

UNIVERSITÄT POTSDAM

MATHEMATISCH-NATURWISSENSCHAFTLICHE FAKULTÄT

LEHRSTUHL FÜR DIDAKTIK DER MATHEMATIK



BACHELORARBEIT ZUM THEMA

Let's have FUN!

Gamification im Mathematikunterricht

Zur Erlangung des akademischen Grades
Bachelor of Education

Vorgelegt von: Dorothee Dahl
Studiengang: Bachelor of Education - Lehramt für die Sekundarstufen I und II

Erstgutachter: Prof. Dr. Ulrich Kortenkamp
Zweitgutachterin: Dr. Lena Florian

Abgabe: 12. Juli 2021

Soweit nicht anders gekennzeichnet, ist dieses Werk unter einem Creative-Commons-Lizenzvertrag Namensnennung 4.0 lizenziert.

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/4.0/deed.de>

Online veröffentlicht auf dem

Publikationsserver der Universität Potsdam:

<https://doi.org/10.25932/publishup-51593>

<https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:kobv:517-opus4-515937>

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	3
2	Das Konzept Gamification	5
2.1	Was Gamification ist	5
2.2	Was Gamification nicht ist	6
3	Relevanz von Gamification im Mathematikunterricht	8
4	Elemente von Gamification	12
4.1	Feedback	13
4.1.1	Punkte	13
4.1.2	Spieler:innenlevel	17
4.1.3	Fortschrittsanzeigen	19
4.1.4	Bestenlisten	20
4.1.5	Abzeichen	22
4.1.6	Umgang mit Aufgabenabschluss	24
4.2	User specific elements	26
4.2.1	Ziele	27
4.2.2	Level als Schwierigkeit	28
4.2.3	Level als Missionen	29
4.2.4	Soziale Lernarrangements	31
4.2.5	Charaktere	32
4.3	Neutral elements	34
4.3.1	Regeln	34
4.3.2	Zeitanzeigen	35
4.3.3	Ästhetik	36
4.3.4	Rahmengeschichte	37
4.4	Kombination von Spielelementen im Lernkontext	40
5	Diskussion	43
6	Literaturverzeichnis	45
7	Anhang	52
7.1	Definition des Begriffes „Motivation“	52
7.2	Weiterführende Informationen zu angesprochenen Theorien und Konzepten .	52
7.3	Angesprochene Werkzeuge für einen gamifizierten Unterricht	53
7.4	Concept Map zu den Elementen von Gamification	55
7.5	Ein exemplarischer Entwurf einer gamifizierten Unterrichtsstunde	56
7.5.1	Lernvoraussetzungen	56
7.5.2	Darstellung und Begründung didaktisch-methodischer Entscheidungen	59
8	Selbstständigkeitserklärung	78

1 Einleitung

„The engagement achieved through games means that gamification is a concept that needs to be part of every learning professional’s tool box“ (Kapp, 2012, S. I).

Viele Menschen mögen es, Spiele zu spielen – sie sind lustig und motivierend (Kapp, 2012, S. 2). Im Alltag sind Spiele wie Schach, das „Siedler von Catan“-Brettspiel zum Spieleabend, die „Candy Crush Saga“ zum Zeitvertreib in der Bahn und das Sammeln von Treuepunkten beim Supermarkt des Vertrauens kaum wegzudenken (Leyh & Strahringer, 2017). Von traditionellen Brettspielen über Spielekonsolen, Apps, einigen Gelegenheitsspielen zu Lernspielen - Spiele und Gamification finden generations- und geschlechterübergreifend wachsende Beliebtheit und Akzeptanz (Sailer, 2016). Daher scheint es nur naheliegend, das hohe motivationale Potenzial, das Gamification besitzt, ebenso als Werkzeug im Unterricht einzusetzen (Kapp, 2012; Sailer, 2016).

Als gezielt angewandte Methode bietet sie Spaß und Relevanz, erhöht die Ausdauer, fördert sowohl Sozial- als auch Personalkompetenzen und ermutigt, schwierigere Aufgaben als Herausforderungen anzunehmen (Bertholet et al., 2014; Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft und Kultur, 2006). Zusätzlich zeigen bisher durchgeführte Studien, dass sich bei gamifizierten Inhalten eine erhöhte Anwesenheit und Aktivität der Lernenden feststellen lässt (Anderson et al., 2014; Barata et al., 2013; Denny, 2013). Zugleich werden auch positive Effekte auf die Quantität der Lernendenbeiträge erfasst, ohne jedoch eine reduzierte Qualität zu registrieren (Agre et al., 2015). Die Schüler:innen arbeiten sehr intensiv, wenig abgelenkt und deutlich engagierter als in einem nicht-spielbasierten Unterricht, sogar zuhause (Anderson et al., 2014; Spannagel et al., 2014).

