.0} 2299 U: dass man die ganz genau
 {1:21:20.8} 2300 U: kann ich (jetzt grad nicht) bewegen
 {1:21:25.9} 2301 Z: aber hattest du nicht irgendwas vorhin gesagt dass du die scheitelpunkte übereinander legen möchtest?
 {1:21:29.0} 2302 U: ja so
 {1:21:29.5} 2303 Z: achso | gut | dachte schon
 {1:21:33.0} 2304 U: dann hab ich den genau hin geschoben dass
 {1:21:37.2} 2305 Z: okay
 {1:21:38.7} 2306 Z: sehr schön | und was siehst du jetzt?
 {1:21:40.4} 2307 U: so und jetzt sieht man ganz klar dass (-) hier | (-) hier ist der unterschied (von den beiden)
 {1:21:46.3} 2308 Z: hmhm
 {1:21:47.9} 2309 U: das | sieht man ganz | wenn man die auseinander schiebt | jetzt kann man gucken
 {1:21:51.7} 2310 U: welch- | also welche ist blau und welcher ist grün
 {1:21:54.4} 2311 U: das schaf ist grün und (-) die ente ist
 {1:22:01.1} 2312 Z: gelb
 2313 U: bl-
 {1:22:01.9} 2314 U: ja gelb genau
 {1:22:04.0} 2315 U: <<leise> (wasn jetzt?)
 {1:22:06.2} 2316 Z: gut
 {1:22:06.5} 2317 U: (unverständlich)
 {1:22:09.5} 2318 U: man
 {1:22:14.4} 2319 U: <<leise> kannst du jetzt mal bitte-
 {1:22:15.9} 2320 Z: alles klar
 {1:22:17.4} 2321 Z: gut

Verweis auf Auswertung

{1:22:18.3} 2322 Z: wir versuchen mal jetzt (.) das was U uns gesagt hat | danke U setz dich mal hin | so und die wesentlichen sachen
 {1:22:25.1} 2323 Z: die wesentlichen drei punkte (.) festzuhalten | was U gemacht hat
 {1:22:34.9} 2324 Z: versucht mal zusammenzufassen
 {1:22:36.4} 2325 U: also ich (.) hab (.) erst alle (.) erst | erst alle
 {1:22:41.9} 2326 Z: so wart mal U | du bist mal nicht dran
 {1:22:43.1} 2327 U: okay
 {1:22:43.5} 2328 Z: P hat ja ganz doll aufgepasst gerade | hat ja nicht mehr geschrieben P | was hast du denn beobachtet | es gibt drei sachen die mir ganz wichtig sind
 {1:22:50.3} 2329 Z: was U vollkommen richtig gemacht hat damit es eigentlich wie ihr seht ziemlich einfach wurde
 {1:22:54.7} 2330 P: U hat erst alle (.) tere übereinander gemacht
 {1:22:58.6} 2331 Z: aha | in der realität alle tere übereinander gelegt | in der mathematik was übereinander gelegt?
 {1:23:04.6} 2332 P: die (-) schnittpunkte?
 {1:23:07.5} 2333 Z: nicht die schnittpunkte | wie heißen diese punkte bei winkeln?
 {1:23:10.2} 2334 P: scheitelpunkte?
 {1:23:10.9} 2335 Z: die scheitelpunkte übereinander gelegt | jawoll
 {1:23:13.8} 2336 P: dann
 {1:23:14.1} 2337 Z: was hat U noch gemacht? | P gut | die nächsten sind dran
 {1:23:20.6} 2338 Z: W
 {1:23:21.2} 2339 W: X hat die schenkel genau übereinander gelegt damit X sieht welche kleiner | welche sich- nicht sichtfelder größer sind
 2340 T: <<flüsternd> (unverständlich)
 2341 U: <<flüsternd> (unverständlich)
 {1:23:28.5} 2342 Z: jawoll | und?
 2343 V: <<flüsternd> (unverständlich)
 {1:23:33.6} 2344 Z: eine sache fehlt noch | was X eigentlich gleich zum anfang gemacht hat | was X eigentlich automatisch schon weggeschaltet hat weil X es gesehen hat
 {1:23:42.4} 2345 Z: R
 {1:23:42.9} 2346 R: X hat alle | alle | die die man gesehen hat | also die die das kleinste sichtfeld haben | die man gesehen hat hat X aus (.) aus (-) aus der | aus- hä? aus
 {1:23:59.2} 2347 P: <<flüsternd> ausgeschaltet
 2348 Q: <<flüsternd> ausgeschaltet
 {1:24:01.0} 2349 R: ausgeschaltet
 {1:24:02.0} 2350 Z: ausgeschalten ja | bei welchem U hat denn das pferd mit scheuklappen das pferd ohne scheuklappe | wenn man die beiden öffnet | was hat man gleich gesehen | da brauch man nicht lange überlegen
 {1:24:10.6} 2351 U: dass das pferd mit scheuklappen ähm (.) überhaupt nicht sehen kann weil wenn man sich | kann man ja auch selbst | gucken wenn man die hände hier hin ((hält sich die Handflächen abschirmend neben die Augen))
 2352 Q: ((hält sich die Handflächen abschirmend neben die Augen))
 2353 T: ((hält sich die Handflächen abschirmend neben die Augen))
 {1:24:17.7} 2354 U: ganz dicht dann kann man (.) sehr wenig sehen
 {1:24:19.9} 2355 Z: (genau) | hab ich O schon erklärt | genau das ist auch der grund warum man die scheuklappen benutzt

2356 S: ((hält sich die Handflächen abschirmend neben die Augen))
 2357 P: ((hält sich die Handflächen abschirmend neben die Augen))
 2358 V: ((hält sich die Handflächen abschirmend neben die Augen))
 {1:24:24.0} 2359 Z: warum die kutschen durch potsdam fahren
 {1:24:25.3} 2360 U: ja
 {1:24:25.5} 2361 Z: die pferde alle scheuklappen haben
 {1:24:26.4} 2362 U: ich weiß auch warum
 {1:24:27.4} 2363 Z: und der grund | warum sollen die pferde weniger sehen | U?
 {1:24:29.5} 2364 U: ähm | dass sie nicht vor irgendwelchen sachen scheuen
 {1:24:31.9} 2365 Z: ist ja dann
 2366 U: und deswegen heißen die auch scheuklappen
 {1:24:33.7} 2367 Z: richtig
 2368 U: dass die da nicht irgendwie
 {1:24:35.1} 2369 P: abgelenkt sind
 {1:24:36.3} 2370 Z: genau | abgelenkt sind | sehr schön
 {1:24:38.3} 2371 Z: so bevor wir jetzt gleich nochmal auf die (.) anfangssituation zurückgehen | möchte ich mal ganz kurz von euch (.) mal hören (-) ähm
 {1:24:46.1} 2372 Z: gibt es in der app noch probleme | oder gibt es irgendwas was euch nicht so gefällt?
 {1:24:52.9} 2373 Z: U
 {1:24:53.5} 2374 U: mh dass man manchmal ziemlich lange braucht um (-) na wenn man | wenn man die (-) ähm (.) schenkel bewegen will
 {1:25:02.5} 2375 Z: hmhm
 {1:25:03.0} 2376 U: dass da manchmal ganz andere schenkel bewegt | dass das nicht so klar ist wenn man die jetzt (unverständlich)
 2377 P: (ja)
 {1:25:07.0} 2378 Z: aber du hast ja schon ne ganz tolle lösung gefunden | du hast ja immer quasi variiert wie en- entsprechend die rangfolge
 {1:25:10.2} 2379 U: ja aber ich habe das nur so gemacht damit ich (.) andere bewegen konnte
 {1:25:14.4} 2380 Z: okay
 {1:25:14.8} 2381 U: und es ist immer noch nicht ganz (-) klar wann man welche bewegen kann | also wenn | wenn das oben steht dass man dann das bewegen kann
 {1:25:21.5} 2382 Z: hmhm
 {1:25:22.0} 2383 U: das ist nicht ganz klar
 {1:25:22.8} 2384 Z: okay | gut | Q
 {1:25:25.7} 2385 Q: also das | also wenn man das | also wenn man das tier (auch so) | also so drehen will | dann dreht man meistens so das
 {1:25:31.9} 2386 P: ja
 {1:25:32.5} 2387 Q: so eher das feld als (echte) tiere
 2388 O: hmhm ((nickt))
 {1:25:34.7} 2389 Z: liegt (auch an den) wurstfingern
 {1:25:35.7} 2390 Q: h°
 2391 O: oh
 {1:25:37.1} 2392 T: wurstfingern
 2393 Z: aber das ist nicht schwer | müssen wir nächstes mal größere IPads mitbringen
 {1:25:39.9} 2394 T: wurstfinger | wurst
 {1:25:41.7} 2395 Z: noch irgendjemand was?
 {1:25:42.6} 2396 T: (kann ich immer betonen)
 {1:25:45.1} 2397 Z: P?
 {1:25:46.0} 2398 P: ((schüttelt den Kopf))
 {1:25:46.7} 2399 Z: okay | gut

Bezug zum Unterrichtseinstieg

{1:25:48.5} 2400 Z: so viel erstmal dazu (zu ab) | jetzt kommen wir mal zurück jetzt | spulen wir mal wieder zur ausgangssituation zurück | zu 0 der vorne
 {1:25:54.7} 2401 R: ((macht Rückspulgeräusche und -gesten))
 {1:25:56.1} 2402 Z: X der kopf festgehalten wurde | X (.) sich eigentlich gerne mal umdreh | konnt X in dem augenblick nicht | konnte nicht gucken was hinten los ist
 {1:26:02.3} 2403 T: hahahahaha
 {1:26:03.4} 2404 O: ((dreht sich nach hinten um)) hallo
 {1:26:04.0} 2405 Z: ähm | nichtsdestotrotz
 {1:26:08.0} 2406 Z: (na) mal gucken wo wars jetzt | wo war | wir haben unten unten unten
 2407 T: O brauch scheuklappen
 {1:26:12.6} 2408 Z: sehr gut | ich muss mal gerade erst aufräumen
 2409 T: O
 {1:26:13.9} 2410 R: O braucht auch scheuklappen
 2411 T: (O braucht scheuklappen)
 {1:26:14.7} 2412 Z: da ham wirs
 {1:26:19.0} 2413 Z: ich brauch jetzt | ich möchte jetzt eigentlich gar nicht viel zu sagen | jetzt seid ihr dran
 {1:26:22.9} 2414 T: (they see me rollin)
 {1:26:24.3} 2415 Z: was hat denn jetzt diese ausgangssituation damit zu tun was wir am ende der app kennengelernt haben? | indem wir die sichtfelder miteinander verglichen haben? | U
 {1:26:30.8} 2416 U: man kann in der | also man kann ah sehen | also man kann deutlich sehen dass 0 ähm ein kleineres sichtfeld hat als manche tiere
 {1:26:39.0} 2417 Z: aha | was issn o?
 {1:26:40.8} 2418 U: ein mensch
 {1:26:41.9} 2419 Z: ein mensch | logischerweise | in der mathematik?
 {1:26:44.3} 2420 R: ein gegenstand
 {1:26:46.1} 2421 Z: oah | also ein körper oder was?
 2422 O: ((lacht))
 {1:26:49.2} 2423 Z: gut | O istn körper | okay in der mathematik | aber wir sin- sind bei winkelfeldern
 2424 T: O du körper
 {1:26:53.2} 2425 Z: was issn o?
 {1:26:54.5} 2426 P: ein säugetier
 {1:26:55.1} 2427 Z: was ihr gerade kennengelernt habt
 {1:26:56.8} 2428 T: <<summend> (they see me rollin)>
 {1:26:59.4} 2429 Z: was issn | U
 2430 T: (they hatin)
 {1:27:01.6} 2431 U: ein (.) lebewesen?
 {1:27:02.9} 2432 Z: wir sind immer noch beim thema winkelfelder
 {1:27:05.3} 2433 U: hä | achs-
 {1:27:06.5} 2434 Z: hm

{1:27:06.7} 2435 P: scheidelpunkt
 {1:27:07.6} 2436 Z: aha | da wo O saß da ist der scheidelpunkt
 {1:27:11.1} 2437 T: (they hatin)
 {1:27:13.2} 2438 Z: was ist die grüne fläche die wir hier alles markiert haben?
 {1:27:15.7} 2439 T: U
 {1:27:16.2} 2440 R: mh
 {1:27:17.4} 2441 Z: P
 {1:27:18.0} 2442 P: die begrenz- | das sicht- das sichtfeld?
 {1:27:21.2} 2443 Z: das sichtfeld | okay was ist das in wirklichkeit?
 {1:27:24.5} 2444 P: hä sei- das die begrenzung?
 2445 T: (unverständlich)
 {1:27:30.6} 2446 Q: die unendliche fläche?
 2447 T: <<flüsternd> O O O
 {1:27:32.8} 2448 Z: eine unendliche fläche | aber guck mal hier oben ist ja schluss | warum istn da schluss?
 {1:27:37.9} 2449 Z: R?
 {1:27:38.4} 2450 R: weil da auch unser klassenraum schluss ist
 {1:27:40.5} 2451 Z: aha | weil dort was ist logischerweise?
 {1:27:42.8} 2452 R: ne wand
 {1:27:43.4} 2453 Z: ne wand wenn was ist denn wenn die wand nicht da wäre | könnt man weiter gucken?
 {1:27:46.0} 2454 O: ja
 2455 R: dann könnt X weiter schauen
 {1:27:47.4} 2456 Z: aha | sehr schön
 2457 O: <<lachend> dann könnt X weiter schauen->
 {1:27:48.6} 2458 T: dann könnt X weiter fernsehen
 {1:27:49.5} 2459 Z: so was fehlt denn jetzt noch? | wir haben die unendliche fläche | wir haben den scheidelpunkt | und?
 {1:27:54.8} 2460 ((Schulkingel))
 2461 U: die scheidel fehlen noch
 {1:27:56.1} 2462 Z: hm?
 {1:27:56.5} 2463 U: die scheidel fehlen | äh die scheidel
 {1:27:57.7} 2464 Z: die scheidel ((lacht))
 {1:28:00.4} 2465 R: äh | die unendliche fläche?
 {1:28:02.2} 2466 Z: haben wir doch schon | ist doch schon drin
 2467 T: (unverständlich)
 {1:28:03.1} 2468 Q: oah man
 {1:28:03.9} 2469 S: ah ich weiß
 {1:28:04.5} 2470 Z: S
 {1:28:05.0} 2471 S: der | der ähm hier der schenkel
 {1:28:07.9} 2472 Z: ma | nicht der schenkel sondern?
 {1:28:10.2} 2473 R: die schenkel
 {1:28:11.7} 2474 Z: die schenkel
 2475 T: die schenkel
 2476 W: schenkel | schenkels
 {1:28:13.2} 2477 Z: jawoll
 2478 T: und die schenkel
 {1:28:14.1} 2479 Z: und jetzt gucken wir mal | ungefähr dort was ausgemalt wurde | ein schenkel liegt ungefähr hier ((quietscht auf der Tafel))
 {1:28:18.9} 2480 O: ((zieht scharf Luft ein))
 2481 T: oah
 {1:28:20.0} 2482 Z: und ein schenkel (.) naja
 {1:28:22.9} 2483 Z: kann der sch- | ich muss mal kurz einzeichnen | kann der schenkel so laufen?
 {1:28:25.6} 2484 O: ?mh?mh
 2485 R: nein
 2486 S: nein
 2487 T: nein
 {1:28:26.8} 2488 Z: ist das n strahl?
 {1:28:27.9} 2489 R: nein
 2490 T: nein
 2491 Q: nein
 {1:28:29.4} 2492 Z: R wie muss denn der schenkel laufen?
 {1:28:31.6} 2493 R: er müsste gerade laufen
 {1:28:34.8} 2494 Z: ungefähr so | ja?
 {1:28:37.1} 2495 R: ja
 2496 T: ja
 {1:28:38.1} 2497 Z: X
 {1:28:42.4} 2498 ((die Tür öffnet sich))
 {1:28:43.3} 2499 Z: tür zu
 {1:28:44.5} 2500 T: hi ((lacht))
 {1:28:45.9} 2501 Z: vielleicht gibts ja unter uns nen adlerauge | der es vielleicht sogar so gucken kann
 {1:28:51.0} 2502 U: ja | kann ich | könnt ich
 {1:28:51.7} 2503 R: ich auch
 {1:28:52.5} 2504 Z: wer wer denkt dass er ein adlerauge ist?
 {1:28:54.5} 2505 T: ICH ich
 {1:28:55.6} 2506 Z: ta du vollkommen klar T
 {1:28:57.1} 2507 T: ich kann am besten in die erste klasse
 {1:28:58.4} 2508 R: ja ja ist klar
 {1:28:59.0} 2509 Z: okay | gut
 {1:29:00.3} 2510 T: ich kann besser als R sehen
 {1:29:00.6} 2511 Z: so meine lieben | an dieser stelle
 {1:29:02.2} 2512 R: ist klar T

B Beispiel für Transkript der Bildschirmaufzeichnung

Dargestellt ist der Auszug aus dem Transkript der Bildschirmaufzeichnung von Schüler/-in ① (zweiter Untersuchungsdurchgang). Die erste Spalte stellt die »Unixzeit« (2020) dar, d. h. die vergangenen Sekunden seit 1970, wobei zur Anonymisierung des Untersuchungszeitraums X dargestellt sind.

```
XXXXXX2959.48832 app-state|state: started
XXXXXX2984.0429 switch-animal|name: horse| to: true
XXXXXX2986.01843 animal-translate-via-handler|name: horse|animal-center: (2286.0, 1267.0)
XXXXXX2986.11618 animal-translate-via-handler|name: horse|animal-center: (2282.0, 1443.0)
XXXXXX2986.11648 animal-translate-via-handler|name: horse|animal-center: (2282.0, 1443.0)
XXXXXX2991.44917 background-began|touches: [UITouch: 0x10335f620] phase: Began tap count: 1 force: 0.000 window: <UIWindow: 0x103206690; frame = (0 0; 1024 768); gestureRecognizers = <NSArray: 0x1c405f6e0>; layer = <UIWindowLayer: 0x1c4029060> view: <Angle_Farm.MeadowView: 0x10330fe50; frame = (387 59; 650 650); transform = [0.125, 0, 0, 0.125, 0, 0]; layer = <CALayer: 0x1c002c380> location in window: {789, 532} previous location in window: {3216, 3784}
XXXXXX2991.55091 background-moved|touches: [UITouch: 0x10335f620] phase: Moved tap count: 1 force: 0.000 window: <UIWindow: 0x103206690; frame = (0 0; 1024 768); gestureRecognizers = <NSArray: 0x1c405f6e0>; layer = <UIWindowLayer: 0x1c4029060> view: <Angle_Farm.MeadowView: 0x10330fe50; frame = (387 59; 650 650); transform = [0.125, 0, 0, 0.125, 0, 0]; layer = <CALayer: 0x1c002c380> location in window: {795.5, 522} previous location in window: {789, 532} location in view: {3268, 3704} previous location in view: {3216, 3784}
XXXXXX2991.56775 background-moved|touches: [UITouch: 0x10335f620] phase: Moved tap count: 1 force: 0.000 window: <UIWindow: 0x103206690; frame = (0 0; 1024 768); gestureRecognizers = <NSArray: 0x1c405f6e0>; layer = <UIWindowLayer: 0x1c4029060> view: <Angle_Farm.MeadowView: 0x10330fe50; frame = (387 59; 650 650); transform = [0.125, 0, 0, 0.125, 0, 0]; layer = <CALayer: 0x1c002c380> location in window: {795.5, 512.5} previous location in window: {795.5, 522} location in view: {3268, 3628} previous location in view: {3268, 3704}
:
XXXXXX2994.7501 switch-animal|name: sheep| to: true
XXXXXX2997.08591 animal-translate-via-handler|name: sheep|animal-center: (1974.0, 4449.0)
XXXXXX2997.16458 animal-translate-via-handler|name: sheep|animal-center: (1866.0, 4233.0)
XXXXXX2997.16642 animal-translate-via-handler|name: sheep|animal-center: (1866.0, 4233.0)
XXXXXX2997.21079 animal-translate-via-handler|name: sheep|animal-center: (1770.0, 4101.0)
XXXXXX2997.23027 animal-translate-via-handler|name: sheep|animal-center: (1742.0, 4065.0000000001)
XXXXXX2997.24718 animal-translate-via-handler|name: sheep|animal-center: (1718.0, 4033.0000000001)
XXXXXX2997.26551 animal-translate-via-handler|name: sheep|animal-center: (1694.0, 3997.0000000001)
XXXXXX2997.26661 animal-translate-via-handler|name: sheep|animal-center: (1686.0, 3985.0000000001)
XXXXXX2997.28257 animal-translate-via-handler|name: sheep|animal-center: (1666.0, 3961.0000000001)
:
XXXXXX6213.11086 animal-translate-via-handler|name: sheep|animal-center: (2084.77647208613, 1625.09727531186)
XXXXXX6213.19032 animal-translate-via-handler|name: sheep|animal-center: (2084.77647208613, 1625.09727531186)
XXXXXX6214.76422 switch-lines|to: true
XXXXXX6215.76154 state-activatedView|to: math
XXXXXX6215.76396 switch-point|to: true
XXXXXX6216.71675 background-began|touches: [UITouch: 0x10332af00] phase: Began tap count: 1 force: 0.000 window: <UIWindow: 0x103206690; frame = (0 0; 1024 768); gestureRecognizers = <NSArray: 0x1c405f6e0>; layer = <UIWindowLayer: 0x1c4029060> view: <Angle_Farm.AnimalMathView: 0x10331eee0; frame = (0 0; 1024 768); gestureRecognizers = <NSArray: 0x1c005f860>; layer = <CALayer: 0x1c002f300> location in window: {748, 149} previous location in window: {748, 149} location in view: {748, 149}
XXXXXX6216.8016 background-moved|touches: [UITouch: 0x10332af00] phase: Moved tap count: 1 force: 0.000 window: <UIWindow: 0x103206690; frame = (0 0; 1024 768); gestureRecognizers = <NSArray: 0x1c405f6e0>; layer = <UIWindowLayer: 0x1c4029060> view: <Angle_Farm.AnimalMathView: 0x10331eee0; frame = (0 0; 1024 768); gestureRecognizers = <NSArray: 0x1c005f860>; layer = <CALayer: 0x1c002f300> location in window: {744.5, 145.5} previous location in window: {748, 149}
XXXXXX6216.81844 background-moved|touches: [UITouch: 0x10332af00] phase: Moved tap count: 1 force: 0.000 window: <UIWindow: 0x103206690; frame = (0 0; 1024 768); gestureRecognizers = <NSArray: 0x1c405f6e0>; layer = <UIWindowLayer: 0x1c4029060> view: <Angle_Farm.AnimalMathView: 0x10331eee0; frame = (0 0; 1024 768); gestureRecognizers = <NSArray: 0x1c005f860>; layer = <CALayer: 0x1c002f300> location in window: {738.5, 145.5} previous location in window: {744.5, 145.5} location in view: {738.5, 145.5} previous location in view: {744.5, 145.5}
XXXXXX6216.83574 angle-rotate|name: duck|touch-position: (2697.84553824393, 516.168271517249)|animal-rotation: 0.57237032711753
XXXXXX6216.92432 angle-rotate|name: duck|touch-position: (2513.11798961445, 472.521521045343)|animal-rotation: 0.421228573519036
XXXXXX6216.92465 angle-rotate|name: duck|touch-position: (2513.11798961445, 472.521521045343)|animal-rotation: 0.421228573519036
XXXXXX6216.97193 angle-rotate|name: duck|touch-position: (2416.5156222797, 450.476827493525)|animal-rotation: 0.335588535170887
XXXXXX6216.98987 angle-rotate|name: duck|touch-position: (2387.06678904168, 444.6890621074)|animal-rotation: 0.309355720868503
:
XXXXXX6676.76603 point-translate|name: duck||animal-center: (6474.78428475723, 13425.3213137918)
XXXXXX6676.78206 point-translate|name: duck||animal-center: (6649.1468708898, 13590.6909184928)
XXXXXX6676.78216 point-translate|name: duck||animal-center: (6649.1468708898, 13590.6909184928)
XXXXXX6678.20499 state-activatedView|to: animals
:
XXXXXX7463.14559 app-state|state: closed
```