Gamification stellt somit eine Methode dar, Motivation und Leistungsbereitschaft der Lernenden langfristig zu erhöhen (Agre et al., 2015; Sailer, 2016). Dies ist besonders relevant, da die traditionelle Lehre von vielen Lernenden als ineffizient und langweilig wahrgenommen wird (Agre et al., 2015; Hammer & Lee, 2011). Diese Relevanz ist ebenfalls im Distanzunterricht gegeben: In einer Studie gaben 51% von den 1005 befragten Schüler:innen im Alter von 10 bis 17 Jahren an, eher oder sogar sehr unzufrieden mit dem Lernen zuhause zu sein (forsa Politik- und Sozialforschung GmbH, 2020). Mit Elementen von Gamification könnte hier ein neuer Anreiz für selbstständiges Lernen geboten werden. Und nicht nur das: Als richtig eingesetzte Methode kann sie darüber hinaus im Distanz- wie im Präsenzunterricht weitere Zugänge zu Inhalten eröffnen sowie bei der Vernetzung von Wissen und beim Aufbau von Grundvorstellungen helfen (vgl. Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft und Kultur, 2006).

Lehrende sehen sich stets damit konfrontiert, verschiedene Medien und Methoden kennenzulernen, einzusetzen, zu analysieren, zu entwickeln und zu evaluieren (Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft und Kultur, 2006). Diese Arbeit soll dafür einen unterstützenden Ansatz für die Auseinandersetzung mit Gamification im Unterricht bieten. Dabei wird sich jedoch auf den Einsatz von Gamification im Mathematikunterricht beschränkt.

Dies begründet sich unter anderem darin, dass Gamification diesen explizit hinsichtlich seiner Funktion als Allgemeinbildung nach Winter (1995) und in seinen Zielen entsprechend den Beschlüssen der Kultusministerkonferenz (2012) unterstützen kann.

Um dies zu erreichen, wird zunächst das Konzept von Gamification erläutert und anschließend die Relevanz und Bedeutung für den Unterricht, insbesondere den Mathematikunterricht, hervorgehoben. Hieran erfolgt eine schematische Darstellung der einzelnen Elemente von Gamification anhand einer eigens für den Unterricht entwickelten Klassifikation, FUN. Anschließend wird auf die Kombination dieser Grundbausteine in einem gamifizierten Mathematikunterricht eingegangen. Zum Schluss werden die Zukunftsaussichten von Gamification diskutiert. Im Anhang finden sich einige ergänzende Informationen zu den angeführten Theorien und Anwendungsbeispielen bezüglich Gamification im Mathematikunterricht. Ein exemplarischer Unterrichtsentwurf einer gamifizierten Unterrichtsstunde sowie eine Concept Map zur Verbindung der einzelnen Elemente befinden sich ebenfalls im Anhang. Sie dienen zur Veranschaulichung der in der Arbeit aufgezeigten Zusammenhänge und geben ein konkretes Beispiel zur Implementierung im Mathematikunterricht an.

2 Das Konzept Gamification

Leitfragen

- Was ist Gamification?
- Was ist Gamification **nicht**?

Auf den ersten Blick ließe sich behaupten, Gamification sei die einfache Nutzung von Spielelementen, um das Lernen spaßiger zu gestalten (Kapp, 2012, S. XXI). Es könnte „künstlich“ oder „aufgesetzt“ wirken – richtig angewandt ist es das nicht (Kapp, 2012, S. XXI). Hinter Gamification verbirgt sich vielmehr die Idee von Herausforderung, Eingebundenheit, Autonomie und Sinnhaftigkeit (Stieglitz, 2015). Sie bestärkt nicht nur die Motivation, erfolgreich zu sein, sondern reduziert gleichzeitig die Angst zu versagen, da häufig Aktivitäten einfach noch einmal neu versucht werden können (Hammer & Lee, 2011). Zudem kann sie dazu dienen, eine angenehme Lernatmosphäre mit konstruktiver Fehlerkultur aufzubauen (Cunningham & Zichermann, 2011).

Don't think of gamification as only the use of badges, rewards and points; instead, think of the engaging elements of why people play games - it's not just for the points - it's for the sense of engagement, immediate feedback, feeling of accomplishment, and success of striving against a challenge and overcoming it. That is what learning is about. (Kapp, 2012, S. XXII)

2.1 Was Gamification ist

Gamification nutzt spielbasierte Elemente, um Menschen zu motivieren, zu Handlungen und Denkprozessen zu bewegen, das Lernen zu fördern und Probleme zu lösen (Kapp, 2012). Gleichzeitig ist das spielbasierte Denken der wahrscheinlich wichtigste Aspekt von Gamification (Kapp, 2012). Dabei geht es um die Art und Weise, eine Alltagserfahrung wie Joggen oder eine Überschlagsrechnung in eine Aktivität umzuwandeln, die Aspekte wie Exploration, Kollaboration, Wettkampf oder die Einbettung in eine Rahmengeschichte enthält (Kim, 2011).

Die Grundidee ist, einzelne Elemente aus Spielen in den Arbeits- oder Lernprozess zu übertragen, um so Motivation und Leistung beim Lernen, beim Arbeiten oder bei Aktivitäten zu fördern (Sailer, 2016). Dazu müssen die Lernenden nicht zwingend ein Spiel spielen, bereits die Einbettung des Unterrichtsinhalts mithilfe einzelner Spielelemente ist Gamification (vgl. Spannagel et al., 2014). In der Grundschule werden häufig Sterne oder besondere Stempel für das Erledigen bestimmter Aufgaben gesammelt. Diese bekannte Variante von Belohnungen ist bereits Gamification. Ziel dabei sollte es jedoch sein, die Lernenden nicht nur extrinsisch, sondern vor allem intrinsisch zu motivieren (Nicholson, 2015).¹

¹Intrinsische und extrinsische Motivation werden entsprechend der Definition nach Deci & Ryan (1993) verwendet. Eine Erläuterung dazu befindet sich im Anhang.

Das Konzept Gamification kann auf zwei unterschiedlichen Ebenen betrachtet werden: strukturell und inhaltlich (Blair, 2012). Strukturelle Gamification bedeutet, dass spieltypische Elemente verwendet werden, die den Inhalt selbst unverändert lassen, wie Punkte, Ranglisten oder Abzeichen (Blair, 2012). Wird der Inhalt selbst adaptiert, indem beispielsweise spielerische Herausforderungen eingebaut oder die Inhalte in eine Rahmengeschichte eingebettet werden, wird von inhaltlicher Gamification gesprochen (Blair, 2012). Gamification kann auf beiden Ebenen implementiert werden (Blair, 2012).

2.2 Was Gamification nicht ist

Nur Abzeichen, Punkte und Belohnungen. Oft wird Gamification als persönlicher Goldtausch oder als Versuch missverstanden, kontinuierlich Punkte, Belohnungen und Abzeichen für alles zu erhalten, was Lernende tun (Kapp, 2012). Das sind zwar auch Elemente vieler Spiele, aber sie allein machen keine reichhaltige Spielerfahrung aus (Kapp, 2012). Gamification ist mehr als das: Sie beinhaltet eine Rahmengeschichte, Herausforderungen, das Gefühl von Kontrolle und Entscheidungsfreiheit sowie den Eindruck, selbst etwas zu meistern (Agre et al., 2015).

Ein Lernspiel. Spannagel et al. (2014) heben hervor, dass bei Gamification nicht ein Spiel durch ein externes pädagogisches Ziel angereichert werden soll, sondern ein pädagogischer Kontext durch spieltypische Elemente. Lernspiele sind oft auf ein Themengebiet begrenzt und in sich geschlossen, denn um ein Lernziel herum wird ein Spiel entwickelt (Spannagel et al., 2014). Bei Gamification steht ein Problem im pädagogischen Kontext im Vordergrund, das durch spieltypische Anreize gelöst werden soll (Spannagel et al., 2014). Gamification kann im Gegensatz zu Lernspielen auf allen Ebenen Anwendung finden, von einer einzelnen Aufgabe, die durch spieltypische Elemente angereichert wird, bis hin zu einem gesamten Schulsystem (Spannagel et al., 2014). Sie kann dadurch deutlich offener gestaltet werden als Lernspiele (vgl. Spannagel et al., 2014).