C Diskurs zur Codierung

Dargestellt sind alle von Erst- und Zweitcodierer vergebenen Codes. Davon sind diejenigen mit (x) markiert, die letztlich der finalen Codierung entsprechen. Von diesen sind in den Entwicklungszyklen jedoch nur diejenigen von Relevanz, die innerhalb der jeweiligen Analyseeinheiten liegen.

Neben den Bezeichnungen für die Kategorien K1 bis K4 gelten folgende Abkürzungen:

PB	Tier lässt sich nicht bewegen	URM	Wechsel in Winkelfeldmodus
PD	Tier lässt sich nicht drehen	UMR	Wechsel in Tiermodus
PA	An- und Ausschalten des Tieres funktioniert nicht		
PR	Tier liegt außerhalb des Steinkreises		
PZ	erfolgloses Zoomen, weil Tier berührt wird		

C.1 Erster Untersuchungsdurchgang

Schüler/-in [Ⓐ]

Aspekterarbeitung

Beginn	Ende	Code	Codierer	Diskurs-Kommentar
0:14:05.2	0:14:19.4	K1	Zweitcodierer	Code entfernt, weil Konfiguration von Tafel nur »kopiert« wurde
0:14:24.1	0:14:24.6	K1	Erstcodierer	Code entfernt, weil Konfiguration von Tafel nur »kopiert« wurde
0:14:24.5	0:14:26.3	K1	Zweitcodierer	Code entfernt, weil Konfiguration von Tafel nur »kopiert« wurde
0:15:48.3	0:15:51.7	K2 (x)	Erstcodierer	stimmt überein
0:15:49.5	0:15:53.5	K2	Zweitcodierer	stimmt überein
0:17:01.2	0:17:06.1	K1 (x)	Zweitcodierer	überzeugende Abweichung
0:17:06.1	0:17:24.5	K2 (x)	Erstcodierer	stimmt überein
0:17:06.2	0:17:24.6	K2	Zweitcodierer	stimmt überein
0:17:15.8	0:17:16.6	K2	Erstcodierer	zeitlich Teilmenge anderer Codierung
0:23:52.2	0:23:56.5	PB (x)	Erstcodierer	stimmt überein
0:23:55.1	0:23:56.9	PB	Zweitcodierer	zeitlich Teilmenge anderer Codierung
0:24:02.0	0:24:02.4	PB (x)	Erstcodierer	Code durch Erstcodierer
0:24:07.7	0:24:10.9	K2 (x)	Erstcodierer	stimmt überein
0:24:10.7	0:24:45.9	K2	Zweitcodierer	Code entfernt, weil neue Codierregel (Präzises Ausrichten an Begrenzung)
0:24:11.8	0:24:15.5	K2	Erstcodierer	zeitlich Teilmenge anderer Codierung
0:24:12.5	0:24:23.2	K1 (x)	Zweitcodierer	neu mit K1: Präzises Ausrichten an Begrenzung
0:24:15.6	0:24:20.5	K2	Erstcodierer	zeitlich Teilmenge anderer Codierung
0:24:20.6	0:24:21.3	K2	Erstcodierer	zeitlich Teilmenge anderer Codierung
0:24:22.2	0:24:23.2	K2	Erstcodierer	entfernt, weil kein Bezug zu Lernhandlung erkennbar
0:24:23.3	0:24:25.3	K1 (x)	Erstcodierer	neu mit K1: Präzises Ausrichten an Begrenzung
0:24:25.5	0:24:38.3	K2 (x)	Erstcodierer	Anfangszeit von 00:13:48.6 abgeändert, um andere Codierungen zu integrieren
0:24:25.5	0:24:28.6	K2	Erstcodierer	zeitlich Teilmenge anderer Codierung
0:24:28.7	0:24:33.9	K2	Erstcodierer	zeitlich Teilmenge anderer Codierung
0:24:41.2	0:24:46.9	K1 (x)	Zweitcodierer	neu mit K1: Präzises Ausrichten an Begrenzung
0:24:41.2	0:24:42.0	K2	Erstcodierer	Code entfernt, weil neue Codierregel (Präzises Ausrichten an Begrenzung)
0:24:43.3	0:24:44.5	K2	Erstcodierer	Code entfernt, weil neue Codierregel (Präzises Ausrichten an Begrenzung)
0:24:44.9	0:24:46.2	K2	Erstcodierer	Code entfernt, weil neue Codierregel (Präzises Ausrichten an Begrenzung)
0:24:57.5	0:25:13.8	K2	Zweitcodierer	Code entfernt, weil neue Codierregel (Präzises Ausrichten an Begrenzung)
0:24:59.5	0:25:12.2	K1 (x)	Zweitcodierer	neu mit K1: Präzises Ausrichten an Begrenzung
0:24:59.5	0:25:00.2	K2	Erstcodierer	Code entfernt, weil neue Codierregel (Präzises Ausrichten an Begrenzung)
0:25:01.5	0:25:06.4	K2	Erstcodierer	Code entfernt, weil neue Codierregel (Präzises Ausrichten an Begrenzung)
0:25:06.4	0:25:12.2	K2	Erstcodierer	Code entfernt, weil neue Codierregel (Präzises Ausrichten an Begrenzung)
0:25:12.2	0:25:21.0	K2	Erstcodierer	entfernt, weil kein Bezug zu Lernhandlung erkennbar
0:25:35.9	0:25:36.7	PZ (x)	Erstcodierer	Code durch Erstcodierer
0:25:36.9	0:25:43.5	K3 (x)	Erstcodierer	von K2 auf K3 geändert: Operationalisiertes Bewegten der Kuh
0:25:48.3	0:25:51.7	K2	Erstcodierer	entfernt, weil kein Bezug zu Lernhandlung erkennbar
0:25:52.0	0:25:56.9	K1 (x)	Erstcodierer	von K2 auf K1 geändert: Tier wird in Augennähe geschoben
0:26:01.4	0:26:03.1	K1 (x)	Erstcodierer	von K2 auf K1 geändert: Tier wird in Augennähe geschoben
0:26:06.9	0:26:12.4	K2	Erstcodierer	entfernt, weil kein Bezug zu Lernhandlung erkennbar

0:26:24.9	0:26:38.7	K3 (x)	Erstcodierer	von K2 auf K3 geändert: Operationalisiertes Bewegen der Kuh
0:26:40.0	0:26:43.6	K2	Erstcodierer	entfernt, weil kein Bezug zu Lernhandlung erkennbar
0:26:44.5	0:26:45.7	K1 (x)	Erstcodierer	von K2 auf K1 geändert: Tier wird in Augennähe geschoben
0:26:48.5	0:26:49.9	K2	Erstcodierer	entfernt, weil kein Bezug zu Lernhandlung erkennbar
0:27:21.5	0:27:23.8	K2	Erstcodierer	entfernt, weil kein Bezug zu Lernhandlung erkennbar
0:27:21.9	0:27:25.3	K2	Zweitcodierer	zeitlich Teilmenge anderer Codierung
0:27:23.5	0:27:27.5	K2 (x)	Erstcodierer	Anfangszeit von 00:16:38.0 abgeändert, um andere Codierungen zu integrieren
0:27:23.8	0:27:25.8	K1	Erstcodierer	Code entfernt, weil neue Codierregel: Hin- und Her-Bewegung am Steinkreis

Winkelfeldvergleich

Beginn	Ende	Code	Codierer	Diskurs-Kommentar
0:21:23.8	0:21:31.6	K1	Erstcodierer	entfernt wegen überzeugender Abweichung
0:21:28.1	0:22:26.4	K2 (x)	Zweitcodierer	überzeugende Abweichung
0:21:56.4	0:21:58.1	K1	Erstcodierer	entfernt wegen überzeugender Abweichung
0:22:21.9	0:22:30.5	K1	Erstcodierer	entfernt wegen überzeugender Abweichung
0:22:31.8	0:22:38.9	K1 (x)	Erstcodierer	Code durch Erstcodierer; Endzeit von 00:03:29.9 geändert, da gleichzeitig Bedienproblem
0:22:38.9	0:22:42.8	PD (x)	Zweitcodierer	überzeugende Abweichung
0:22:42.8	0:22:53.2	K2 (x)	Erstcodierer	Code durch Erstcodierer; Anfangszeit von 00:03:30.1 nach Diskurs geändert

Schüler/-in [®]

Aspekterarbeitung

Beginn	Ende	Code	Codierer	Diskurs-Kommentar
0:11:44.8	0:11:48.6	K1 (x)	Erstcodierer	Code durch Erstcodierer
0:12:24.2	0:12:26.8	K1 (x)	Erstcodierer	Code durch Erstcodierer
0:13:18.8	0:13:23.9	K1 (x)	Erstcodierer	Code durch Erstcodierer
0:13:26.7	0:13:28.8	K1 (x)	Erstcodierer	Code durch Erstcodierer
0:13:46.2	0:13:48.0	K1 (x)	Erstcodierer	Code durch Erstcodierer
0:13:52.8	0:13:53.3	K1	Zweitcodierer	Code entfernt, weil Konfiguration von Tafel nur »kopiert« wurde
0:13:53.8	0:14:01.5	K1	Zweitcodierer	Code entfernt, weil Konfiguration von Tafel nur »kopiert« wurde
0:14:07.0	0:14:08.0	K1	Zweitcodierer	Code entfernt, weil Konfiguration von Tafel nur »kopiert« wurde
0:14:11.9	0:14:13.7	K1	Zweitcodierer	Code entfernt, weil Konfiguration von Tafel nur »kopiert« wurde
0:14:20.6	0:14:35.9	K1	Zweitcodierer	Code entfernt, weil Konfiguration von Tafel nur »kopiert« wurde
0:14:36.1	0:14:51.0	PD (x)	Zweitcodierer	Endzeit von 00:04:01.0 abgeändert, um andere Codierungen zu integrieren
0:14:36.4	0:14:51.0	PD	Erstcodierer	stimmt überein
0:15:25.7	0:15:34.1	K1 (x)	Zweitcodierer	überzeugende Abweichung
0:15:47.7	0:15:51.0	K2	Zweitcodierer	zeitlich Teilmenge anderer Codierung
0:15:48.0	0:15:49.4	K2 (x)	Erstcodierer	stimmt überein
0:15:54.6	0:16:21.1	K1 (x)	Erstcodierer	Code durch Erstcodierer
0:16:47.7	0:16:54.9	K1 (x)	Erstcodierer	stimmt überein
0:16:48.3	0:16:50.6	K1	Zweitcodierer	zeitlich Teilmenge anderer Codierung
0:16:51.3	0:17:05.4	K2	Zweitcodierer	zeitlich Teilmenge anderer Codierung
0:16:55.0	0:17:10.8	K2 (x)	Erstcodierer	stimmt überein
0:17:11.4	0:17:14.9	PB (x)	Zweitcodierer	überzeugende Abweichung
0:17:18.5	0:17:23.7	PD (x)	Zweitcodierer	überzeugende Abweichung
0:17:59.3	0:18:25.3	K1 (x)	Erstcodierer	Code durch Erstcodierer
0:20:31.8	0:20:35.9	PB (x)	Zweitcodierer	überzeugende Abweichung
0:23:50.8	0:24:04.7	K2 (x)	Erstcodierer	Endzeit von 00:13:46.8 abgeändert, um Codierung auszuplitten
0:23:50.9	0:23:52.5	K2	Zweitcodierer	zeitlich Teilmenge anderer Codierung
0:23:59.9	0:24:06.0	K2	Zweitcodierer	zeitlich Teilmenge anderer Codierung
0:24:15.6	0:24:36.4	K1 (x)	Zweitcodierer	Endzeit von 00:13:33.2 abgeändert, um Codierungen zu vereinen
0:25:48.1	0:26:08.4	K1	Erstcodierer	von K2 auf K1 geändert: Tier wird in Augennähe geschoben
0:25:54.7	0:26:04.2	K2	Zweitcodierer	von K2 auf K1 geändert: Tier wird in Augennähe geschoben; zeitlich Teilmenge anderer Codierung
0:26:23.6	0:26:42.3	K1 (x)	Zweitcodierer	überzeugende Abweichung
0:27:16.7	0:27:18.4	K1 (x)	Erstcodierer	Code durch Erstcodierer
0:27:18.0	0:27:20.2	K2	Zweitcodierer	zeitlich Teilmenge anderer Codierung
0:27:18.6	0:27:20.4	K2 (x)	Erstcodierer	stimmt überein
0:27:20.4	0:27:41.7	K1 (x)	Zweitcodierer	überzeugende Abweichung
0:28:04.7	0:28:13.7	K1 (x)	Zweitcodierer	überzeugende Abweichung
0:28:27.3	0:28:32.5	K3	Erstcodierer	von K2 auf K3 geändert: Operationalisiertes Bewegen der Kuh

Winkelfeldvergleich

Beginn	Ende	Code	Codierer	Diskurs-Kommentar
0:21:20.3	0:21:22.4	K1 (x)	Erstcodierer	Code durch Erstcodierer
0:21:56.9	0:22:07.3	URM (x)	Zweitcodierer	überzeugende Abweichung
0:22:07.7	0:22:46.9	K3 (x)	Zweitcodierer	überzeugende Abweichung
0:22:47.3	0:22:47.9	URM (x)	Erstcodierer	Code durch Erstcodierer
0:22:54.4	0:22:58.2	K1 (x)	Erstcodierer	Code durch Erstcodierer
0:23:03.8	0:23:04.6	URM (x)	Erstcodierer	Code durch Erstcodierer
0:23:04.1	0:23:14.8	K2	Erstcodierer	entfernt nach Diskurs
0:23:05.3	0:23:48.8	K3 (x)	Erstcodierer	neu nach Diskurs
0:23:12.8	0:23:51.3	K1	Zweitcodierer	entfernt, weil keine überzeugende Abweichung
0:23:23.6	0:23:49.9	K3	Erstcodierer	entfernt, da zeitlich Teilmenge neuer Codierung

0:23:50.2	0:23:51.1	UMR (x)	Erstcodierer	Code durch Erstcodierer
0:23:51.2	0:23:54.0	URM (x)	Erstcodierer	Code durch Erstcodierer
0:23:54.1	0:23:56.8	K3 (x)	Erstcodierer	Code durch Erstcodierer
0:24:10.7	0:24:12.2	UMR (x)	Erstcodierer	Code durch Erstcodierer
0:24:12.1	0:24:13.5	URM (x)	Erstcodierer	Code durch Erstcodierer
0:25:12.8	0:25:19.5	K1	Erstcodierer	entfernt wegen überzeugender Abweichung

Schüler/-in ©

Aspekterarbeitung

Beginn	Ende	Code	Codierer	Diskurs-Kommentar
0:14:09.9	0:14:17.7	PD (x)	Zweitcodierer	stimmt überein
0:14:10.3	0:14:13.9	PD	Erstcodierer	zeitlich Teilmenge anderer Codierung
0:14:17.9	0:15:03.8	PA (x)	Zweitcodierer	stimmt überein
0:14:18.2	0:15:03.7	PA	Erstcodierer	zeitlich Teilmenge anderer Codierung
0:15:50.2	0:16:01.4	K2 (x)	Erstcodierer	stimmt überein
0:15:50.4	0:16:01.8	K2	Zweitcodierer	zeitlich Teilmenge anderer Codierung
0:16:07.8	0:16:09.6	PD (x)	Zweitcodierer	überzeugende Abweichung
0:16:14.4	0:16:16.5	K1	Zweitcodierer	zeitlich Teilmenge anderer Codierung
0:16:14.5	0:16:18.3	K1 (x)	Erstcodierer	stimmt überein
0:16:18.7	0:16:25.8	K2 (x)	Erstcodierer	Code durch Erstcodierer
0:16:43.3	0:16:56.5	K1 (x)	Erstcodierer	Endzeit von 00:06:10.2 abgeändert, um andere Codierungen zu integrieren
0:16:44.1	0:16:56.5	K1	Zweitcodierer	zeitlich Teilmenge anderer Codierung
0:16:56.8	0:17:25.4	PB (x)	Zweitcodierer	stimmt überein
0:16:58.5	0:17:25.0	PB	Erstcodierer	zeitlich Teilmenge anderer Codierung
0:17:48.9	0:17:57.6	K1 (x)	Erstcodierer	Code durch Erstcodierer
0:18:37.1	0:18:43.3	PR (x)	Zweitcodierer	überzeugende Abweichung
0:18:57.0	0:18:59.9	K1 (x)	Erstcodierer	Code durch Erstcodierer
0:22:59.3	0:23:22.2	K1 (x)	Erstcodierer	Code durch Erstcodierer
0:23:53.7	0:24:08.8	K2 (x)	Zweitcodierer	stimmt überein
0:23:54.9	0:24:24.6	K2	Erstcodierer	zeitlich Teilmenge anderer Codierung sowie Aufspaltung
0:24:08.9	0:24:13.5	K1 (x)	Zweitcodierer	Endzeit von 00:13:22.9 abgeändert, um Codierungen zu vereinen
0:24:11.4	0:24:12.9	K2	Zweitcodierer	entfernt, weil neu codiert
0:24:40.3	0:24:48.4	K1 (x)	Zweitcodierer	neu, weil Codierung aufgesplittet wurde
0:25:00.5	0:25:05.2	K1 (x)	Erstcodierer	Anfangszeit von 00:13:52.3 abgeändert, um Codierung auszusplitten
0:25:48.6	0:25:59.3	K2	Zweitcodierer	zeitlich Teilmenge anderer Codierung
0:25:50.2	0:25:59.3	K2 (x)	Erstcodierer	stimmt überein
0:26:28.3	0:26:49.2	K1 (x)	Erstcodierer	stimmt überein
0:26:35.3	0:26:50.3	K1	Zweitcodierer	zeitlich Teilmenge anderer Codierung
0:26:50.6	0:26:54.7	K2 (x)	Erstcodierer	Code durch Erstcodierer
0:27:52.4	0:27:56.8	K1 (x)	Erstcodierer	von K2 auf K1 geändert, weil Lernhandlung nicht verallgemeinerbar ist