Rein digital. Oftmals wird Gamification als rein digitales Werkzeug missverstanden (Kapp, 2012). Gamification kann, aber muss nicht, Online-Spiele einbeziehen (Agre et al., 2015). Einfache Elemente wie Sticker in einem Heft oder eine Rahmengeschichte können bereits zu spielbasiertem Denken beitragen (Fletcher et al., 2014).

Neu. Das Konzept Gamification gewinnt immer mehr an Bekanntheit, wohingegen die Elemente selbst nicht sonderlich modern sind (Kapp, 2012). Geschichten, um die Menschen mit einzubinden, erreichbare Ziele zu setzen, Feedback zu geben, eine sichere Umwelt zu schaffen, in denen Lernende ihre erworbenen Fähigkeiten testen und üben können, sind schon lange Grundprinzipien der Pädagogik (Meyer, 2005). Neu aber ist es, aktiv den Fokus darauf zu setzen, all jenes in einer motivierenden, interaktiven Art und Weise zusammenzubringen (Burton et al., 2018).

Fremd für Lehrende. Da es bisher noch kaum Studien zum Einsatz von Gamification im Unterricht gibt, könnten die dazu gehörenden Konzepte für Lehrende abstrakt und nur geringfügig unterstützend wirken (Agre et al., 2015). Dabei ist eine echte Auseinandersetzung mit den Lerninhalten, dem Feedback, den Lernzielen sowie der Binnendifferenzierung in der traditionellen Unterrichtsgestaltung genauso wie im gamifizierten Unterricht enthalten (vgl. Meyer, 2005). All dies kann mithilfe von Gamification zusätzlich verstärkt werden (Kapp, 2012).

Eine Trivialisierung vom Lernen. Gamification kann nicht mit Spielen für Kinder verglichen werden, auch wenn Kritiker sie gerne damit in einen Zusammenhang bringen (vgl. Deutsche Presse-Agentur & Tagesspiegel, 2021). Sie bietet einen ernsthaften Ansatz, die Lernkurve zu beschleunigen, komplexe Sachverhalte zu lehren, Denken anzukurbeln, intrinsische Motivation zu erhöhen sowie Wissen, Kompetenzen und Fähigkeiten langfristig zu erhalten (Kapp, 2012).

Perfekt für jede Lernsituation. Kritiker postulieren, Gamification sei nicht die Methode, die alle Probleme im Unterricht löse – und sie haben Recht (vgl. Kapp, 2012). Es gibt zahlreiche Situationen, in denen Gamification nicht gelingt (Kapp, 2012). Als Methode ist sie ein Mittel zum Zweck und damit den Unterrichtszielen und -inhalten untergeordnet (Bruder & Roth, 2017). Sie muss sowohl den Inhalten als auch der Lerngruppe angepasst werden, um effektiv zu sein (Bruder & Roth, 2017).

Conclusio

- Gamification nutzt spielbasierte Elemente, um Menschen zu motivieren, Handlungen und Denkprozesse anzuregen, das Lernen zu fördern und Probleme zu lösen (Kapp, 2012).
- Bei Gamification werden einzelne Aspekte aus Spielen in einen spielfremden Kontext wie eine Arbeits- oder Lernsituation übertragen, um Motivation und Leistung zu erhöhen (Sailer, 2016).
- Gamification ist dabei nicht nur das primitive Hinzufügen von Belohnungssystemen wie Punkten, Abzeichen und Ranglisten, sondern umfasst mehrere Elemente, die in einem eher offenen Rahmen angereichert werden, um das Lernen zu verbessern.
- Gamification ist nicht neu und für jeden Lehrenden mit seinem Wissen umsetzbar.
- Gamification ist nicht universell anwendbar, sondern muss auf die jeweilige Lernsituation und Lerngruppe angepasst werden.

3 Relevanz von Gamification im Mathematikunterricht

Leitfragen

- Welche positiven Effekte können mit Gamification im Unterricht erzielt werden?
- Inwiefern kann Gamification insbesondere den Mathematikunterricht bereichern?