Winkelfeldvergleich

Beginn	Ende	Code	Codierer	Diskurs-Kommentar
0:23:37.8	0:23:58.1	K2 (x)	Zweitcodierer	überzeugende Abweichung
0:24:03.2	0:24:13.2	K1 (x)	Erstcodierer	stimmt überein
0:24:07.5	0:24:15.5	K1	Zweitcodierer	zeitlich Teilmenge anderer Codierung
0:24:15.7	0:24:20.1	K2 (x)	Zweitcodierer	stimmt überein
0:24:16.2	0:24:22.5	K2	Erstcodierer	zeitlich Teilmenge anderer Codierung
0:24:28.6	0:24:35.9	K1 (x)	Zweitcodierer	stimmt überein
0:24:28.8	0:24:35.2	K1	Erstcodierer	zeitlich Teilmenge anderer Codierung
0:24:36.2	0:24:40.2	K2 (x)	Zweitcodierer	überzeugende Abweichung
0:25:35.9	0:25:44.0	PA (x)	Zweitcodierer	überzeugende Abweichung
0:25:55.1	0:26:09.0	PA (x)	Zweitcodierer	überzeugende Abweichung
0:27:10.6	0:27:15.9	K1	Zweitcodierer	zeitlich Teilmenge anderer Codierung
0:27:13.0	0:27:15.4	K1 (x)	Erstcodierer	stimmt überein
0:27:15.4	0:27:20.6	K2	Erstcodierer	zeitlich Teilmenge anderer Codierung
0:27:16.0	0:27:22.2	K2 (x)	Zweitcodierer	stimmt überein
0:27:53.6	0:28:02.5	K1 (x)	Erstcodierer	Code durch Erstcodierer
0:28:02.6	0:28:04.9	K2 (x)	Erstcodierer	Code durch Erstcodierer

Schüler/-in Ⓞ

Aspekterarbeitung

Beginn	Ende	Code	Codierer	Diskurs-Kommentar
0:12:30.7	0:12:33.2	K1 (x)	Erstcodierer	stimmt überein
0:12:31.7	0:12:32.7	K1	Zweitcodierer	zeitlich Teilmenge anderer Codierung
0:13:59.4	0:14:03.8	PD (x)	Erstcodierer	Code durch Erstcodierer
0:14:08.8	0:14:54.5	PA (x)	Zweitcodierer	stimmt überein
0:14:09.4	0:14:54.6	PA	Erstcodierer	zeitlich Teilmenge anderer Codierung
0:15:07.3	0:15:09.1	PD (x)	Erstcodierer	Code durch Erstcodierer
0:15:22.6	0:15:40.0	PB (x)	Erstcodierer	stimmt überein

0:15:29.1	0:15:39.9	PB	Zweitcodierer	zeitlich Teilmenge anderer Codierung
0:15:47.7	0:15:53.7	PB (x)	Zweitcodierer	stimmt überein
0:15:49.6	0:15:53.6	PB	Erstcodierer	zeitlich Teilmenge anderer Codierung
0:15:53.9	0:15:57.0	K2	Zweitcodierer	zeitlich Teilmenge anderer Codierung
0:15:54.0	0:15:57.4	K2 (x)	Erstcodierer	stimmt überein
0:16:24.4	0:16:29.0	K1	Zweitcodierer	zeitlich Teilmenge anderer Codierung
0:16:24.4	0:16:32.5	K1 (x)	Erstcodierer	stimmt überein
0:16:41.1	0:17:09.1	K1 (x)	Erstcodierer	stimmt überein
0:16:42.0	0:17:09.0	K1	Zweitcodierer	zeitlich Teilmenge anderer Codierung
0:17:09.3	0:17:18.0	PB (x)	Zweitcodierer	stimmt überein
0:17:11.1	0:17:18.1	PB	Erstcodierer	zeitlich Teilmenge anderer Codierung
0:17:18.2	0:17:25.5	K1 (x)	Erstcodierer	stimmt überein
0:17:18.4	0:17:26.1	K1	Zweitcodierer	zeitlich Teilmenge anderer Codierung
0:17:36.4	0:17:44.2	PD (x)	Zweitcodierer	überzeugende Abweichung
0:17:58.8	0:18:02.9	PB (x)	Zweitcodierer	überzeugende Abweichung
0:23:52.5	0:23:58.2	K2 (x)	Erstcodierer	Code durch Erstcodierer
0:23:53.9	0:24:09.3	K2	Zweitcodierer	entfernt, weil keine überzeugende Abweichung
0:23:58.1	0:24:08.7	K1 (x)	Erstcodierer	Code durch Erstcodierer
0:24:16.6	0:24:21.9	K1 (x)	Erstcodierer	von K2 auf K1 geändert: Tier wird in Augennähe geschoben
0:26:22.7	0:26:37.0	K1 (x)	Erstcodierer	stimmt überein
0:26:25.3	0:26:43.3	K1	Zweitcodierer	zeitlich Teilmenge anderer Codierung
0:27:17.2	0:27:35.7	K1 (x)	Erstcodierer	Code durch Erstcodierer
0:27:20.2	0:27:33.5	K2	Zweitcodierer	entfernt, weil keine überzeugende Abweichung

Winkelfeldvergleich

Beginn	Ende	Code	Codierer	Diskurs-Kommentar
0:21:17.0	0:21:34.0	K1 (x)	Zweitcodierer	stimmt überein
0:21:24.2	0:21:26.9	K1	Erstcodierer	zeitlich Teilmenge anderer Codierung
0:21:30.7	0:21:32.8	K1	Erstcodierer	zeitlich Teilmenge anderer Codierung
0:23:16.0	0:23:17.9	K1	Erstcodierer	zeitlich Teilmenge anderer Codierung
0:23:16.0	0:23:29.1	K1 (x)	Zweitcodierer	stimmt überein; Anfangszeit von 00:03:58.7 geändert, um andere Codierungen zu integrieren
0:23:58.0	0:24:01.3	K1 (x)	Zweitcodierer	überzeugende Abweichung
0:24:57.8	0:25:09.9	K1	Erstcodierer	entfernt, da gleichzeitig Bedienproblem
0:25:02.9	0:25:09.9	PD	Zweitcodierer	zeitlich Teilmenge anderer Codierung
0:26:22.7	0:26:31.3	PB (x)	Zweitcodierer	überzeugende Abweichung

Schüler/-in [®]

Aspekterarbeitung

Beginn	Ende	Code	Codierer	Diskurs-Kommentar
0:13:19.9	0:13:26.1	K1 (x)	Erstcodierer	Code durch Erstcodierer
0:13:53.4	0:14:08.2	PA	Zweitcodierer	zeitlich Teilmenge anderer Codierung
0:13:53.4	0:14:09.2	PA (x)	Erstcodierer	stimmt überein
0:14:13.6	0:14:33.0	PD (x)	Erstcodierer	Code durch Erstcodierer
0:14:34.3	0:15:23.0	PA	Zweitcodierer	zeitlich Teilmenge anderer Codierung
0:14:34.3	0:15:24.8	PA (x)	Erstcodierer	Anfangszeit von 00:03:46.6 abgeändert, um andere Codierungen zu integrieren
0:15:48.2	0:15:52.7	K2	Zweitcodierer	zeitlich Teilmenge anderer Codierung
0:15:49.3	0:15:53.7	K2 (x)	Erstcodierer	stimmt überein
0:16:44.4	0:16:54.1	K1 (x)	Erstcodierer	stimmt überein
0:16:46.1	0:17:11.3	K1	Zweitcodierer	zum Teil zeitlich Teilmenge anderer Codierung
0:16:54.2	0:17:32.0	PB (x)	Erstcodierer	stimmt überein
0:17:11.5	0:17:24.2	PB	Zweitcodierer	zeitlich Teilmenge anderer Codierung
0:18:32.5	0:18:55.1	PB (x)	Erstcodierer	stimmt überein
0:18:32.9	0:18:55.1	PB	Zweitcodierer	zeitlich Teilmenge anderer Codierung
0:18:53.3	0:19:42.4	K1 (x)	Zweitcodierer	stimmt überein
0:18:57.9	0:19:13.4	K1	Erstcodierer	zeitlich Teilmenge anderer Codierung
0:19:42.5	0:19:53.1	K2 (x)	Erstcodierer	Code durch Erstcodierer
0:19:53.2	0:20:22.6	PR (x)	Erstcodierer	stimmt überein
0:19:54.6	0:20:20.1	PB	Zweitcodierer	zeitlich Teilmenge anderer Codierung
0:20:22.0	0:20:39.9	K1	Zweitcodierer	zeitlich Teilmenge anderer Codierung
0:20:22.7	0:20:43.1	K1 (x)	Erstcodierer	stimmt überein
0:23:51.8	0:24:04.3	K1 (x)	Erstcodierer	stimmt überein
0:23:59.1	0:24:05.8	K1	Zweitcodierer	zeitlich Teilmenge anderer Codierung
0:24:04.2	0:24:10.9	K2 (x)	Erstcodierer	stimmt überein
0:24:05.9	0:24:09.9	K2	Zweitcodierer	zeitlich Teilmenge anderer Codierung
0:24:48.7	0:25:02.5	K3	Zweitcodierer	zeitlich Teilmenge anderer Codierung
0:24:49.2	0:24:56.4	K3 (x)	Erstcodierer	von K2 auf K3 geändert: Operationalisiertes Bewegen der Kuh
0:25:29.4	0:25:47.9	K3 (x)	Erstcodierer	von K2 auf K3 geändert: Operationalisiertes Bewegen der Kuh
0:26:11.9	0:26:30.4	K1	Erstcodierer	entfernt, weil kein Bezug zu Lernhandlung erkennbar
0:26:30.5	0:26:39.9	PB (x)	Erstcodierer	stimmt überein
0:26:34.6	0:26:38.2	PB	Zweitcodierer	zeitlich Teilmenge anderer Codierung
0:26:40.0	0:26:49.5	K1 (x)	Erstcodierer	
0:26:53.4	0:27:33.5	K1	Erstcodierer	entfernt, weil kein Bezug zu Lernhandlung erkennbar
0:27:42.6	0:28:02.2	PB (x)	Erstcodierer	stimmt überein
0:27:44.8	0:28:02.9	PB	Zweitcodierer	zeitlich Teilmenge anderer Codierung
0:28:02.3	0:28:09.5	K1 (x)	Erstcodierer	
0:28:09.6	0:28:18.1	PB (x)	Erstcodierer	Code durch Erstcodierer
0:28:18.1	0:28:29.4	K2 (x)	Erstcodierer	Code durch Erstcodierer

Winkelfeldvergleich

Beginn	Ende	Code	Codierer	Diskurs-Kommentar
0:19:57.7	0:21:50.1	PA (x)	Zweitcodierer	überzeugende Abweichung
0:22:23.3	0:22:38.5	K2 (x)	Erstcodierer	Code durch Erstcodierer
0:22:25.0	0:22:42.4	K3	Zweitcodierer	entfernt, weil keine überzeugende Abweichung
0:23:25.2	0:23:42.8	K2 (x)	Zweitcodierer	von K3 auf K2 geändert, da Schüler/-in sich stark an Tieren orientiert
0:23:39.5	0:23:43.0	K2	Erstcodierer	zeitlich Teilmenge anderer Codierung
0:23:45.4	0:23:45.6	URM (x)	Erstcodierer	Code durch Erstcodierer
0:23:48.2	0:24:20.6	K3 (x)	Zweitcodierer	stimmt überein
0:23:48.2	0:23:50.2	K3	Erstcodierer	zeitlich Teilmenge anderer Codierungen
0:23:54.4	0:24:03.9	K3	Erstcodierer	zeitlich Teilmenge anderer Codierungen
0:24:04.1	0:24:08.4	K3	Erstcodierer	zeitlich Teilmenge anderer Codierungen
0:24:20.8	0:24:21.0	UMR (x)	Erstcodierer	Code durch Erstcodierer
0:24:21.1	0:24:34.5	K2 (x)	Erstcodierer	Code durch Erstcodierer
0:24:35.2	0:24:35.9	URM (x)	Erstcodierer	Code durch Erstcodierer
0:24:36.0	0:24:39.0	K3 (x)	Erstcodierer	Code durch Erstcodierer
0:24:39.7	0:24:59.6	K3 (x)	Erstcodierer	Code durch Erstcodierer
0:24:59.7	0:25:00.9	UMR (x)	Erstcodierer	Code durch Erstcodierer
0:25:01.0	0:25:32.9	K2 (x)	Erstcodierer	Code durch Erstcodierer
0:25:16.6	0:25:17.1	URM (x)	Erstcodierer	Code durch Erstcodierer
0:25:59.7	0:26:51.0	K2 (x)	Erstcodierer	Code durch Erstcodierer
0:26:53.4	0:27:32.1	URM (x)	Erstcodierer	Code durch Erstcodierer
0:27:32.2	0:27:33.5	UMR (x)	Erstcodierer	Code durch Erstcodierer
0:27:40.7	0:27:43.0	URM (x)	Erstcodierer	Code durch Erstcodierer
0:29:03.7	0:29:04.8	UMR (x)	Erstcodierer	Code durch Erstcodierer
0:35:52.8	0:35:59.4	K3 (x)	Erstcodierer	Code durch Erstcodierer
0:36:01.2	0:36:10.8	K3 (x)	Erstcodierer	Code durch Erstcodierer
0:36:20.3	0:36:42.5	K3 (x)	Erstcodierer	Code durch Erstcodierer
0:36:42.5	0:36:46.9	K3 (x)	Erstcodierer	Code durch Erstcodierer
0:36:47.0	0:37:02.5	K3 (x)	Erstcodierer	Code durch Erstcodierer
0:39:22.4	0:40:05.0	K4 (x)	Zweitcodierer	überzeugende Abweichung
0:40:57.0	0:41:07.0	K3 (x)	Zweitcodierer	überzeugende Abweichung
0:41:33.8	0:41:35.4	K3 (x)	Erstcodierer	Code durch Erstcodierer

Schüler/-in ⑥**Aspekterarbeitung**

Beginn	Ende	Code	Codierer	Diskurs-Kommentar
0:13:16.1	0:13:17.3	K1 (x)	Zweitcodierer	überzeugende Abweichung
0:13:44.7	0:13:47.2	K1 (x)	Zweitcodierer	überzeugende Abweichung
0:13:53.3	0:13:57.5	PA (x)	Zweitcodierer	überzeugende Abweichung
0:14:27.2	0:14:51.6	PB (x)	Zweitcodierer	stimmt überein
0:14:29.9	0:14:51.2	PB	Erstcodierer	zeitlich Teilmenge anderer Codierung
0:15:45.9	0:15:53.8	K2	Erstcodierer	zeitlich Teilmenge anderer Codierung
0:15:49.8	0:15:53.8	K2 (x)	Zweitcodierer	stimmt überein
0:15:54.2	0:15:57.4	PB (x)	Zweitcodierer	überzeugende Abweichung
0:15:57.5	0:15:59.5	K1 (x)	Zweitcodierer	überzeugende Abweichung
0:16:53.8	0:16:57.9	K1	Zweitcodierer	zeitlich Teilmenge anderer Codierung
0:16:56.5	0:16:58.0	K1 (x)	Erstcodierer	stimmt überein
0:16:58.0	0:17:00.3	PB (x)	Zweitcodierer	überzeugende Abweichung
0:17:00.4	0:17:11.9	K1 (x)	Zweitcodierer	überzeugende Abweichung
0:17:14.1	0:17:17.1	K1 (x)	Zweitcodierer	überzeugende Abweichung
0:20:37.8	0:20:40.8	PB (x)	Zweitcodierer	überzeugende Abweichung
0:21:06.3	0:21:10.2	PB (x)	Zweitcodierer	überzeugende Abweichung
0:23:34.2	0:24:51.1	PR (x)	Erstcodierer	stimmt überein
0:23:36.0	0:24:49.2	PB	Zweitcodierer	zeitlich Teilmenge anderer Codierung
0:24:54.9	0:26:10.6	PB (x)	Zweitcodierer	stimmt überein
0:25:05.8	0:25:25.1	PB	Erstcodierer	zeitlich Teilmenge anderer Codierung
0:25:50.0	0:26:03.7	PB	Erstcodierer	zeitlich Teilmenge anderer Codierung
0:26:17.3	0:26:29.4	PB (x)	Erstcodierer	stimmt überein
0:26:17.7	0:26:29.1	PB	Zweitcodierer	zeitlich Teilmenge anderer Codierung
0:26:29.4	0:26:43.0	K2 (x)	Erstcodierer	Code durch Erstcodierer
0:27:04.7	0:27:19.4	K1 (x)	Erstcodierer	Code durch Erstcodierer
0:27:27.9	0:27:30.9	K2 (x)	Zweitcodierer	stimmt überein
0:27:28.0	0:27:42.9	K1	Erstcodierer	zeitlich Teilmenge anderer Codierung
0:27:43.4	0:27:46.8	K2 (x)	Zweitcodierer	überzeugende Abweichung
0:27:47.6	0:27:55.3	K1 (x)	Zweitcodierer	überzeugende Abweichung

Winkelfeldvergleich

Beginn	Ende	Code	Codierer	Diskurs-Kommentar
0:20:06.5	0:20:11.3	PA (x)	Zweitcodierer	überzeugende Abweichung
0:22:28.1	0:22:35.5	PB (x)	Zweitcodierer	überzeugende Abweichung
0:22:43.0	0:22:46.6	K1 (x)	Zweitcodierer	überzeugende Abweichung
0:23:00.6	0:23:06.4	PB (x)	Zweitcodierer	überzeugende Abweichung
0:23:11.0	0:23:17.0	K1 (x)	Erstcodierer	stimmt überein
0:23:11.4	0:23:17.0	K1	Zweitcodierer	zeitlich Teilmenge anderer Codierung
0:23:17.2	0:23:27.3	PR (x)	Zweitcodierer	überzeugende Abweichung

Schüler/-in ©

Aspekterarbeitung

Beginn	Ende	Code	Codierer	Diskurs-Kommentar
0:11:38.2	0:11:53.9	K1 (x)	Erstcodierer	stimmt überein
0:11:42.8	0:11:44.9	K1	Zweitcodierer	zeitlich Teilmenge anderer Codierung
0:11:50.6	0:11:53.0	K1	Zweitcodierer	zeitlich Teilmenge anderer Codierung
0:11:59.2	0:12:07.0	K1 (x)	Zweitcodierer	stimmt überein
0:12:01.0	0:12:11.5	K1	Erstcodierer	zeitlich Teilmenge anderer Codierung
0:12:13.9	0:12:20.7	K3	Erstcodierer	zeitlich Teilmenge anderer Codierung
0:12:14.1	0:12:16.6	K3 (x)	Zweitcodierer	von K2 auf K3 geändert: Operationalisiertes Bewegen der Kuh
0:13:11.3	0:13:30.7	K1 (x)	Erstcodierer	stimmt überein
0:13:11.6	0:13:21.8	K1	Zweitcodierer	zeitlich Teilmenge anderer Codierung
0:14:23.5	0:14:50.1	PA (x)	Erstcodierer	stimmt überein
0:14:24.5	0:14:48.9	PA	Zweitcodierer	zeitlich Teilmenge anderer Codierung
0:15:46.8	0:15:55.8	K2	Zweitcodierer	zeitlich Teilmenge anderer Codierung
0:15:47.0	0:15:50.1	K2 (x)	Erstcodierer	stimmt überein
0:15:50.2	0:15:51.6	K1 (x)	Erstcodierer	stimmt überein
0:15:51.7	0:15:56.0	K2 (x)	Erstcodierer	Code durch Erstcodierer
0:16:00.2	0:16:02.4	K1 (x)	Zweitcodierer	überzeugende Abweichung
0:16:08.2	0:16:13.9	K1 (x)	Erstcodierer	stimmt überein
0:16:09.4	0:16:13.9	K1	Zweitcodierer	zeitlich Teilmenge anderer Codierung
0:16:14.0	0:16:27.1	K2	Erstcodierer	zeitlich Teilmenge anderer Codierung mit Änderung von K2 auf K1
0:16:19.2	0:16:27.1	K1 (x)	Zweitcodierer	von K2 auf K1 geändert, weil Schüler/-in Tierbestandteile nennt
0:16:43.9	0:17:01.0	K1 (x)	Erstcodierer	Endzeit von 00:06:37.5 abgeändert, um Codierung auszuplitten
0:16:46.8	0:16:50.7	K1	Zweitcodierer	zeitlich Teilmenge anderer Codierung
0:16:51.6	0:17:01.0	K1	Zweitcodierer	zeitlich Teilmenge anderer Codierung
0:17:01.1	0:17:03.8	PR (x)	Zweitcodierer	überzeugende Abweichung
0:17:03.9	0:17:15.0	K1 (x)	Zweitcodierer	überzeugende Abweichung
0:17:15.1	0:17:16.6	PB (x)	Zweitcodierer	überzeugende Abweichung
0:17:16.8	0:17:24.6	K1 (x)	Zweitcodierer	überzeugende Abweichung
0:17:35.3	0:17:37.9	K2 (x)	Erstcodierer	Code durch Erstcodierer
0:17:57.7	0:18:18.6	K1 (x)	Erstcodierer	stimmt überein
0:17:58.6	0:18:02.8	K1	Zweitcodierer	zeitlich Teilmenge anderer Codierung
0:18:07.4	0:18:10.6	K1	Zweitcodierer	zeitlich Teilmenge anderer Codierung
0:18:14.5	0:18:16.6	K1	Zweitcodierer	zeitlich Teilmenge anderer Codierung
0:21:49.9	0:21:54.6	K1 (x)	Zweitcodierer	überzeugende Abweichung
0:22:46.7	0:23:36.1	K1 (x)	Zweitcodierer	überzeugende Abweichung
0:23:52.0	0:24:06.2	K2	Zweitcodierer	zeitlich Teilmenge anderer Codierung
0:24:02.1	0:24:05.7	K2 (x)	Erstcodierer	stimmt überein
0:24:05.8	0:24:16.7	K1 (x)	Erstcodierer	stimmt überein
0:24:13.2	0:24:15.7	K1	Zweitcodierer	zeitlich Teilmenge anderer Codierung
0:24:26.5	0:24:27.9	K3 (x)	Erstcodierer	Code durch Erstcodierer
0:24:32.2	0:24:36.0	K1 (x)	Erstcodierer	Code durch Erstcodierer; von K2 auf K1 geändert: Tier wird in Augennähe geschoben
0:26:34.7	0:26:48.2	K2	Zweitcodierer	zeitlich Teilmenge anderer Codierung
0:26:35.2	0:26:48.6	K2 (x)	Erstcodierer	stimmt überein
0:26:56.5	0:27:05.2	K1 (x)	Zweitcodierer	überzeugende Abweichung
0:27:27.6	0:27:34.3	K2 (x)	Zweitcodierer	stimmt überein
0:27:30.3	0:27:34.3	K2	Erstcodierer	zeitlich Teilmenge anderer Codierung
0:27:56.5	0:28:06.1	K1 (x)	Zweitcodierer	überzeugende Abweichung
0:27:57.6	0:28:07.5	K1	Erstcodierer	

Winkelfeldvergleich

Beginn	Ende	Code	Codierer	Diskurs-Kommentar
0:22:00.2	0:22:16.1	K3	Erstcodierer	entfernt wegen überzeugender Abweichung
0:22:01.7	0:22:17.2	K2 (x)	Zweitcodierer	überzeugende Abweichung
0:30:56.5	0:30:58.6	K2	Erstcodierer	entfernt, weil kein Bezug zu Lernhandlung erkennbar
0:31:28.3	0:31:38.5	K2 (x)	Erstcodierer	Code durch Erstcodierer
0:34:30.8	0:34:45.0	K2 (x)	Erstcodierer	Code durch Erstcodierer

Schüler/-in ⑧

Aspekterarbeitung

Beginn	Ende	Code	Codierer	Diskurs-Kommentar
0:11:45.3	0:11:47.6	K1	Zweitcodierer	zeitlich Teilmenge anderer Codierung
0:11:45.3	0:11:47.1	K1 (x)	Erstcodierer	stimmt überein
0:11:49.5	0:11:51.0	K1	Zweitcodierer	zeitlich Teilmenge anderer Codierung
0:11:49.6	0:11:50.6	K1 (x)	Erstcodierer	stimmt überein
0:13:44.9	0:13:50.3	K1 (x)	Erstcodierer	stimmt überein
0:13:45.2	0:13:49.2	K1	Zweitcodierer	zeitlich Teilmenge anderer Codierung
0:13:51.1	0:14:38.3	PA (x)	Zweitcodierer	stimmt überein
0:13:51.5	0:14:39.6	PA	Erstcodierer	zeitlich Teilmenge anderer Codierung
0:14:57.6	0:15:03.0	K1 (x)	Erstcodierer	Code durch Erstcodierer
0:15:49.6	0:15:52.6	K2 (x)	Erstcodierer	stimmt zum Teil überein
0:15:51.2	0:15:55.0	K2	Zweitcodierer	zum Teil zeitlich Teilmenge anderer Codierung
0:15:52.6	0:15:54.1	K1 (x)	Erstcodierer	Code durch Erstcodierer
0:15:54.1	0:15:57.8	K2 (x)	Erstcodierer	Code durch Erstcodierer
0:16:02.9	0:16:05.3	K1 (x)	Zweitcodierer	überzeugende Abweichung
0:16:43.7	0:17:25.8	K1	Erstcodierer	zum Teil zeitlich Teilmenge anderer Codierung
0:16:47.2	0:17:12.5	K1 (x)	Zweitcodierer	stimmt überein
0:17:12.6	0:17:18.6	PB (x)	Zweitcodierer	überzeugende Abweichung
0:17:18.8	0:17:24.7	K1 (x)	Zweitcodierer	stimmt überein
0:18:10.0	0:18:14.2	K1 (x)	Erstcodierer	stimmt überein
0:18:10.9	0:18:15.3	K1	Zweitcodierer	zeitlich Teilmenge anderer Codierung
0:18:17.7	0:18:23.2	K1 (x)	Erstcodierer	Code durch Erstcodierer
0:18:58.1	0:18:59.9	K1 (x)	Zweitcodierer	überzeugende Abweichung
0:20:23.2	0:20:34.0	K1	Erstcodierer	entfernt, weil kein Bezug zu Lernhandlung erkennbar
0:20:24.3	0:20:34.0	K1	Zweitcodierer	entfernt, weil kein Bezug zu Lernhandlung erkennbar
0:22:23.5	0:22:38.9	K1 (x)	Zweitcodierer	überzeugende Abweichung
0:23:51.8	0:24:05.2	K2 (x)	Erstcodierer	stimmt überein
0:23:52.6	0:24:09.1	K2	Zweitcodierer	zeitlich Teilmenge anderer Codierung
0:24:05.3	0:24:39.1	K1 (x)	Erstcodierer	Code durch Erstcodierer
0:24:09.4	0:24:17.1	K3	Zweitcodierer	entfernt, weil keine überzeugende Abweichung
0:24:20.6	0:24:42.4	K2	Zweitcodierer	entfernt, weil keine überzeugende Abweichung
0:25:47.3	0:25:52.8	K2	Zweitcodierer	zeitlich Teilmenge anderer Codierung
0:25:47.9	0:26:09.5	K2 (x)	Erstcodierer	stimmt überein
0:25:59.9	0:26:06.5	K2	Zweitcodierer	zeitlich Teilmenge anderer Codierung
0:26:22.6	0:27:07.7	K2 (x)	Erstcodierer	stimmt überein
0:26:23.8	0:27:05.4	K2	Zweitcodierer	zeitlich Teilmenge anderer Codierung
0:27:24.8	0:28:08.5	K1 (x)	Erstcodierer	Code durch Erstcodierer

Winkelfeldvergleich

Beginn	Ende	Code	Codierer	Diskurs-Kommentar
0:19:55.8	0:20:15.3	PA (x)	Zweitcodierer	überzeugende Abweichung
0:21:19.5	0:21:24.6	PD (x)	Zweitcodierer	überzeugende Abweichung
0:21:59.2	0:23:51.7	K1	Erstcodierer	entfernt und durch andere Codes ersetzt, um Codierung aufzusplitten
0:21:59.2	0:22:34.5	K1 (x)	Erstcodierer	neu, um Code aufzusplitten
0:22:34.6	0:22:38.4	PB (x)	Zweitcodierer	neu, überzeugende Abweichung
0:22:38.4	0:23:11.5	K1 (x)	Erstcodierer	neu, um Code aufzusplitten
0:23:11.6	0:23:18.5	PD (x)	Zweitcodierer	neu, überzeugende Abweichung
0:23:18.6	0:23:51.7	K1 (x)	Erstcodierer	neu, um Code aufzusplitten
0:23:19.5	0:23:26.4	K3	Zweitcodierer	entfernt, weil keine überzeugende Abweichung
0:24:48.7	0:24:53.4	K2 (x)	Erstcodierer	neu mit K2: paarweiser Vergleich
0:24:54.9	0:26:14.0	K2	Zweitcodierer	zeitlich Teilmenge anderer Codierung
0:24:57.9	0:25:15.7	K2 (x)	Erstcodierer	stimmt überein
0:25:37.5	0:26:16.0	K2 (x)	Erstcodierer	stimmt überein
0:27:26.0	0:27:42.3	K1 (x)	Zweitcodierer	überzeugende Abweichung

C.2 Zweiter Untersuchungsdurchgang

Schüler/-in ①

Beginn	Ende	Code	Codierer	Diskurs-Kommentar
0:13:57.4	00:14:13.	K2	Zweitcodierer	zeitlich Teilmenge anderer Codierung
0:13:57.9	00:14:15.	K2 (x)	Erstcodierer	stimmt überein
0:17:09.7	00:17:12.	K2 (x)	Erstcodierer	Code durch Erstcodierer
0:18:17.1	00:18:40.	K2	Zweitcodierer	teilweise zeitlich Teilmenge anderer Codierung
0:18:18.0	00:18:23.	K2	Erstcodierer	Endzeit von 00:18:40.5 abgeändert, um Codierung aufzusplitten
0:18:23.0	00:18:28.	K3 (x)	Erstcodierer	von K2 auf K3 geändert: Operationalisiertes Bewegen der Kuh
0:18:28.3	00:18:40.	K2 (x)	Erstcodierer	Anfangszeit von 00:18:18.0 abgeändert, um Codierung aufzusplitten
0:19:10.3	00:20:09.	K2	Erstcodierer	zeitlich Teilmenge anderer Codierung
0:19:11.2	00:20:11.	K2 (x)	Zweitcodierer	stimmt überein
0:22:26.1	00:22:58.	K1 (x)	Erstcodierer	Code durch Erstcodierer

0:24:47.2	00:24:51.	URM (x)	Erstcodierer	Code durch Erstcodierer
0:25:55.6	00:26:24.	K2	Zweitcodierer	teilweise zeitlich Teilmenge anderer Codierung; teilweise entfernt wegen Abweichung
0:25:56.3	00:25:58.	K3 (x)	Erstcodierer	Code durch Erstcodierer
0:25:59.2	00:26:02.	K2 (x)	Erstcodierer	stimmt überein
0:26:02.6	00:26:05.	K1 (x)	Erstcodierer	Code durch Erstcodierer
0:26:17.5	00:26:23.	K1 (x)	Erstcodierer	Code durch Erstcodierer
0:26:52.1	00:27:59.	K2	Erstcodierer	teilweise zeitlich Teilmenge anderer Codierung; teilweise entfernt wegen Abweichung
0:26:53.2	00:26:58.	K2 (x)	Zweitcodierer	stimmt überein
0:26:58.6	00:27:01.	K1 (x)	Zweitcodierer	überzeugende Abweichung
0:27:01.3	00:27:03.	K2 (x)	Zweitcodierer	stimmt überein
0:27:05.1	00:27:59.	K2 (x)	Zweitcodierer	stimmt überein
0:30:16.2	00:30:21.	K2 (x)	Erstcodierer	Code durch Erstcodierer
0:30:28.2	00:30:38.	K2 (x)	Erstcodierer	Code durch Erstcodierer
0:32:03.6	00:32:08.	K2 (x)	Zweitcodierer	stimmt überein
0:32:03.7	00:32:10.	K2	Erstcodierer	zeitlich Teilmenge anderer Codierung
0:33:32.1	00:33:38.	K1 (x)	Erstcodierer	Code durch Erstcodierer
0:33:48.4	00:33:57.	K2 (x)	Erstcodierer	Code durch Erstcodierer
1:01:57.3	01:02:01.	K2 (x)	Erstcodierer	Code durch Erstcodierer
1:01:57.5	01:02:03.	K1	Zweitcodierer	entfernt, weil keine überzeugende Abweichung
1:02:03.3	01:02:06.	PD (x)	Zweitcodierer	überzeugende Abweichung
1:02:15.7	01:02:21.	PD (x)	Zweitcodierer	überzeugende Abweichung
1:02:23.2	01:02:28.	K2 (x)	Zweitcodierer	stimmt überein
1:02:24.6	01:02:30.	K2	Erstcodierer	zeitlich Teilmenge anderer Codierung
1:02:45.0	01:02:47.	K2	Erstcodierer	entfernt, weil kein Bezug zu Lernhandlung erkennbar
1:04:51.0	01:05:06.	PD (x)	Zweitcodierer	überzeugende Abweichung
1:05:08.7	01:05:16.	K1	Zweitcodierer	entfernt, weil keine überzeugende Abweichung
1:05:10.7	01:05:16.	K2 (x)	Erstcodierer	Code durch Erstcodierer
1:05:18.7	01:05:31.	K3 (x)	Erstcodierer	Code durch Erstcodierer
1:06:03.2	01:06:21.	PB (x)	Zweitcodierer	überzeugende Abweichung
1:06:25.8	01:06:33.	PB (x)	Zweitcodierer	überzeugende Abweichung
1:07:18.1	01:07:24.	K1	Zweitcodierer	entfernt, weil keine überzeugende Abweichung
1:07:19.5	01:07:23.	K2 (x)	Erstcodierer	Code durch Erstcodierer
1:07:25.7	01:07:36.	K3	Zweitcodierer	zeitlich Teilmenge anderer Codierung
1:07:33.9	01:07:36.	K3 (x)	Erstcodierer	stimmt überein
1:07:49.2	01:08:29.	K3 (x)	Erstcodierer	stimmt überein
1:07:54.6	01:08:07.	K3	Zweitcodierer	zeitlich Teilmenge anderer Codierung
1:08:13.2	01:08:17.	PD (x)	Zweitcodierer	überzeugende Abweichung
1:08:22.7	01:08:32.	K3 (x)	Zweitcodierer	überzeugende Abweichung
1:09:12.5	01:09:15.	K2 (x)	Erstcodierer	Code durch Erstcodierer
1:09:20.1	01:09:24.	K2 (x)	Zweitcodierer	überzeugende Abweichung
1:09:50.2	01:10:00.	K1 (x)	Erstcodierer	Code durch Erstcodierer
1:09:58.4	01:10:10.	K3	Zweitcodierer	zeitlich Teilmenge anderer Codierung
1:10:00.7	01:10:16.	K3 (x)	Erstcodierer	stimmt überein

Schüler/-in ①

Beginn	Ende	Code	Codierer	Diskurs-Kommentar
0:14:00.9	00:14:03.	K2 (x)	Zweitcodierer	Endzeit von 00:14:12.7 abgeändert, um Codierung aufzusplitten
0:14:05.0	00:14:06.	K3 (x)	Erstcodierer	Code durch Erstcodierer
0:14:07.1	00:14:11.	K2 (x)	Erstcodierer	stimmt überein
0:14:12.9	00:14:26.	PD (x)	Zweitcodierer	überzeugende Abweichung
0:14:30.4	00:14:39.	PD (x)	Zweitcodierer	überzeugende Abweichung
0:17:14.0	00:17:18.	K2 (x)	Erstcodierer	stimmt überein
0:17:14.1	00:17:20.	K2	Zweitcodierer	zeitlich Teilmenge anderer Codierung
0:18:16.9	00:18:35.	K2	Zweitcodierer	teilweise zeitlich Teilmenge anderer Codierung; teilweise entfernt wegen Abweichung
0:18:18.4	00:18:25.	K2 (x)	Erstcodierer	stimmt überein
0:19:06.7	00:19:09.	PD (x)	Zweitcodierer	überzeugende Abweichung
0:19:19.7	00:20:08.	K2	Zweitcodierer	zeitlich Teilmenge anderer Codierung
0:19:20.5	00:20:05.	K2 (x)	Erstcodierer	stimmt überein
0:22:27.5	00:22:40.	K1 (x)	Erstcodierer	Code durch Erstcodierer
0:25:58.6	00:26:06.	K2 (x)	Erstcodierer	stimmt überein
0:25:59.3	00:26:29.	K2	Zweitcodierer	entfernt wegen genauere Aufschlüsselung durch Erstcodierer
0:26:09.7	00:26:32.	K1 (x)	Erstcodierer	Code durch Erstcodierer
0:26:52.5	00:27:59.	K2 (x)	Erstcodierer	stimmt überein
0:26:52.8	00:27:59.	K2	Zweitcodierer	zeitlich Teilmenge anderer Codierung
1:05:38.9	01:05:43.	K4 (x)	Erstcodierer	Code durch Erstcodierer
1:06:10.0	01:06:12.	K3 (x)	Erstcodierer	Code durch Erstcodierer
1:06:22.9	01:06:47.	K3 (x)	Erstcodierer	Code durch Erstcodierer
1:06:30.7	01:06:45.	K2	Zweitcodierer	entfernt, weil keine überzeugende Abweichung
1:06:56.6	01:07:15.	K3 (x)	Erstcodierer	Code durch Erstcodierer
1:07:55.3	01:08:01.	K3 (x)	Erstcodierer	Code durch Erstcodierer
1:09:34.0	01:09:36.	K1 (x)	Erstcodierer	Code durch Erstcodierer
1:10:15.3	01:10:18.	K1 (x)	Erstcodierer	Code durch Erstcodierer
1:10:40.5	01:11:16.	K1	Erstcodierer	entfernt wegen überzeugender Abweichung
1:10:41.7	01:10:59.	K2 (x)	Zweitcodierer	überzeugende Abweichung
1:11:09.9	01:11:17.	K2 (x)	Zweitcodierer	überzeugende Abweichung
1:11:17.7	01:12:23.	K3	Zweitcodierer	zeitlich Teilmenge anderer Codierung
1:11:20.0	01:12:21.	K3 (x)	Erstcodierer	stimmt überein

Schüler/-in ⑧

Beginn	Ende	Code	Codierer	Diskurs-Kommentar
0:13:59.7	00:14:16.	K2	Zweitcodierer	teilweise zeitlich Teilmenge anderer Codierung
0:14:02.7	00:14:18.	K2 (x)	Erstcodierer	stimmt überein
0:18:23.7	00:18:27.	K2	Zweitcodierer	zeitlich Teilmenge anderer Codierung
0:18:24.4	00:18:37.	K2 (x)	Erstcodierer	stimmt überein
0:19:19.0	00:20:07.	K2 (x)	Erstcodierer	stimmt überein
0:19:20.1	00:20:06.	K2	Zweitcodierer	zeitlich Teilmenge anderer Codierung
0:22:28.4	00:22:33.	K1 (x)	Erstcodierer	Code durch Erstcodierer
0:25:59.3	00:26:18.	K2 (x)	Erstcodierer	stimmt überein
0:26:02.2	00:26:07.	K2	Zweitcodierer	zeitlich Teilmenge anderer Codierung
0:26:55.0	00:27:56.	K1 (x)	Erstcodierer	Code durch Erstcodierer
0:27:03.0	00:27:46.	K2	Zweitcodierer	entfernt, weil keine überzeugende Abweichung
0:53:46.2	00:53:49.	K1	Erstcodierer	entfernt, weil kein Bezug zu Lernhandlung erkennbar
0:53:49.1	00:53:58.	K2	Zweitcodierer	entfernt, weil kein Bezug zu Lernhandlung erkennbar
1:01:36.0	01:01:37.	K2 (x)	Erstcodierer	Code durch Erstcodierer
1:01:37.4	01:01:51.	K2	Zweitcodierer	entfernt, weil keine überzeugende Abweichung
1:01:42.7	01:01:46.	PD (x)	Erstcodierer	Code durch Erstcodierer
1:01:47.2	01:01:51.	K1 (x)	Erstcodierer	Code durch Erstcodierer
1:02:11.6	01:03:11.	K2 (x)	Zweitcodierer	stimmt teilweise überein
1:02:33.9	01:02:36.	K2	Erstcodierer	zeitlich Teilmenge anderer Codierung
1:03:03.8	01:03:06.	K2	Erstcodierer	zeitlich Teilmenge anderer Codierung
1:03:17.1	01:03:48.	PB (x)	Zweitcodierer	überzeugende Abweichung
1:04:00.3	01:04:02.	K2 (x)	Erstcodierer	Code durch Erstcodierer
1:06:35.0	01:06:39.	PB (x)	Zweitcodierer	überzeugende Abweichung
1:06:41.0	01:06:46.	K1 (x)	Zweitcodierer	überzeugende Abweichung
1:07:43.3	01:07:55.	K1 (x)	Zweitcodierer	überzeugende Abweichung
1:08:28.0	01:08:31.	K1 (x)	Zweitcodierer	überzeugende Abweichung
1:09:25.7	01:09:32.	K2 (x)	Erstcodierer	stimmt überein
1:09:26.2	01:10:27.	K2	Zweitcodierer	teilweise zeitlich Teilmenge anderer Codierung
1:09:33.0	01:09:55.	K1 (x)	Erstcodierer	Code durch Erstcodierer
1:09:59.2	01:10:04.	K2 (x)	Erstcodierer	stimmt überein
1:10:04.6	01:10:20.	K1 (x)	Erstcodierer	Code durch Erstcodierer
1:10:20.1	01:10:24.	K2 (x)	Erstcodierer	stimmt überein
1:10:24.5	01:10:31.	K1 (x)	Erstcodierer	Code durch Erstcodierer

Schüler/-in ⑨

Beginn	Ende	Code	Codierer	Diskurs-Kommentar
0:14:02.6	00:14:13.	K2 (x)	Erstcodierer	stimmt überein
0:14:03.8	00:14:15.	K2	Zweitcodierer	zeitlich Teilmenge anderer Codierung
0:18:21.6	00:18:24.	K2	Zweitcodierer	zeitlich Teilmenge anderer Codierung
0:18:21.9	00:18:25.	K2 (x)	Erstcodierer	stimmt überein
0:19:19.5	00:20:07.	K1 (x)	Erstcodierer	stimmt teilweise überein
0:19:24.3	00:19:41.	K2	Zweitcodierer	entfernt, weil keine überzeugende Abweichung
0:19:42.2	00:20:04.	K1	Zweitcodierer	zeitlich Teilmenge anderer Codierung
0:20:05.1	00:20:10.	K2	Zweitcodierer	entfernt, weil keine überzeugende Abweichung
0:26:00.4	00:26:08.	K2	Zweitcodierer	zeitlich Teilmenge anderer Codierung
0:26:00.9	00:26:09.	K2 (x)	Erstcodierer	stimmt überein
0:26:53.4	00:27:40.	K2 (x)	Zweitcodierer	stimmt überein
0:26:53.4	00:27:50.	K2	Erstcodierer	zeitlich Teilmenge anderer Codierung
0:27:50.6	00:28:00.	K2 (x)	Zweitcodierer	überzeugende Abweichung
0:38:07.5	00:38:09.	K1 (x)	Erstcodierer	Code durch Erstcodierer
0:54:02.1	00:54:09.	K2 (x)	Zweitcodierer	stimmt überein
0:54:02.6	00:54:03.	K2	Erstcodierer	zeitlich Teilmenge anderer Codierung
0:54:03.3	00:54:09.	K2	Erstcodierer	zeitlich Teilmenge anderer Codierung
1:01:55.4	01:01:59.	PB (x)	Zweitcodierer	überzeugende Abweichung
1:02:11.1	01:02:20.	K2	Erstcodierer	teilweise Übereinstimmung; teilweise entfernt, weil kein Bezug zu Lernhandlung erkennbar
1:02:17.7	01:02:41.	K2 (x)	Zweitcodierer	stimmt überein
1:02:26.3	01:02:28.	K2	Erstcodierer	zeitlich Teilmenge anderer Codierung
1:02:31.2	01:02:37.	K2	Erstcodierer	zeitlich Teilmenge anderer Codierung
1:06:21.9	01:06:34.	K1	Zweitcodierer	entfernt, weil kein Bezug zu Lernhandlung erkennbar
1:06:55.9	01:06:58.	K1	Zweitcodierer	entfernt, weil kein Bezug zu Lernhandlung erkennbar
1:07:17.0	01:07:19.	K1	Zweitcodierer	entfernt, weil kein Bezug zu Lernhandlung erkennbar
1:11:04.0	01:11:32.	K2 (x)	Zweitcodierer	stimmt überein
1:11:07.6	01:11:14.	K2	Erstcodierer	zeitlich Teilmenge anderer Codierung
1:11:14.5	01:11:22.	K2	Erstcodierer	zeitlich Teilmenge anderer Codierung
1:11:41.2	01:12:08.	K2 (x)	Erstcodierer	stimmt teilweise überein; Endzeit von 01:11:50.6 angepasst, um andere Codierung zu integrieren
1:11:50.2	01:12:08.	K2	Zweitcodierer	nach Anpassung zeitliche Teilmenge anderer Codierung

Schüler/-in ⑩

Beginn	Ende	Code	Codierer	Diskurs-Kommentar
0:11:59.6	00:12:02.	K1 (x)	Zweitcodierer	überzeugende Abweichung
0:14:07.7	00:14:10.	K2	Zweitcodierer	zeitlich Teilmenge anderer Codierung
0:14:08.7	00:14:10.	K2 (x)	Erstcodierer	stimmt überein

0:15:14.7	00:15:18.	K1 (x)	Erstcodierer	Code durch Erstcodierer
0:15:15.4	00:15:23.	K2	Zweitcodierer	entfernt, weil keine überzeugende Abweichung
0:16:26.4	00:16:32.	K2 (x)	Erstcodierer	Code durch Erstcodierer
0:18:17.2	00:18:19.	K2	Zweitcodierer	zeitlich Teilmenge anderer Codierung
0:18:17.6	00:18:23.	K2 (x)	Erstcodierer	stimmt überein
0:19:07.1	00:19:43.	K2 (x)	Erstcodierer	Endzeit von 00:20:07.9 abgeändert, um Codierung aufzusplitten
0:19:09.9	00:19:24.	K2	Zweitcodierer	zeitlich Teilmenge anderer Codierung
0:19:28.6	00:19:43.	K2	Zweitcodierer	zeitlich Teilmenge anderer Codierung
0:19:43.3	00:19:45.	PB (x)	Zweitcodierer	überzeugende Abweichung
0:19:46.1	00:19:53.	K2 (x)	Zweitcodierer	stimmt überein
0:19:53.8	00:19:58.	PB (x)	Zweitcodierer	überzeugende Abweichung
0:19:58.3	00:20:08.	K2 (x)	Zweitcodierer	stimmt überein
0:21:07.3	00:21:11.	K1 (x)	Erstcodierer	Code durch Erstcodierer
0:21:21.3	00:21:27.	K1 (x)	Erstcodierer	stimmt teilweise überein
0:21:26.1	00:21:35.	K1	Zweitcodierer	zeitlich teilweise Teilmenge anderer Codierung
0:21:38.4	00:21:53.	K1	Erstcodierer	entfernt, weil kein Bezug zu Lernhandlung erkennbar
0:22:07.9	00:22:25.	K1	Zweitcodierer	zeitlich Teilmenge anderer Codierung
0:22:09.4	00:22:40.	K1 (x)	Erstcodierer	stimmt überein
0:22:27.4	00:22:40.	K1	Zweitcodierer	zeitlich Teilmenge anderer Codierung
0:22:47.1	00:23:01.	K1 (x)	Erstcodierer	stimmt überein
0:22:47.4	00:23:01.	K1	Zweitcodierer	zeitlich Teilmenge anderer Codierung
0:25:59.5	00:26:28.	K2 (x)	Erstcodierer	stimmt überein
0:26:00.2	00:26:27.	K2	Zweitcodierer	zeitlich Teilmenge anderer Codierung
0:26:57.6	00:27:28.	PB (x)	Zweitcodierer	überzeugende Abweichung
0:27:55.9	00:28:00.	K2 (x)	Erstcodierer	stimmt überein
0:27:56.2	00:27:59.	K2	Zweitcodierer	zeitlich Teilmenge anderer Codierung
1:02:53.6	01:03:03.	K2	Erstcodierer	zeitlich Teilmenge anderer Codierung
1:02:53.6	01:03:14.	K2 (x)	Erstcodierer	Anfangszeit von 01:02:56.3 abgeändert, um andere Codierungen zu integrieren
1:02:57.0	01:03:52.	K2	Zweitcodierer	zeitlich Teilmenge anderer Codierung
1:03:22.3	01:03:48.	K2 (x)	Erstcodierer	Endzeit von 01:03:35.8 abgeändert, um andere Codierungen zu integrieren
1:03:35.9	01:03:39.	K2	Erstcodierer	zeitlich Teilmenge anderer Codierung
1:03:39.5	01:03:48.	K2	Erstcodierer	zeitlich Teilmenge anderer Codierung
1:04:26.9	01:04:34.	K2 (x)	Erstcodierer	stimmt überein
1:04:30.8	01:04:34.	K2	Zweitcodierer	zeitlich Teilmenge anderer Codierung
1:05:02.0	01:05:08.	K2 (x)	Zweitcodierer	stimmt überein
1:05:04.6	01:05:10.	K2	Erstcodierer	zeitlich Teilmenge anderer Codierung
1:09:28.6	01:09:45.	K2 (x)	Zweitcodierer	stimmt überein
1:09:29.2	01:09:48.	K2	Erstcodierer	zeitlich Teilmenge anderer Codierung
1:09:46.5	01:09:48.	K3 (x)	Zweitcodierer	stimmt überein
1:09:46.5	01:09:49.	K3	Erstcodierer	zeitlich Teilmenge anderer Codierung
1:09:50.2	01:10:06.	K2 (x)	Erstcodierer	stimmt überein
1:09:59.6	01:10:09.	K2	Zweitcodierer	zeitlich Teilmenge anderer Codierung

Schüler/-in [Ⓝ]

Beginn	Ende	Code	Codierer	Diskurs-Kommentar
0:11:54.4	00:11:58.	K1 (x)	Erstcodierer	stimmt überein
0:11:54.5	00:11:58.	K1	Zweitcodierer	zeitlich Teilmenge anderer Codierung
0:14:01.5	00:14:07.	K2	Zweitcodierer	teilweise zeitlich Teilmenge anderer Codierung
0:14:01.5	00:14:02.	K3 (x)	Erstcodierer	von K2 auf K3 geändert: Operationalisiertes Bewegen der Kuh
0:14:10.7	00:14:19.	K2 (x)	Erstcodierer	Anfangszeit von 00:14:06.0 abgeändert, um Codierung aufzusplitten
0:14:21.3	00:14:32.	K1 (x)	Erstcodierer	stimmt überein
0:14:22.0	00:14:38.	K1	Zweitcodierer	zeitlich Teilmenge anderer Codierung
0:14:38.9	00:14:44.	K2	Zweitcodierer	zeitlich Teilmenge anderer Codierung
0:14:39.8	00:14:45.	K2 (x)	Erstcodierer	stimmt überein
0:17:45.7	00:17:56.	K1 (x)	Erstcodierer	stimmt überein
0:17:45.8	00:17:52.	K1	Zweitcodierer	zeitlich Teilmenge anderer Codierung
0:18:18.5	00:18:25.	K2 (x)	Erstcodierer	stimmt überein; Endzeit von 00:18:51.3 geändert für präzisere Codierung
0:18:19.6	00:18:25.	K2	Zweitcodierer	zeitlich Teilmenge anderer Codierung
0:18:46.4	00:18:50.	K2 (x)	Zweitcodierer	zeitlich Teilmenge anderer ursprünglicher Codierung
0:18:54.2	00:18:59.	K1 (x)	Erstcodierer	stimmt überein
0:18:55.3	00:18:59.	K1	Zweitcodierer	zeitlich Teilmenge anderer Codierung
0:19:20.1	00:19:23.	K2 (x)	Erstcodierer	Code durch Erstcodierer; stimmt teilweise überein; Endzeit von 00:20:03.2 geändert für präzisere Codierung
0:19:22.0	00:19:30.	K1	Zweitcodierer	entfernt, weil keine überzeugende Abweichung
0:19:25.8	00:20:03.	K2 (x)	Erstcodierer	Code durch Erstcodierer; stimmt teilweise überein
0:19:31.2	00:19:51.	K2	Zweitcodierer	zeitlich Teilmenge anderer Codierung
0:19:55.5	00:20:02.	K2	Zweitcodierer	zeitlich Teilmenge anderer Codierung
0:22:29.0	00:22:55.	K1 (x)	Erstcodierer	Code durch Erstcodierer
0:24:13.2	00:24:19.	K1 (x)	Zweitcodierer	überzeugende Abweichung
0:24:35.0	00:24:47.	K1 (x)	Zweitcodierer	überzeugende Abweichung
0:26:00.1	00:26:07.	K2	Zweitcodierer	entfernt nach Diskurs
0:26:00.9	00:26:09.	K1 (x)	Erstcodierer	von K2 auf K1 geändert: Tier wird in Augennähe geschoben
0:26:12.9	00:26:16.	K1 (x)	Zweitcodierer	überzeugende Abweichung
0:26:53.0	00:27:30.	K2 (x)	Erstcodierer	stimmt überein
0:26:54.6	00:27:31.	K2	Zweitcodierer	zeitlich Teilmenge anderer Codierung
0:33:57.8	00:34:03.	PB (x)	Zweitcodierer	überzeugende Abweichung
1:01:34.7	01:01:36.	K1 (x)	Zweitcodierer	überzeugende Abweichung
1:01:54.1	01:02:03.	K1 (x)	Erstcodierer	stimmt überein
1:01:54.4	01:02:01.	K1	Zweitcodierer	zeitlich Teilmenge anderer Codierung
1:02:11.0	01:02:14.	K1	Erstcodierer	entfernt wegen überzeugender Abweichung
1:02:11.2	01:02:29.	K2 (x)	Zweitcodierer	stimmt teilweise überein, teilweise überzeugende Abweichung; Endzeit von 01:02:13.2 geändert,

1:02:15.0	01:02:29.	K2	Erstcodierer	um andere Codierung zu integrieren
1:02:56.5	01:03:07.	K2 (x)	Zweitcodierer	zeitlich Teilmenge anderer Codierung
1:04:13.1	01:04:18.	K1	Erstcodierer	überzeugende Abweichung
1:04:13.3	01:04:25.	K2 (x)	Zweitcodierer	entfernt wegen überzeugender Abweichung
1:04:38.0	01:05:22.	K2 (x)	Erstcodierer	überzeugende Abweichung
1:04:38.6	01:05:28.	K2	Zweitcodierer	stimmt überein
1:05:28.8	01:05:43.	PB (x)	Zweitcodierer	zeitlich Teilmenge anderer Codierung
1:07:54.2	01:08:23.	K2 (x)	Zweitcodierer	überzeugende Abweichung
1:13:22.9	01:13:24.	K1 (x)	Zweitcodierer	überzeugende Abweichung

C.3 Dritter Untersuchungsdurchgang

Schüler/-in ①

Beginn	Ende	Code	Codierer	Diskurs-Kommentar
0:18:29.6	0:18:32.0	PD (x)	Zweitcodierer	stimmt überein
0:18:38.8	0:18:55.1	K2	Zweitcodierer	zeitlich Teilmenge anderer Codierung
0:18:39.2	0:18:47.7	K3 (x)	Erstcodierer	von K2 auf K3 geändert: Operationalisiertes Bewegen der Kuh
0:18:47.8	0:18:55.4	K1 (x)	Erstcodierer	Code durch Erstcodierer
0:19:25.0	0:19:28.0	K1 (x)	Zweitcodierer	stimmt überein
0:19:26.3	0:19:28.1	K1	Erstcodierer	zeitlich Teilmenge anderer Codierung
0:20:12.4	0:20:17.1	PD (x)	Zweitcodierer	überzeugende Abweichung
0:20:12.4	0:20:23.3	K2	Erstcodierer	zeitlich Teilmenge anderer Codierung
0:20:17.6	0:20:25.0	K2 (x)	Zweitcodierer	stimmt überein
0:22:40.8	0:22:55.1	K2 (x)	Erstcodierer	stimmt überein
0:22:41.8	0:23:00.7	K2	Zweitcodierer	zeitlich Teilmenge anderer Codierung, zum Teil nicht überzeugende Abweichung
0:22:55.1	0:23:00.3	K1 (x)	Erstcodierer	Code durch Erstcodierer
0:23:38.5	0:23:55.4	K1 (x)	Erstcodierer	Code durch Erstcodierer
0:23:44.0	0:24:36.4	K2	Zweitcodierer	zeitlich Teilmenge anderer Codierung, zum Teil nicht überzeugende Abweichung
0:23:55.6	0:24:18.5	K2 (x)	Erstcodierer	stimmt überein
0:24:18.5	0:24:30.5	K1 (x)	Erstcodierer	Code durch Erstcodierer
0:26:41.3	0:27:12.3	K1 (x)	Erstcodierer	Code durch Erstcodierer
0:26:43.7	0:27:14.6	K2	Zweitcodierer	entfernt, weil keine überzeugende Abweichung
0:27:47.5	0:28:41.9	K2	Zweitcodierer	entfernt, weil keine überzeugende Abweichung
0:27:47.8	0:28:41.2	K1 (x)	Erstcodierer	Code durch Erstcodierer
0:29:53.9	0:30:00.1	K1	Erstcodierer	entfernt, weil kein Bezug zu Lernhandlung erkennbar
0:31:11.2	0:31:25.6	K2	Erstcodierer	zeitlich Teilmenge anderer Codierung
0:31:11.4	0:31:24.6	K2 (x)	Zweitcodierer	stimmt überein
1:02:37.3	1:02:47.4	K2 (x)	Erstcodierer	stimmt überein
1:02:38.4	1:02:47.3	K2	Zweitcodierer	zeitlich Teilmenge anderer Codierung
1:02:46.9	1:02:53.6	K1	Erstcodierer	entfernt, weil kein Bezug zu Lernhandlung erkennbar
1:03:04.2	1:03:17.4	PD	Zweitcodierer	überzeugende Abweichung
1:03:18.0	1:03:23.7	K1 (x)	Erstcodierer	Code durch Erstcodierer
1:03:28.5	1:03:35.0	K2 (x)	Erstcodierer	Code durch Erstcodierer
1:03:39.9	1:03:54.0	K2 (x)	Zweitcodierer	überzeugende Abweichung
1:04:05.1	1:04:20.9	K2 (x)	Erstcodierer	stimmt überein
1:04:06.1	1:04:23.3	K2	Zweitcodierer	zeitlich Teilmenge anderer Codierung
1:04:43.4	1:04:48.7	PB (x)	Zweitcodierer	überzeugende Abweichung
1:11:56.4	1:11:58.5	K2 (x)	Zweitcodierer	überzeugende Abweichung
1:12:16.5	1:12:21.5	K2	Zweitcodierer	zeitlich Teilmenge anderer Codierung
1:12:17.0	1:12:25.0	K2 (x)	Erstcodierer	stimmt überein
1:12:23.6	1:12:25.5	K3	Zweitcodierer	entfernt, weil keine überzeugende Abweichung
1:12:35.2	1:12:43.5	K1 (x)	Zweitcodierer	überzeugende Abweichung
1:13:34.0	1:13:36.0	K2 (x)	Zweitcodierer	stimmt überein
1:13:34.5	1:13:40.1	K2	Erstcodierer	zeitlich Teilmenge anderer Codierung
1:14:08.0	1:14:13.6	K1 (x)	Zweitcodierer	überzeugende Abweichung
1:15:12.1	1:15:26.7	K2 (x)	Zweitcodierer	überzeugende Abweichung
1:15:12.4	1:15:27.9	K1	Erstcodierer	entfernt wegen überzeugender Abweichung
1:15:49.9	1:15:51.6	K2 (x)	Zweitcodierer	überzeugende Abweichung
1:16:21.7	1:16:24.8	K1 (x)	Erstcodierer	Code durch Erstcodierer
1:16:35.7	1:16:40.2	K2 (x)	Zweitcodierer	überzeugende Abweichung

Schüler/-in ②

Beginn	Ende	Code	Codierer	Diskurs-Kommentar
0:18:20.6	0:18:44.2	K2	Zweitcodierer	zeitlich zum Teil Teilmenge anderer Codierung
0:18:34.4	0:18:51.0	K2 (x)	Erstcodierer	stimmt zum Teil überein
0:20:18.1	0:20:25.3	K1 (x)	Erstcodierer	Code durch Erstcodierer
0:21:34.1	0:21:45.8	K1 (x)	Erstcodierer	Code durch Erstcodierer
0:21:46.3	0:21:55.3	K2 (x)	Erstcodierer	Code durch Erstcodierer
0:22:06.2	0:22:10.0	K2 (x)	Erstcodierer	Code durch Erstcodierer
0:22:33.5	0:22:38.4	K2	Zweitcodierer	zeitlich zum Teil Teilmenge anderer Codierung
0:22:35.1	0:22:38.2	K2 (x)	Erstcodierer	stimmt zum Teil überein
0:22:44.9	0:22:51.4	K1 (x)	Erstcodierer	Code durch Erstcodierer

0:23:33.7	0:24:31.9	K2	Zweitcodierer	zeitlich Teilmenge anderer Codierung
0:23:33.9	0:24:31.3	K2 (x)	Erstcodierer	stimmt überein
0:26:41.7	0:26:49.6	K2	Zweitcodierer	zeitlich Teilmenge anderer Codierung
0:26:42.1	0:26:51.8	K2 (x)	Erstcodierer	stimmt überein
0:27:02.6	0:27:11.6	K2	Zweitcodierer	zeitlich Teilmenge anderer Codierung
0:27:03.5	0:27:12.6	K2 (x)	Erstcodierer	stimmt überein
0:27:16.7	0:27:27.0	K1 (x)	Erstcodierer	Code durch Erstcodierer
0:27:17.3	0:27:25.9	K2	Zweitcodierer	entfernt, weil keine überzeugende Abweichung
0:27:49.8	0:28:39.4	K1	Erstcodierer	entfernt wegen überzeugender Abweichung
0:27:50.5	0:28:40.0	K2 (x)	Zweitcodierer	überzeugende Abweichung
0:29:46.4	0:29:51.1	K1 (x)	Erstcodierer	Code durch Erstcodierer
0:30:40.1	0:30:46.9	K2 (x)	Erstcodierer	Code durch Erstcodierer
0:31:18.1	0:31:50.8	K1 (x)	Erstcodierer	Code durch Erstcodierer
0:32:27.1	0:32:30.2	K1 (x)	Zweitcodierer	überzeugende Abweichung
0:33:18.7	0:33:20.8	K1 (x)	Zweitcodierer	überzeugende Abweichung
1:01:31.6	1:01:36.3	PB (x)	Zweitcodierer	überzeugende Abweichung
1:02:16.8	1:02:17.8	K1 (x)	Erstcodierer	Code durch Erstcodierer
1:02:17.9	1:02:22.6	K2 (x)	Erstcodierer	stimmt überein
1:02:18.4	1:02:24.5	K2	Zweitcodierer	zeitlich Teilmenge anderer Codierung
1:02:28.1	1:02:31.5	K1 (x)	Erstcodierer	Code durch Erstcodierer
1:02:48.9	1:02:58.5	K2 (x)	Zweitcodierer	stimmt zum Teil überein
1:02:52.5	1:02:56.8	K2	Erstcodierer	zeitlich Teilmenge anderer Codierung
1:02:57.2	1:03:00.9	K1	Erstcodierer	entfernt wegen überzeugender Abweichung
1:02:58.7	1:03:12.8	PB (x)	Zweitcodierer	überzeugende Abweichung
1:03:37.3	1:03:44.1	K2 (x)	Zweitcodierer	stimmt überein
1:03:38.2	1:03:47.7	K2	Erstcodierer	zeitlich Teilmenge anderer Codierung
1:03:44.2	1:03:52.7	PB (x)	Zweitcodierer	überzeugende Abweichung
1:03:53.1	1:03:58.0	K2 (x)	Zweitcodierer	überzeugende Abweichung
1:06:00.1	1:06:03.9	PB (x)	Zweitcodierer	überzeugende Abweichung
1:12:52.8	1:13:33.0	K2 (x)	Zweitcodierer	überzeugende Abweichung
1:13:23.4	1:13:30.5	K1	Erstcodierer	entfernt wegen überzeugender Abweichung
1:15:58.1	1:16:05.6	URM (x)	Erstcodierer	Code durch Erstcodierer

Schüler/-in ©

Beginn	Ende	Code	Codierer	Diskurs-Kommentar
0:18:49.5	0:18:52.2	K2	Erstcodierer	entfernt, weil kein Bezug zu Lernhandlung erkennbar
0:19:31.8	0:19:33.9	K1 (x)	Erstcodierer	Code durch Erstcodierer
0:20:56.9	0:21:07.6	PD (x)	Zweitcodierer	überzeugende Abweichung
0:21:25.4	0:21:29.4	K1 (x)	Zweitcodierer	überzeugende Abweichung
0:21:40.2	0:21:42.7	K2 (x)	Erstcodierer	Code durch Erstcodierer
0:22:36.6	0:22:45.6	K2	Zweitcodierer	zeitlich Teilmenge anderer Codierung
0:22:37.4	0:22:41.9	K2 (x)	Erstcodierer	stimmt überein
0:23:27.6	0:24:28.9	K2	Zweitcodierer	zeitlich Teilmenge anderer Codierung
0:23:33.5	0:24:27.7	K2 (x)	Erstcodierer	stimmt überein
0:26:41.1	0:26:48.9	K2	Zweitcodierer	zeitlich Teilmenge anderer Codierung
0:26:41.9	0:27:01.6	K2 (x)	Erstcodierer	stimmt überein
0:26:47.2	0:26:56.7	K1 (x)	Erstcodierer	Code durch Erstcodierer
0:26:56.7	0:27:04.9	K1	Zweitcodierer	stimmt teilweise überein; teilweise entfernt, weil keine überzeugende Abweichung
0:26:56.7	0:27:01.8	K2 (x)	Erstcodierer	Code durch Erstcodierer
0:27:01.8	0:27:04.9	K1 (x)	Erstcodierer	stimmt teilweise überein
0:27:10.5	0:27:13.1	K1 (x)	Erstcodierer	Code durch Erstcodierer
0:27:42.1	0:27:53.5	K2 (x)	Erstcodierer	stimmt teilweise überein
0:27:42.8	0:28:06.0	K2	Zweitcodierer	zeitlich Teilmenge anderer Codierung
0:27:53.3	0:28:01.0	K1	Erstcodierer	entfernt wegen überzeugender Abweichung
0:28:01.3	0:28:40.0	K2 (x)	Erstcodierer	Code durch Erstcodierer
0:28:06.2	0:28:13.0	K3	Zweitcodierer	entfernt, weil keine überzeugende Abweichung
0:28:13.3	0:28:37.8	K2	Zweitcodierer	zeitlich Teilmenge anderer Codierung
0:28:42.6	0:28:57.2	K3 (x)	Zweitcodierer	überzeugende Abweichung
0:28:44.4	0:28:58.0	K2	Erstcodierer	entfernt wegen überzeugender Abweichung
0:30:41.6	0:30:44.9	K2 (x)	Erstcodierer	Code durch Erstcodierer
0:31:24.3	0:31:30.9	K1 (x)	Zweitcodierer	überzeugende Abweichung
0:32:50.1	0:32:52.8	K2 (x)	Zweitcodierer	überzeugende Abweichung
0:32:59.0	0:33:04.3	K2 (x)	Zweitcodierer	überzeugende Abweichung
1:01:51.2	1:02:07.8	K2 (x)	Erstcodierer	Code durch Erstcodierer
1:02:27.9	1:03:03.5	K2	Zweitcodierer	zeitlich Teilmenge anderer Codierung
1:02:29.5	1:02:35.8	K2 (x)	Erstcodierer	stimmt überein
1:02:36.0	1:02:42.1	K2 (x)	Erstcodierer	stimmt überein
1:02:42.3	1:02:54.7	K2 (x)	Erstcodierer	stimmt überein
1:02:54.8	1:03:01.3	K2 (x)	Erstcodierer	stimmt überein
1:03:23.9	1:03:33.4	K1 (x)	Zweitcodierer	überzeugende Abweichung
1:11:31.2	1:11:54.3	K2	Zweitcodierer	zeitlich Teilmenge anderer Codierung
1:11:36.5	1:11:54.8	K2 (x)	Erstcodierer	stimmt überein
1:11:54.7	1:12:26.0	K2 (x)	Zweitcodierer	stimmt überein
1:11:57.2	1:12:03.2	K2	Erstcodierer	zeitlich Teilmenge anderer Codierung
1:13:25.8	1:13:34.1	K1 (x)	Erstcodierer	Code durch Erstcodierer

Schüler/-in ®

Beginn	Ende	Code	Codierer	Diskurs-Kommentar
0:18:22.3	0:18:39.3	K2	Zweitcodierer	zeitlich Teilmenge anderer Codierung mit Änderung auf K3
0:18:32.8	0:18:38.3	K2 (x)	Erstcodierer	von K2 auf K3 geändert: Operationalisiertes Bewegen der Kuh
0:19:01.1	0:19:06.5	K1 (x)	Erstcodierer	Code durch Erstcodierer
0:21:00.0	0:21:03.1	K2 (x)	Zweitcodierer	überzeugende Abweichung
0:21:37.3	0:21:39.7	K1 (x)	Zweitcodierer	überzeugende Abweichung
0:22:33.5	0:22:36.9	K2 (x)	Zweitcodierer	stimmt überein
0:22:33.5	0:22:44.6	K2	Erstcodierer	zum Teil zeitlich Teilmenge anderer Codierung
0:22:36.9	0:22:43.2	K1 (x)	Zweitcodierer	überzeugende Abweichung
0:26:39.9	0:26:43.0	K2	Zweitcodierer	zeitlich Teilmenge anderer Codierung
0:26:41.6	0:26:43.4	K2 (x)	Erstcodierer	stimmt überein
0:26:53.9	0:27:01.3	K2 (x)	Erstcodierer	stimmt überein
0:26:54.0	0:27:02.6	K2	Zweitcodierer	zeitlich Teilmenge anderer Codierung
0:27:07.8	0:27:12.5	K1 (x)	Erstcodierer	Code durch Erstcodierer
0:27:40.0	0:27:47.5	K2 (x)	Zweitcodierer	stimmt überein
0:27:40.6	0:27:46.2	K2	Erstcodierer	zeitlich Teilmenge anderer Codierung
0:28:01.5	0:28:12.8	K2 (x)	Zweitcodierer	stimmt überein
0:28:02.3	0:28:08.4	K2	Erstcodierer	zeitlich Teilmenge anderer Codierung
0:29:52.8	0:29:54.9	K2 (x)	Zweitcodierer	überzeugende Abweichung
0:30:39.9	0:30:47.4	K2 (x)	Erstcodierer	Code durch Erstcodierer
0:30:52.4	0:30:57.8	K1 (x)	Erstcodierer	Code durch Erstcodierer
0:30:59.6	0:31:07.8	K1 (x)	Zweitcodierer	überzeugende Abweichung
0:31:21.5	0:31:24.7	K1 (x)	Zweitcodierer	überzeugende Abweichung
0:31:49.3	0:31:51.2	K2 (x)	Erstcodierer	Code durch Erstcodierer
1:03:02.6	1:03:17.3	K1 (x)	Erstcodierer	Code durch Erstcodierer
1:03:17.5	1:03:20.8	K2 (x)	Erstcodierer	stimmt überein
1:03:18.1	1:03:31.2	K2	Zweitcodierer	zeitlich Teilmenge anderer Codierung
1:03:20.8	1:03:22.1	K1	Erstcodierer	entfernt, weil keine überzeugende Abweichung
1:12:56.5	1:13:28.2	K2	Zweitcodierer	zeitlich Teilmenge anderer Codierung
1:12:57.2	1:13:01.6	K2 (x)	Erstcodierer	stimmt überein
1:13:18.0	1:13:20.6	K2 (x)	Erstcodierer	stimmt überein

Schüler/-in ©

Beginn	Ende	Code	Codierer	Diskurs-Kommentar
0:18:24.3	0:18:55.6	K2	Zweitcodierer	teilweise entfernt wegen Abweichung; teilweise zeitlich Teilmenge anderer Codierung
0:18:43.0	0:18:52.3	K2 (x)	Erstcodierer	stimmt überein
0:18:52.4	0:18:54.1	K1 (x)	Erstcodierer	Code durch Erstcodierer
0:19:33.0	0:20:08.4	K2	Zweitcodierer	teilweise entfernt wegen Abweichung; teilweise zeitlich Teilmenge anderer Codierung
0:19:33.9	0:19:35.7	K2 (x)	Erstcodierer	stimmt überein
0:19:35.7	0:19:36.6	K1 (x)	Erstcodierer	Code durch Erstcodierer
0:20:00.5	0:20:03.9	K1 (x)	Erstcodierer	Code durch Erstcodierer
0:21:17.0	0:21:20.3	K2 (x)	Erstcodierer	stimmt überein
0:21:17.8	0:21:22.0	K2	Zweitcodierer	zeitlich Teilmenge anderer Codierung
0:21:40.2	0:21:43.6	K1 (x)	Erstcodierer	Code durch Erstcodierer
0:21:46.0	0:21:49.5	PD (x)	Zweitcodierer	überzeugende Abweichung
0:22:03.7	0:22:08.0	K2 (x)	Erstcodierer	Code durch Erstcodierer
0:22:34.4	0:22:44.3	K1 (x)	Erstcodierer	Code durch Erstcodierer
0:22:34.5	0:23:01.8	K2	Zweitcodierer	teilweise entfernt wegen Abweichung; teilweise zeitlich Teilmenge anderer Codierung
0:22:45.5	0:22:47.9	K2 (x)	Erstcodierer	stimmt überein
0:23:35.6	0:24:28.0	K1 (x)	Erstcodierer	Code durch Erstcodierer
0:26:40.4	0:26:58.9	K2 (x)	Erstcodierer	stimmt überein
0:26:41.2	0:26:58.1	K2	Zweitcodierer	zeitlich Teilmenge anderer Codierung
0:26:59.0	0:27:13.6	K1 (x)	Erstcodierer	stimmt überein
0:27:08.0	0:27:12.7	K1	Zweitcodierer	zeitlich Teilmenge anderer Codierung
0:27:25.4	0:27:27.5	K1 (x)	Erstcodierer	Code durch Erstcodierer
0:27:47.9	0:28:30.4	K1	Zweitcodierer	entfernt, weil keine überzeugende Abweichung
0:27:51.3	0:28:15.5	K1	Erstcodierer	entfernt, weil keine überzeugende Abweichung
0:29:39.4	0:29:45.3	K1	Zweitcodierer	entfernt, weil keine überzeugende Abweichung
1:01:47.0	1:01:51.7	K1 (x)	Erstcodierer	stimmt überein
1:01:47.2	1:01:49.1	K1	Zweitcodierer	zeitlich Teilmenge anderer Codierung
1:01:49.2	1:01:49.8	PR	Zweitcodierer	entfernt, weil keine überzeugende Abweichung
1:02:14.0	1:02:17.0	K1	Zweitcodierer	zeitlich Teilmenge anderer Codierung
1:02:14.0	1:02:17.8	K1 (x)	Erstcodierer	stimmt überein
1:02:20.5	1:02:29.9	PB (x)	Zweitcodierer	überzeugende Abweichung
1:04:39.0	1:05:11.7	K2	Zweitcodierer	teilweise entfernt wegen Abweichung; teilweise zeitlich Teilmenge anderer Codierung
1:04:39.0	1:04:48.7	K2 (x)	Erstcodierer	stimmt überein
1:04:48.9	1:05:02.4	K2 (x)	Erstcodierer	stimmt überein
1:05:02.4	1:05:08.7	K2 (x)	Erstcodierer	stimmt überein
1:05:09.8	1:05:13.0	K1 (x)	Erstcodierer	Code durch Erstcodierer
1:05:27.1	1:05:30.3	K2 (x)	Zweitcodierer	überzeugende Abweichung
1:05:30.0	1:05:33.9	K2 (x)	Erstcodierer	Code durch Erstcodierer
1:05:39.9	1:05:51.9	K1 (x)	Zweitcodierer	stimmt überein
1:05:40.4	1:05:42.6	K1	Erstcodierer	zeitlich Teilmenge anderer Codierung
1:05:54.6	1:05:57.3	K2 (x)	Erstcodierer	Code durch Erstcodierer
1:06:03.5	1:06:06.8	K2 (x)	Erstcodierer	Code durch Erstcodierer
1:06:12.5	1:06:20.0	K2	Zweitcodierer	zeitlich Teilmenge anderer Codierung
1:06:15.6	1:07:01.0	K2 (x)	Erstcodierer	stimmt überein
1:06:33.4	1:07:23.2	K2	Zweitcodierer	teilweise entfernt wegen Abweichung; teilweise zeitlich Teilmenge anderer Codierung

1:11:58.2	1:12:18.0	K1 (x)	Zweitcodierer	stimmt überein
1:12:07.3	1:12:18.4	K1	Erstcodierer	zeitlich Teilmenge anderer Codierung
1:12:26.8	1:12:32.7	K2 (x)	Zweitcodierer	überzeugende Abweichung
1:16:08.1	1:16:11.5	K1 (x)	Zweitcodierer	überzeugende Abweichung
1:16:13.1	1:16:14.2	K2 (x)	Zweitcodierer	überzeugende Abweichung
1:16:32.2	1:16:33.9	K2 (x)	Zweitcodierer	überzeugende Abweichung
1:16:35.8	1:16:37.8	K1 (x)	Zweitcodierer	überzeugende Abweichung
1:16:40.9	1:16:44.3	K1 (x)	Zweitcodierer	überzeugende Abweichung

Schüler/-in ①

Beginn	Ende	Code	Codierer	Diskurs-Kommentar
0:18:44.0	0:18:50.5	K2 (x)	Erstcodierer	stimmt überein
0:18:47.4	0:19:22.2	K2	Zweitcodierer	zum Teil zeitlich Teilmenge anderer Codierung
0:18:51.7	0:19:13.7	K1 (x)	Erstcodierer	auf K3 geändert: Operationalisiertes Bewegten der Kuh
0:19:13.7	0:19:19.5	K2	Erstcodierer	entfernt, weil kein Bezug zu Lernhandlung erkennbar
0:22:33.1	0:22:39.0	K2 (x)	Erstcodierer	stimmt überein; ab 00:25:24.3 jedoch K3, da Kuh bewegt
0:22:33.2	0:22:39.9	K2	Zweitcodierer	zeitlich Teilmenge anderer Codierung
0:22:36.3	0:22:38.5	K3	Erstcodierer	Code durch Erstcodierer; neu, da operationalisiertes Bewegten der Kuh
0:22:38.6	0:22:44.0	K1 (x)	Erstcodierer	stimmt überein
0:22:40.1	0:22:43.8	K1	Zweitcodierer	zum Teil zeitlich Teilmenge anderer Codierung
0:22:48.8	0:22:53.7	K2 (x)	Zweitcodierer	überzeugende Abweichung
0:23:45.0	0:23:57.4	PB (x)	Zweitcodierer	überzeugende Abweichung
0:24:03.7	0:24:08.5	K1 (x)	Erstcodierer	stimmt überein
0:24:04.1	0:24:09.0	K1	Zweitcodierer	zeitlich Teilmenge anderer Codierung
0:24:51.3	0:24:56.4	K1 (x)	Erstcodierer	Code durch Erstcodierer
0:24:56.7	0:24:59.2	K1 (x)	Zweitcodierer	überzeugende Abweichung
0:26:41.6	0:26:55.0	K2 (x)	Erstcodierer	Code durch Erstcodierer
0:26:43.0	0:26:48.9	K1	Zweitcodierer	entfernt, weil keine überzeugende Abweichung
0:26:49.0	0:26:57.2	K2	Zweitcodierer	zeitlich Teilmenge anderer Codierung
0:27:43.6	0:27:53.1	K1 (x)	Erstcodierer	Code durch Erstcodierer
0:27:44.4	0:27:50.4	K2	Zweitcodierer	zum Teil zeitlich Teilmenge anderer Codierung
0:30:43.4	0:30:48.4	K2 (x)	Erstcodierer	stimmt überein
0:31:37.1	0:31:52.5	K1 (x)	Erstcodierer	Code durch Erstcodierer
1:01:58.3	1:02:38.4	K2 (x)	Erstcodierer	stimmt überein
1:02:11.9	1:02:23.2	K2	Zweitcodierer	zeitlich Teilmenge anderer Codierung
1:02:46.4	1:02:49.9	K2 (x)	Zweitcodierer	überzeugende Abweichung
1:02:55.6	1:02:57.5	K1 (x)	Zweitcodierer	überzeugende Abweichung
1:02:57.1	1:03:00.3	K2 (x)	Erstcodierer	Code durch Erstcodierer
1:03:00.3	1:03:04.5	K1 (x)	Zweitcodierer	zum Teil überzeugende Abweichung; Anfangszeit von 01:05:46.4 abgeändert, um Codierung aufzusplitten
1:03:14.9	1:03:25.5	K2 (x)	Erstcodierer	Code durch Erstcodierer
1:03:26.0	1:03:28.9	K1 (x)	Zweitcodierer	überzeugende Abweichung
1:14:27.8	1:14:31.7	K1 (x)	Erstcodierer	stimmt überein
1:14:28.6	1:14:31.2	K1	Zweitcodierer	zeitlich Teilmenge anderer Codierung
1:14:31.4	1:14:41.0	K2 (x)	Zweitcodierer	überzeugende Abweichung

Schüler/-in ②

Beginn	Ende	Code	Codierer	Diskurs-Kommentar
0:18:21.6	0:18:34.1	K2	Zweitcodierer	stimmt überein; wird aber auf K3 geändert
0:18:29.9	0:18:35.1	K2 (x)	Erstcodierer	von K2 auf K3 geändert: Operationalisiertes Bewegten der Kuh
0:19:05.1	0:19:12.3	K1 (x)	Erstcodierer	stimmt überein
0:19:05.7	0:19:10.9	K1	Zweitcodierer	zeitlich Teilmenge anderer Codierung
0:22:40.1	0:22:44.3	K3	Erstcodierer	Code durch Erstcodierer
0:22:48.3	0:22:56.2	K2	Zweitcodierer	zeitlich Teilmenge anderer Codierung
0:22:50.9	0:22:54.5	K2 (x)	Erstcodierer	stimmt überein
0:23:43.6	0:23:47.9	K1 (x)	Erstcodierer	Code durch Erstcodierer
0:23:59.6	0:24:03.1	K1 (x)	Erstcodierer	Code durch Erstcodierer
0:24:44.0	0:24:54.5	K1 (x)	Zweitcodierer	überzeugende Abweichung
0:26:41.3	0:26:47.0	K2	Zweitcodierer	zeitlich Teilmenge anderer Codierung
0:26:41.4	0:26:49.1	K2 (x)	Erstcodierer	stimmt überein
0:27:02.0	0:27:14.0	K2 (x)	Erstcodierer	Code durch Erstcodierer
0:27:50.9	0:28:06.9	K2 (x)	Erstcodierer	Code durch Erstcodierer
0:28:52.0	0:28:54.3	K2 (x)	Erstcodierer	Endzeit von 00:31:54.6 abgeändert, um Codierung aufzusplitten
0:28:54.4	0:28:58.2	K1 (x)	Zweitcodierer	überzeugende Abweichung
0:30:24.4	0:30:44.6	K3 (x)	Zweitcodierer	keine überzeugende Abweichung; wird zu K2 nach Erstcodierer; Endzeit von 00:33:25.8 angepasst
0:30:32.4	0:30:44.6	K2	Erstcodierer	zeitlich Teilmenge anderer Codierung
0:30:39.6	0:30:47.9	K2	Zweitcodierer	zeitlich Teilmenge anderer Codierung
1:00:59.9	1:01:01.6	K3 (x)	Erstcodierer	Code durch Erstcodierer
1:01:23.9	1:01:31.2	PB (x)	Zweitcodierer	überzeugende Abweichung
1:01:31.4	1:01:47.2	K2 (x)	Erstcodierer	Anfangszeit von 01:04:15.0 abgeändert, um andere Codierungen zu integrieren
1:01:56.9	1:02:08.0	K3 (x)	Erstcodierer	stimmt überein
1:01:57.5	1:02:08.1	K3	Zweitcodierer	zeitlich Teilmenge anderer Codierung
1:02:12.4	1:02:17.4	PB (x)	Zweitcodierer	überzeugende Abweichung
1:02:25.2	1:02:31.6	K3 (x)	Erstcodierer	Code durch Erstcodierer
1:02:36.9	1:02:38.3	K3 (x)	Erstcodierer	Code durch Erstcodierer
1:02:37.4	1:02:46.6	K2	Zweitcodierer	entfernt, weil keine überzeugende Abweichung
1:02:38.8	1:02:41.4	K1 (x)	Erstcodierer	Code durch Erstcodierer

1:02:41.5	1:02:46.6	K2 (x)	Erstcodierer	Code durch Erstcodierer
1:02:48.3	1:02:50.7	K1 (x)	Erstcodierer	Code durch Erstcodierer
1:02:50.8	1:03:17.4	PB (x)	Zweitcodierer	überzeugende Abweichung; Anfangszeit von 01:05:38.1 abgeändert, um andere Codierungen zu integrieren
1:03:17.5	1:03:18.2	K3 (x)	Erstcodierer	Anfangszeit von 01:05:59.9 abgeändert, um andere Codierungen zu integrieren
1:04:09.8	1:04:12.5	K3 (x)	Erstcodierer	Code durch Erstcodierer
1:04:17.7	1:04:28.0	K3	Zweitcodierer	zeitlich Teilmenge anderer Codierung
1:04:21.7	1:04:27.5	K3 (x)	Erstcodierer	stimmt überein
1:04:28.3	1:04:33.1	PD (x)	Zweitcodierer	überzeugende Abweichung
1:04:33.8	1:05:28.6	PB (x)	Zweitcodierer	zum Teil überzeugende Abweichung, Endzeit entsprechend von 01:08:27.7 angepasst
1:05:28.8	1:05:33.7	K3 (x)	Erstcodierer	Anfangszeit von 01:08:11.1 wegen teilweiser überzeugter Abweichung angepasst
1:06:53.0	1:06:57.6	K2 (x)	Erstcodierer	Code durch Erstcodierer
1:06:57.8	1:07:42.9	K3 (x)	Erstcodierer	stimmt überein
1:06:59.1	1:07:41.9	K3	Zweitcodierer	zeitlich Teilmenge anderer Codierung
1:08:13.1	1:08:27.2	K3 (x)	Erstcodierer	Code durch Erstcodierer
1:08:49.9	1:09:02.6	K3 (x)	Erstcodierer	Code durch Erstcodierer
1:09:32.5	1:09:46.0	K3 (x)	Erstcodierer	stimmt überein
1:09:34.8	1:09:45.5	K3	Zweitcodierer	zeitlich Teilmenge anderer Codierung
1:11:28.3	1:11:45.0	K3 (x)	Zweitcodierer	überzeugende Abweichung
1:11:46.2	1:12:12.0	PB (x)	Zweitcodierer	überzeugende Abweichung
1:12:12.6	1:12:21.6	K3 (x)	Zweitcodierer	überzeugende Abweichung
1:12:24.1	1:13:39.4	PD (x)	Zweitcodierer	überzeugende Abweichung
1:13:57.6	1:14:10.6	K2	Zweitcodierer	zeitlich Teilmenge anderer Codierung
1:13:58.3	1:14:28.1	K2 (x)	Erstcodierer	stimmt überein

Schüler/-in ⑤

Beginn	Ende	Code	Codierer	Diskurs-Kommentar
0:18:35.9	0:19:01.9	K2	Zweitcodierer	zeitlich Teilmenge anderer Codierung
0:18:38.7	0:19:02.0	K2 (x)	Erstcodierer	stimmt überein
0:22:33.0	0:22:43.1	K2	Zweitcodierer	zeitlich Teilmenge anderer Codierung
0:22:34.9	0:22:43.8	K2 (x)	Erstcodierer	stimmt überein
0:23:44.3	0:24:00.3	K2	Zweitcodierer	zeitlich Teilmenge anderer Codierung
0:23:44.9	0:24:27.9	K2 (x)	Erstcodierer	stimmt überein
0:24:00.4	0:24:07.4	K1 (x)	Zweitcodierer	überzeugende Abweichung
0:24:07.7	0:24:16.5	K2 (x)	Zweitcodierer	überzeugende Abweichung
0:24:16.6	0:24:27.1	K1 (x)	Zweitcodierer	überzeugende Abweichung
0:26:44.7	0:26:54.6	K2	Zweitcodierer	zeitlich Teilmenge anderer Codierung
0:26:47.6	0:26:54.8	K2 (x)	Erstcodierer	stimmt überein
0:26:54.8	0:27:01.7	K1	Zweitcodierer	zeitlich Teilmenge anderer Codierung
0:26:55.0	0:27:01.7	K1 (x)	Erstcodierer	stimmt überein
0:27:46.1	0:28:45.4	K2 (x)	Zweitcodierer	zeitlich Teilmenge anderer Codierung
0:27:46.5	0:28:45.6	K2	Erstcodierer	stimmt überein
1:02:26.5	1:04:00.0	PR (x)	Zweitcodierer	überzeugende Abweichung
1:04:45.6	1:05:06.1	K2 (x)	Zweitcodierer	überzeugende Abweichung
1:12:54.0	1:13:05.9	K1 (x)	Zweitcodierer	überzeugende Abweichung
1:13:18.6	1:13:22.7	K2 (x)	Erstcodierer	Code durch Erstcodierer
1:13:29.9	1:13:44.7	K2 (x)	Zweitcodierer	überzeugende Abweichung
1:13:49.1	1:13:51.2	K2 (x)	Erstcodierer	Code durch Erstcodierer

Schüler/-in ⑥

Beginn	Ende	Code	Codierer	Diskurs-Kommentar
0:18:22.7	0:19:00.0	K2	Zweitcodierer	stimmt zum Teil überein
0:18:30.3	0:18:40.1	K3 (x)	Zweitcodierer	von K2 auf K3 geändert: Operationalisiertes Bewegen der Kuh
0:18:40.3	0:18:59.2	K2 (x)	Erstcodierer	Anfangszeit von 00:21:18.4 abgeändert, um Codierung aufzusplitten
0:21:53.6	0:22:01.0	K1 (x)	Zweitcodierer	überzeugende Abweichung
0:22:33.0	0:22:39.3	K2	Zweitcodierer	zeitlich Teilmenge anderer Codierung
0:22:35.9	0:22:37.9	K2 (x)	Erstcodierer	stimmt überein
0:23:38.8	0:23:50.4	K1	Erstcodierer	Code durch Erstcodierer
0:23:49.7	0:24:28.7	K2	Zweitcodierer	zeitlich Teilmenge anderer Codierung
0:23:50.7	0:24:28.3	K2 (x)	Erstcodierer	stimmt überein
0:26:53.5	0:27:20.3	K2	Zweitcodierer	zeitlich Teilmenge anderer Codierung
0:26:53.6	0:27:01.9	K2 (x)	Erstcodierer	stimmt überein
0:27:02.0	0:27:14.1	K1 (x)	Erstcodierer	Code durch Erstcodierer
0:27:39.5	0:29:18.3	K2 (x)	Erstcodierer	stimmt überein
0:27:40.9	0:29:18.4	K2	Zweitcodierer	zeitlich Teilmenge anderer Codierung
0:30:00.1	0:30:07.8	K1 (x)	Zweitcodierer	überzeugende Abweichung
1:02:16.8	1:02:35.8	K2	Zweitcodierer	zeitlich Teilmenge anderer Codierung
1:02:20.8	1:02:35.1	K2 (x)	Erstcodierer	stimmt überein
1:02:48.0	1:03:27.3	K2 (x)	Erstcodierer	stimmt zum Teil überein
1:03:21.1	1:03:44.7	K2	Zweitcodierer	zum Teil zeitlich Teilmenge anderer Codierung
1:07:55.2	1:08:28.7	K3 (x)	Erstcodierer	Code durch Erstcodierer
1:11:47.7	1:11:52.0	K3 (x)	Erstcodierer	Code durch Erstcodierer
1:11:52.0	1:11:52.4	UMR (x)	Erstcodierer	Code durch Erstcodierer
1:11:54.3	1:12:09.9	K2	Zweitcodierer	zeitlich Teilmenge anderer Codierung
1:11:56.3	1:12:09.1	K2 (x)	Erstcodierer	stimmt überein
1:16:18.2	1:16:27.0	K2 (x)	Erstcodierer	Code durch Erstcodierer
1:16:36.2	1:16:41.7	K1 (x)	Zweitcodierer	überzeugende Abweichung
1:17:17.3	1:17:23.0	K1 (x)	Erstcodierer	Code durch Erstcodierer

D Reliabilitätskoeffizienten

Hinweise zur Berechnung des Reliabilitätskoeffizienten finden sich auf S. 131.

D.1 Erster Untersuchungsdurchgang

D.1.1 Aspekterarbeitung

Ⓐ $p_0 = 0,79; \kappa_n = 0,73$

	kein Code	K1	K2	K3	K4	Σ
kein Code	233	22	8	0	0	263
K1	0	1	0	0	0	1
K2	49	1	61	0	0	111
K3	0	0	0	0	0	0
K4	0	0	0	0	0	0
Σ	282	24	69	0	0	375

Ⓑ $p_0 = 0,61; \kappa_n = 0,52$

	kein Code	K1	K2	K3	K4	Σ
kein Code	190	62	2	0	0	254
K1	29	3	3	0	0	35
K2	42	7	37	0	0	86
K3	0	0	0	0	0	0
K4	0	0	0	0	0	0
Σ	261	72	42	0	0	375

Ⓒ $p_0 = 0,82; \kappa_n = 0,77$

	kein Code	K1	K2	K3	K4	Σ
kein Code	238	0	3	0	0	241
K1	37	31	0	0	0	68
K2	24	4	38	0	0	66
K3	0	0	0	0	0	0
K4	0	0	0	0	0	0
Σ	299	35	41	0	0	375

Ⓓ $p_0 = 0,91; \kappa_n = 0,89$

	kein Code	K1	K2	K3	K4	Σ
kein Code	276	6	1	0	0	283
K1	8	56	11	0	0	75
K2	7	0	10	0	0	17
K3	0	0	0	0	0	0
K4	0	0	0	0	0	0
Σ	291	62	22	0	0	375

Ⓔ $p_0 = 0,81; \kappa_n = 0,77$

	kein Code	K1	K2	K3	K4	Σ
kein Code	282	17	1	15	0	315
K1	34	14	0	0	0	48
K2	2	1	9	0	0	12
K3	0	0	0	0	0	0
K4	0	0	0	0	0	0
Σ	318	32	10	15	0	375

Ⓕ $p_0 = 0,91; \kappa_n = 0,89$

	kein Code	K1	K2	K3	K4	Σ
kein Code	323	10	0	0	0	333
K1	4	14	0	0	0	18
K2	19	0	5	0	0	24
K3	0	0	0	0	0	0
K4	0	0	0	0	0	0
Σ	346	24	5	0	0	375

Ⓖ $p_0 = 0,85; \kappa_n = 0,81$

	kein Code	K1	K2	K3	K4	Σ
kein Code	242	0	12	0	0	254
K1	8	45	1	0	0	54
K2	29	5	31	0	0	65
K3	2	0	0	0	0	2
K4	0	0	0	0	0	0
Σ	281	50	44	0	0	375

Ⓗ $p_0 = 0,80; \kappa_n = 0,75$

	kein Code	K1	K2	K3	K4	Σ
kein Code	200	4	4	0	0	208
K1	20	34	24	9	0	87
K2	15	0	65	0	0	80
K3	0	0	0	0	0	0
K4	0	0	0	0	0	0
Σ	235	38	93	9	0	375

D.1.2 Winkelfeldvergleich

Ⓐ $p_0 = 0,79; \kappa_n = 0,73$

	kein Code	K1	K2	K3	K4	Σ
kein Code	479	0	46	0	0	525
K1	12	0	13	0	0	25
K2	58	0	0	0	0	58
K3	0	0	0	0	0	0
K4	0	0	0	0	0	0
Σ	549	0	59	0	0	608

Ⓑ $p_0 = 0,82; \kappa_n = 0,78$

	kein Code	K1	K2	K3	K4	Σ
kein Code	501	10	0	40	0	551
K1	16	0	0	0	0	16
K2	8	3	0	0	0	11
K3	3	27	0	0	0	30
K4	0	0	0	0	0	0
Σ	528	40	0	40	0	608

Ⓒ $p_0 = 0,92; \kappa_n = 0,90$

	kein Code	K1	K2	K3	K4	Σ
kein Code	528	3	30	0	0	561
K1	13	18	0	0	0	31
K2	5	0	11	0	0	16
K3	0	0	0	0	0	0
K4	0	0	0	0	0	0
Σ	546	21	41	0	0	608

Ⓓ $p_0 = 0,93; \kappa_n = 0,91$

	kein Code	K1	K2	K3	K4	Σ
kein Code	556	30	0	0	0	586
K1	15	7	0	0	0	22
K2	0	0	0	0	0	0
K3	0	0	0	0	0	0
K4	0	0	0	0	0	0
Σ	571	37	0	0	0	608

Ⓔ $p_0 = 0,68; \kappa_n = 0,60$

	kein Code	K1	K2	K3	K4	Σ
kein Code	329	0	0	75	0	404
K1	0	0	0	0	0	0
K2	1	0	0	120	0	121
K3	0	0	0	83	0	83
K4	0	0	0	0	0	0
Σ	330	0	0	278	0	608

Ⓕ $p_0 = 0,99; \kappa_n = 0,99$

	kein Code	K1	K2	K3	K4	Σ
kein Code	595	5	0	0	0	600
K1	1	7	0	0	0	8
K2	0	0	0	0	0	0
K3	0	0	0	0	0	0
K4	0	0	0	0	0	0
Σ	596	12	0	0	0	608

Ⓖ $p_0 = 0,97; \kappa_n = 0,96$

	kein Code	K1	K2	K3	K4	Σ
kein Code	590	0	1	0	0	591
K1	0	0	0	0	0	0
K2	0	0	0	0	0	0
K3	1	0	16	0	0	17
K4	0	0	0	0	0	0
Σ	591	0	17	0	0	608

Ⓖ $p_0 = 0,75; \kappa_n = 0,69$

	kein Code	K1	K2	K3	K4	Σ
kein Code	401	0	24	0	0	425
K1	110	0	0	8	0	118
K2	8	0	57	0	0	65
K3	0	0	0	0	0	0
K4	0	0	0	0	0	0
Σ	519	0	81	8	0	608

D.2 Zweiter Untersuchungsdurchgang

D.2.1 Aspekterarbeitung

Ⓘ $p_0 = 0,92; \kappa_n = 0,91$

	kein Code	K1	K2	K3	K4	Σ
kein Code	175	0	13	0	0	188
K1	0	0	7	0	0	7
K2	5	3	167	0	0	175
K3	0	0	0	0	0	0
K4	0	0	0	0	0	0
Σ	180	3	187	0	0	370

Ⓙ $p_0 = 0,88; \kappa_n = 0,85$

	kein Code	K1	K2	K3	K4	Σ
kein Code	189	0	19	0	0	208
K1	3	0	21	0	0	24
K2	1	0	137	0	0	138
K3	0	0	0	0	0	0
K4	0	0	0	0	0	0
Σ	193	0	177	0	0	370

Ⓚ $p_0 = 0,74; \kappa_n = 0,68$

	kein Code	K1	K2	K3	K4	Σ
kein Code	203	0	4	0	0	207
K1	17	0	45	0	0	62
K2	29	0	72	0	0	101
K3	0	0	0	0	0	0
K4	0	0	0	0	0	0
Σ	249	0	121	0	0	370

Ⓛ $p_0 = 0,88; \kappa_n = 0,85$

	kein Code	K1	K2	K3	K4	Σ
kein Code	229	0	7	0	0	236
K1	5	23	21	0	0	49
K2	12	0	73	0	0	85
K3	0	0	0	0	0	0
K4	0	0	0	0	0	0
Σ	246	23	101	0	0	370

Ⓜ $p_0 = 0,95; \kappa_n = 0,93$

	kein Code	K1	K2	K3	K4	Σ
kein Code	266	0	1	0	0	267
K1	1	0	0	0	0	1
K2	18	0	84	0	0	102
K3	0	0	0	0	0	0
K4	0	0	0	0	0	0
Σ	285	0	85	0	0	370

Ⓝ $p_0 = 0,81; \kappa_n = 0,76$

	kein Code	K1	K2	K3	K4	Σ
kein Code	187	10	6	0	0	203
K1	1	17	0	0	0	18
K2	44	10	95	0	0	149
K3	0	0	0	0	0	0
K4	0	0	0	0	0	0
Σ	232	37	101	0	0	370

D.2.2 Winkelfeldvergleich

Ⓛ $p_0 = 0,88; \kappa_n = 0,85$

	kein Code	K1	K2	K3	K4	Σ
kein Code	658	6	6	11	0	681
K1	8	0	0	2	0	10
K2	10	17	5	0	0	32
K3	39	0	0	37	0	76
K4	0	0	0	0	0	0
Σ	715	23	11	50	0	799

Ⓛ $p_0 = 0,86; \kappa_n = 0,82$

	kein Code	K1	K2	K3	K4	Σ
kein Code	624	0	0	4	0	628
K1	18	0	27	0	0	45
K2	0	0	0	0	0	0
K3	41	0	16	63	0	120
K4	6	0	0	0	0	6
Σ	689	0	43	67	0	799

Ⓚ $p_0 = 0,81; \kappa_n = 0,77$

	kein Code	K1	K2	K3	K4	Σ
kein Code	626	25	65	0	0	716
K1	4	0	49	0	0	53
K2	6	0	24	0	0	30
K3	0	0	0	0	0	0
K4	0	0	0	0	0	0
Σ	636	25	138	0	0	799

Ⓛ $p_0 = 0,90; \kappa_n = 0,87$

	kein Code	K1	K2	K3	K4	Σ
kein Code	688	22	43	0	0	753
K1	0	0	0	0	0	0
K2	15	0	31	0	0	46
K3	0	0	0	0	0	0
K4	0	0	0	0	0	0
Σ	703	22	74	0	0	799

Ⓜ $p_0 = 0,95; \kappa_n = 0,94$

	kein Code	K1	K2	K3	K4	Σ
kein Code	678	0	18	0	0	696
K1	0	0	0	0	0	0
K2	18	0	81	0	0	99
K3	1	0	0	3	0	4
K4	0	0	0	0	0	0
Σ	697	0	99	3	0	799

Ⓝ $p_0 = 0,89; \kappa_n = 0,86$

	kein Code	K1	K2	K3	K4	Σ
kein Code	656	6	55	0	0	717
K1	3	8	9	0	0	20
K2	17	0	45	0	0	62
K3	0	0	0	0	0	0
K4	0	0	0	0	0	0
Σ	676	14	109	0	0	799

D.3 Dritter Untersuchungsdurchgang

D.3.1 Aspekterarbeitung

ⓐ $p_0 = 0,67; \kappa_n = 0,59$

	kein Code	K1	K2	K3	K4	Σ
kein Code	227	2	5	0	0	234
K1	7	3	116	0	0	126
K2	6	0	52	0	0	58
K3	0	0	0	0	0	0
K4	0	0	0	0	0	0
Σ	240	5	173	0	0	418

ⓑ $p_0 = 0,75; \kappa_n = 0,69$

	kein Code	K1	K2	K3	K4	Σ
kein Code	228	0	18	0	0	246
K1	20	0	55	0	0	75
K2	10	0	87	0	0	97
K3	0	0	0	0	0	0
K4	0	0	0	0	0	0
Σ	258	0	160	0	0	418

ⓒ $p_0 = 0,87; \kappa_n = 0,84$

	kein Code	K1	K2	K3	K4	Σ
kein Code	258	3	11	0	0	272
K1	7	0	8	0	0	15
K2	11	6	107	7	0	131
K3	0	0	0	0	0	0
K4	0	0	0	0	0	0
Σ	276	9	126	7	0	418

ⓓ $p_0 = 0,90; \kappa_n = 0,87$

	kein Code	K1	K2	K3	K4	Σ
kein Code	340	0	21	0	0	361
K1	12	0	0	0	0	12
K2	1	8	36	0	0	45
K3	0	0	0	0	0	0
K4	0	0	0	0	0	0
Σ	353	8	57	0	0	418

ⓔ $p_0 = 0,60; \kappa_n = 0,50$

	kein Code	K1	K2	K3	K4	Σ
kein Code	187	19	62	0	0	268
K1	65	31	21	0	0	117
K2	1	0	32	0	0	33
K3	0	0	0	0	0	0
K4	0	0	0	0	0	0
Σ	253	50	115	0	0	418

ⓕ $p_0 = 0,86; \kappa_n = 0,82$

	kein Code	K1	K2	K3	K4	Σ
kein Code	325	1	11	0	0	337
K1	6	9	31	0	0	46
K2	5	6	24	0	0	35
K3	0	0	0	0	0	0
K4	0	0	0	0	0	0
Σ	336	16	66	0	0	418

ⓖ $p_0 = 0,86; \kappa_n = 0,83$

	kein Code	K1	K2	K3	K4	Σ
kein Code	336	0	12	0	0	348
K1	12	6	0	0	0	18
K2	34	0	18	0	0	52
K3	0	0	0	0	0	0
K4	0	0	0	0	0	0
Σ	382	6	30	0	0	418

ⓗ $p_0 = 0,93; \kappa_n = 0,92$

	kein Code	K1	K2	K3	K4	Σ
kein Code	266	0	8	0	0	274
K1	0	8	0	0	0	8
K2	1	19	116	0	0	136
K3	0	0	0	0	0	0
K4	0	0	0	0	0	0
Σ	267	27	124	0	0	418

ⓘ $p_0 = 0,89; \kappa_n = 0,86$

	kein Code	K1	K2	K3	K4	Σ
kein Code	236	0	20	0	0	256
K1	11	0	15	0	0	26
K2	1	0	135	0	0	136
K3	0	0	0	0	0	0
K4	0	0	0	0	0	0
Σ	248	0	170	0	0	418

D.3.2 Winkelfeldvergleich

Ⓒ $p_0 = 0,90; \kappa_n = 0,87$

kein Code	kein Code	K1	K2	K3	K4	Σ
kein Code	856	16	32	0	0	904
K1	18	0	17	0	0	35
K2	15	0	32	3	0	50
K3	0	0	0	0	0	0
K4	0	0	0	0	0	0
Σ	889	16	81	3	0	989

Ⓓ $p_0 = 0,93; \kappa_n = 0,91$

kein Code	kein Code	K1	K2	K3	K4	Σ
kein Code	904	0	47	0	0	951
K1	7	0	10	0	0	17
K2	4	0	17	0	0	21
K3	0	0	0	0	0	0
K4	0	0	0	0	0	0
Σ	915	0	74	0	0	989

Ⓔ $p_0 = 0,92; \kappa_n = 0,90$

kein Code	kein Code	K1	K2	K3	K4	Σ
kein Code	858	11	39	0	0	908
K1	10	0	0	0	0	10
K2	17	0	54	0	0	71
K3	0	0	0	0	0	0
K4	0	0	0	0	0	0
Σ	885	11	93	0	0	989

Ⓕ $p_0 = 0,95; \kappa_n = 0,93$

kein Code	kein Code	K1	K2	K3	K4	Σ
kein Code	926	0	33	0	0	959
K1	15	0	3	0	0	18
K2	1	0	11	0	0	12
K3	0	0	0	0	0	0
K4	0	0	0	0	0	0
Σ	942	0	47	0	0	989

Ⓖ $p_0 = 0,89; \kappa_n = 0,86$

kein Code	kein Code	K1	K2	K3	K4	Σ
kein Code	799	30	51	0	0	880
K1	6	22	3	0	0	31
K2	23	0	55	0	0	78
K3	0	0	0	0	0	0
K4	0	0	0	0	0	0
Σ	828	52	109	0	0	989

Ⓗ $p_0 = 0,93; \kappa_n = 0,91$

kein Code	kein Code	K1	K2	K3	K4	Σ
kein Code	904	9	14	0	0	927
K1	1	3	1	0	0	5
K2	39	5	13	0	0	57
K3	0	0	0	0	0	0
K4	0	0	0	0	0	0
Σ	944	17	28	0	0	989

Ⓖ $p_0 = 0,84; \kappa_n = 0,80$

kein Code	kein Code	K1	K2	K3	K4	Σ
kein Code	740	0	6	33	0	779
K1	3	0	4	0	0	7
K2	45	0	13	0	0	58
K3	70	0	1	74	0	145
K4	0	0	0	0	0	0
Σ	858	0	24	107	0	989

Ⓙ $p_0 = 0,94; \kappa_n = 0,93$

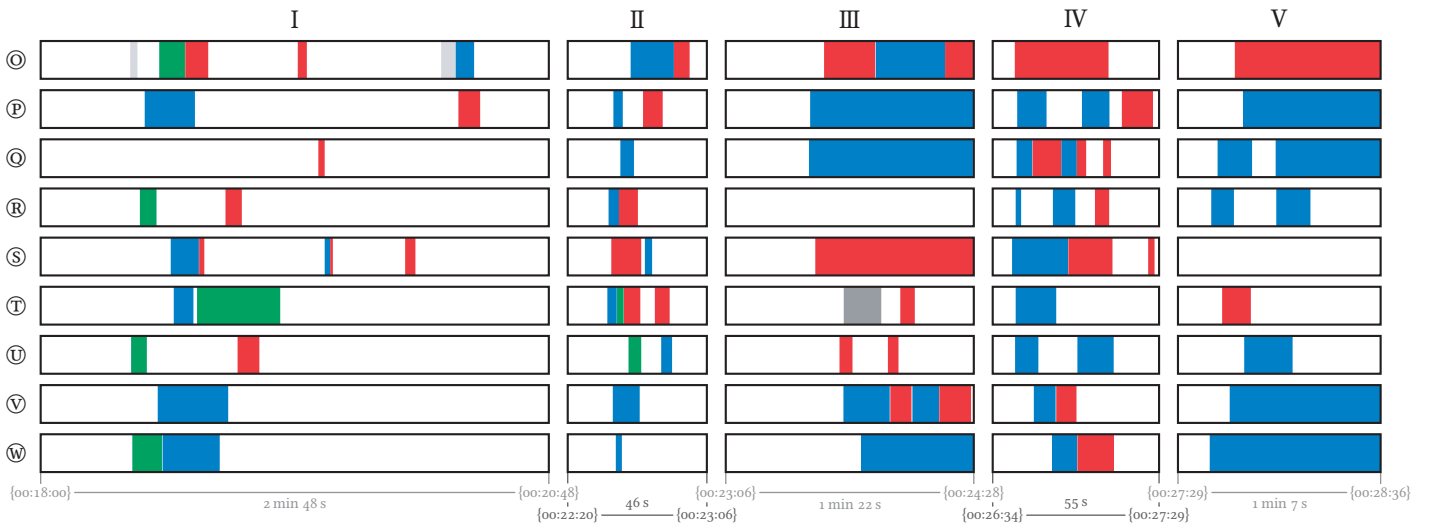
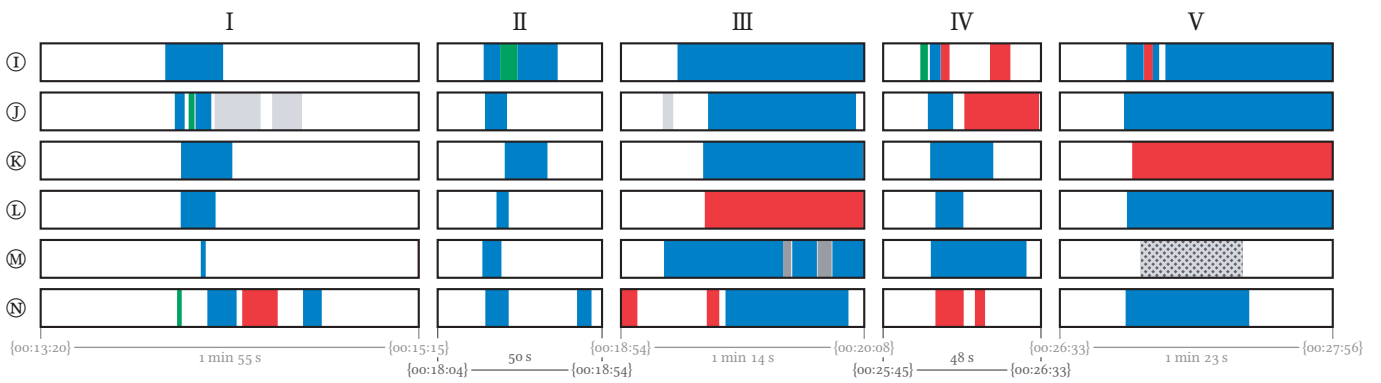
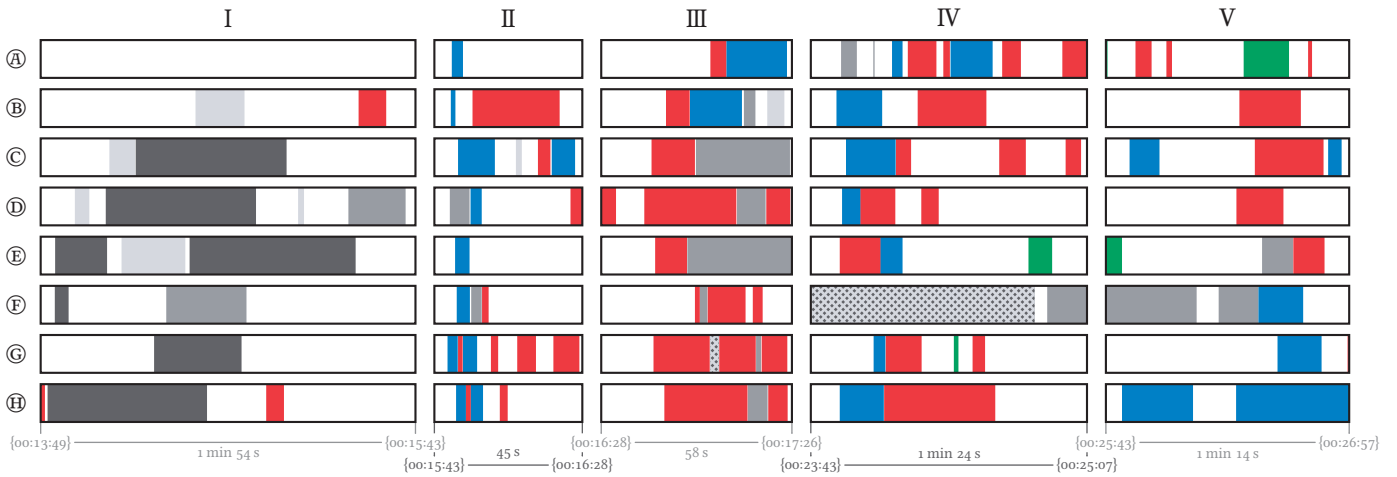
kein Code	kein Code	K1	K2	K3	K4	Σ
kein Code	930	13	38	0	0	981
K1	0	0	0	0	0	0
K2	8	0	0	0	0	8
K3	0	0	0	0	0	0
K4	0	0	0	0	0	0
Σ	938	13	38	0	0	989

Ⓚ $p_0 = 0,89; \kappa_n = 0,86$

kein Code	kein Code	K1	K2	K3	K4	Σ
kein Code	839	6	23	0	0	868
K1	0	0	0	0	0	0
K2	44	0	37	0	0	81
K3	40	0	0	0	0	40
K4	0	0	0	0	0	0
Σ	923	6	60	0	0	989

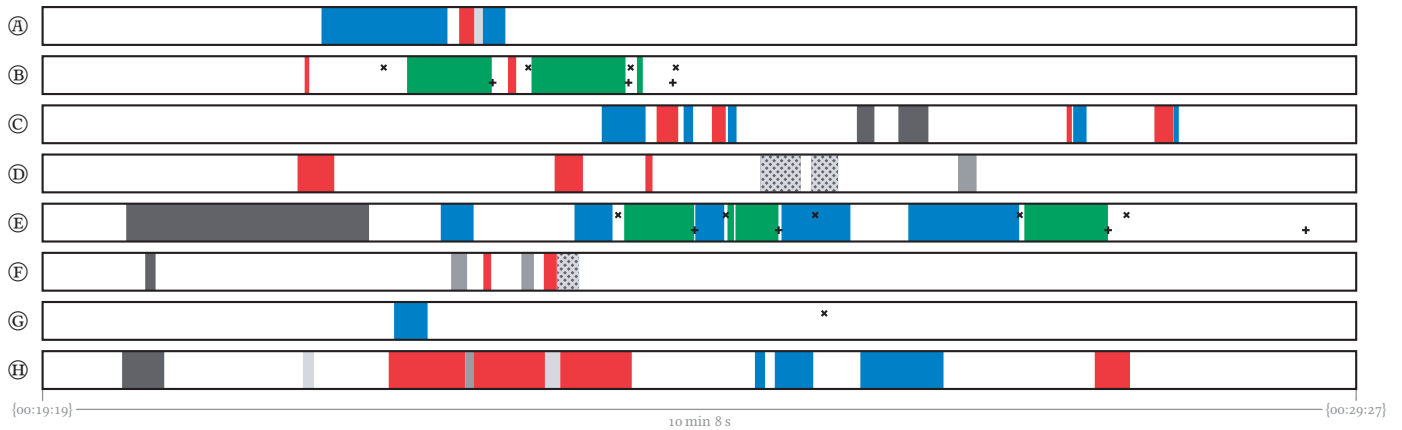
E Codierung aller Durchgänge

Auf der folgenden Doppelseite sind noch einmal die Codierungen aller Schülerinnen und Schüler zusammenfassend dargestellt. Zu beachten ist dabei, dass die zeitliche Skalierung aus Darstellungsgründen nicht in allen Durchgängen identisch ist.



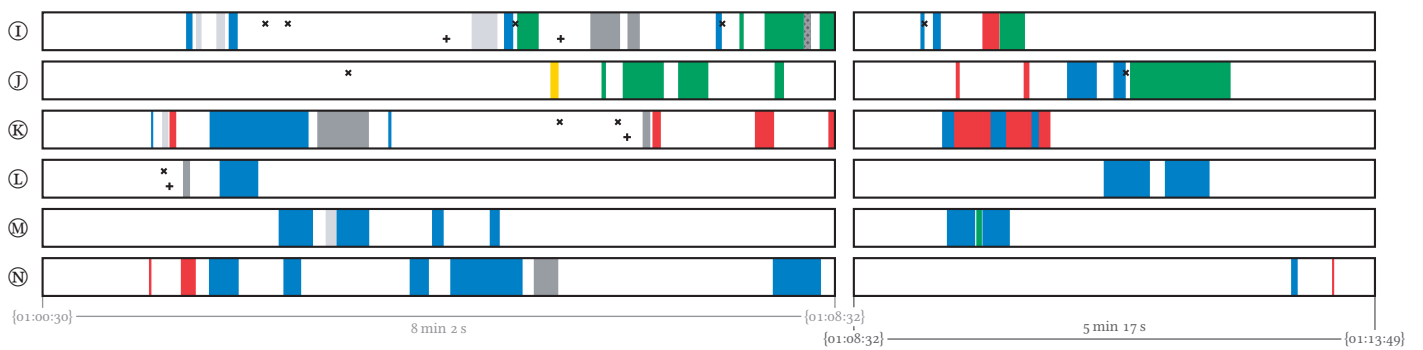
- K1: rein situativ
- K3: kontextuell, mit Situationsbezug
- Tier lässt sich nicht drehen
- Tier lässt sich nicht an-/ausschalten
- K2: situativ, aber kontextualisierbar
- K4: rein kontextuell
- Tier lässt sich nicht bewegen
- Tier liegt am Rand des Steinkreises

VI



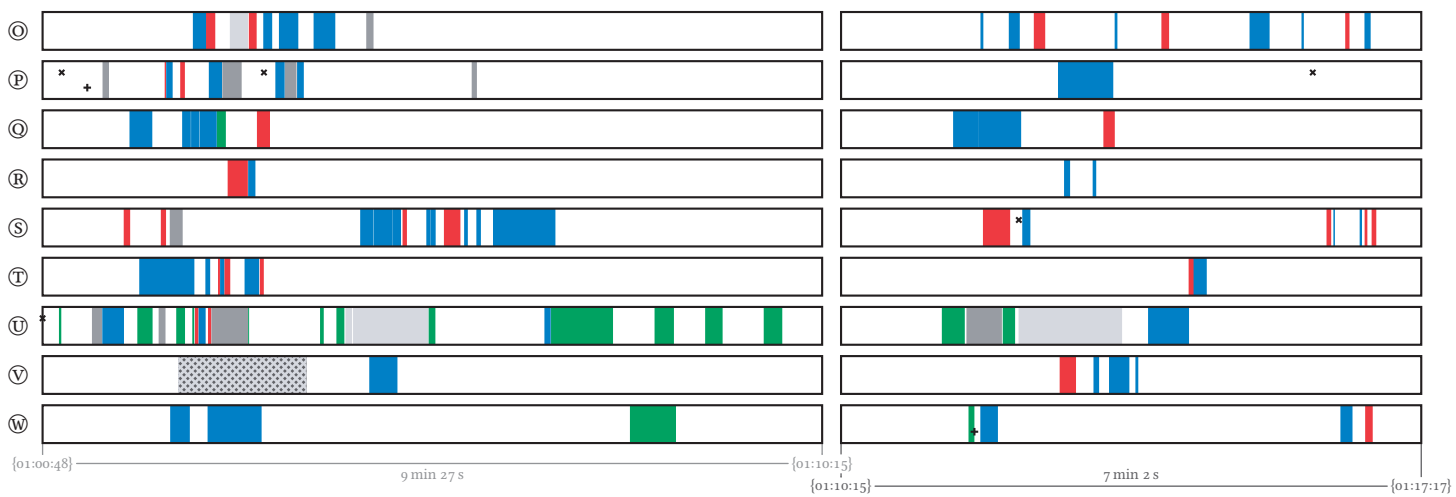
VI

VII



VI

VII



- | | | | |
|---|------------------------------------|--|----------------------------|
| I Tier ins Sichtfeld setzen | III Tier im Sichtfeld bewegen | V Tier entlang Sichtfeldgrenze bewegen | VII Erklären des Vorgehens |
| II Tier außerhalb des Sichtfelds setzen | IV Tier auf Sichtfeldgrenze setzen | VI Bestimmen der Rangfolge | |

F Gesprächs- und Beobachtungsnotizen

Gespräch mit dem Lehrer im Vorfeld der App-Entwicklung

- ▶ Erläuterung der grundsätzlichen Idee des Aufsteigens vom Abstrakten zum Konkreten; ist dem Lehrer durchs Studium bekannt
- ▶ Autor dieser Arbeit legt Winkelfeld als zu betrachtenden Winkelaspekt fest; Vorschlag vom Lehrer, Sichtfelder als Ausgangskonkretum zu nutzen

Gespräch mit dem Lehrer vor dem ersten Untersuchungsdurchgang

- ▶ Diskussion der Definition zum Winkelfeld: »Ebene« ist als Begriff nicht vorhanden, »Bereich« ist nicht hilfreich; Lehrer schlägt »Fläche« vor, was jedoch mathematisch nicht sauber ist; Einigung auf »unendliche Fläche«
- ▶ Es soll nur Begriff »Winkelfeld« und nicht »Winkel« genutzt werden
- ▶ Aufschreiben des Realitätsbezugs sieht Lehrer nicht für nötig, das kann auch mündlich gemacht werden; Einigung auf tabellarische Übersicht
- ▶ Diskussion zur korrekten Ausrichtung der Winkelfelder bei deren Vergleich; Einigung auf »in die gleiche Richtung gucken«
- ▶ Vorschlag vom Lehrer, Vergleich über das Erstellen einer Rangordnung mit vorherigem Schätzen zu realisieren

Besonderheiten beim ersten Untersuchungsdurchgang

- ▶ Diskussion der Handlungsstrategien erfolgte immer nur implizit
- ▶ Schülerinnen und Schüler arbeiten kaum von selbst zu zweit
- ▶ Schülerinnen und Schüler haben kaum Bedürfnis, in Winkelfeldmodus zu wechseln
- ▶ Lehrer vermischt häufig Realsituation und Mathematik (z. B. »die Schenkel des Sichtfeldes«)

Gespräch mit dem Lehrer zwischen erstem und zweitem Untersuchungsdurchgang

- ▶ Lehrer schlägt vor, in Motivationsphase schneller die Lage der Augen der Tiere anzusprechen, um zielgerichteter zum Lernziel zu kommen
- ▶ ungünstige Aufgabenformulierungen werden besprochen; Vorschlag vom Autor, Aufgabenstellungen vorzulesen; Lehrer stimmt dem zu
- ▶ Besprechung, dass im ersten Durchgang bei der Erarbeitung der Ausgangsabstraktion oft auf Begrifflichkeiten zurückgegriffen wurde, die den Schülerinnen und Schülern noch nicht bekannt sind; das sollte im zweiten Durchgang vermieden werden

Besonderheiten beim zweiten Untersuchungsdurchgang

- ▶ Schülerinnen und Schüler wirken müde bzw. gehemmt im Vergleich zur Lerngruppe beim letzten Untersuchungsdurchgang
- ▶ Vorlesen der Aufgabenstellung führt zu konzentriertem und zielgerichtetem Arbeiten
- ▶ Tabelle beim Vergleich von Realität und Mathematik wird schrittweise abgearbeitet ohne inhaltliche Erarbeitung
- ▶ Das Anschalten von vier Tieren vor dem Winkelfeldvergleich scheint hemmend zu sein

Gespräch mit dem Lehrer zwischen zweitem und drittem Untersuchungsdurchgang

- ▶ Vorlesen der Aufgabenstellung war erfolgreich
- ▶ Bitte an Lehrer, noch stärker auf Unterscheidung zwischen Realität und Mathematik zu achten
- ▶ Bitte an Lehrer, dass beim Vergleich der Winkelfelder keine konkreten Anweisungen zum Vorgehen gegeben werden

Besonderheiten beim dritten Untersuchungsdurchgang

- ▶ Lehrer ist teilweise sehr schlecht zu verstehen und wirkt unkonzentriert