Neben einer erhöhten Motivation und Leistungsbereitschaft bei den Lernenden bietet Gamification im Unterricht die Möglichkeit, persönliches Wachstum, Kompetenz und Fortschritt, die Wahrnehmung, Anerkennung und Belohnung von Leistungen sowie das Gefühl von Zusammenhalt in einem etwas anderen Rahmen zu erfahren (Kapp, 2012). Spannagel et al. (2014) beobachten bei der Pilotierung ihrer gamifizierten Unterrichtsplattform *QuesTanja*², dass sich die Schüler:innen im gamifizierten Unterricht gegenseitig stärker unterstützen. Dass Spiele und Gamification prosoziales Verhalten fördern, untermauern Tang & Winoto (2015) in ihrer Studie zu Team-Teaching und Peer-Unterstützung bei gamifizierten Lehrveranstaltungen. Über die Identifikation mit dem eigenen Avatar oder soziale Interaktionen wie Kooperationen und Wettkämpfen bietet Gamification außerdem die Gelegenheit, die Persönlichkeits- und Sozialkompetenz zu stärken (Bertholet et al., 2014).

In Verbindung mit mobilen Endgeräten wie zum Beispiel Tablets kann den Lernenden sowie den Lehrenden durch Gamification unmittelbare Rückmeldungen gegeben werden (Spannagel et al., 2014). Die dadurch erreichte Transparenz bezüglich des Arbeitstempos und des Fortschritts der Schüler:innen ermöglicht es der Lehrperson, gezielter auf den Fortschritt und die Kompetenzentwicklung der Lernenden Einfluss zu nehmen (Spannagel et al., 2014). Mithilfe derer können verstärkt binnendifferenzierende Angebote im Unterricht und ein angemessenes Scaffolding³ durch die Lehrkraft stattfinden. Oft wird mithilfe von Gamification ein sehr schüler:innenzentrierter Unterricht mit eigenständigen, individuellen Arbeitsphasen realisierbar, wobei die Lehrkraft eher die Funktion einer Lernberatung einnehmen kann (Almeida & Simoes, 2019). Auf Grundlage dessen kann häufig eine bessere Lernleistung bei den Lernenden erreicht werden, weshalb eine höhere Prozentzahl von ihnen Prüfungen bestehen und die Distanz zwischen der besten und schlechtesten Leistung verkleinert wird (Barata et al., 2013; Epema & Iosup, 2014). Des Weiteren können sie in Examen sogar deutlich bessere Ergebnisse erzielen als diejenigen, die keine Gamification erfahren haben (Collar & Shaffer, 2009). Diese Erkenntnisse unterstützen auch die These, dass mithilfe von Gamification neue Verhaltensweisen schneller adaptiert werden können (Bertholet et al., 2014).

Zusätzlich dazu lässt sich konstatieren, dass Gamification den Mathematikunterricht in seiner Funktion als Allgemeinbildung nach Winter (1995) sowie die allgemeinen Ziele des Mathematikunterrichts der Kultusministerkonferenz (2012) unterstützen kann. Dies lässt sich an mehreren Eigenschaften und Elementen von Gamification begründen:

²Gamifizierte Online-Plattform, die Elemente wie eine Levelstruktur, Punkte, Abzeichen und Charaktere beinhaltet (Spannagel et al., 2014). Eine ausführlichere Beschreibung befindet sich im Anhang.

³Unterstützung der Lernenden entsprechend ihrer individuellen Voraussetzungen und Kompetenzen. Im Zuge dessen wird häufig auch von Lernen in der Zone der nächsten Entwicklung gesprochen (Wellenreuther, 2014).

Gamification kann Schüler:innen das Gefühl von Eingebundenheit geben, sei es mit einem sozialen Umfeld oder einer Rahmengeschichte (Sailer, 2016). Sie bietet Anwendungskontexte und reale Interaktion mit den Unterrichtsgegenständen (vgl. Kapp, 2012). Bezogen auf mathematische Inhalte ermöglicht dies, Mathematik zu erleben (vgl. Winter, 1995). Gamification offeriert Relevanz und zielt somit drauf ab, die Mathematik als Alltagserfahrung wahrzunehmen (vgl. Winter, 1995). So lässt zum Beispiel die *MathCityMap* das Anwenden von Mathematik in realen Situationen zu, indem Mathtrails in der Wirklichkeit geübt werden können (Gurjanow & Ludwig, 2017). Bei der Bearbeitung von Mathtrails folgen die Schüler:innen zu Fuß einer festgelegten Strecke, zum Beispiel durch die Innenstadt, und lösen auf spezifische Orte abgestimmte Aufgaben (Gurjanow & Ludwig, 2017). Sie könnten etwa die Menge Wasser berechnen, die in den Stadtbrunnen passt (vgl. Gurjanow & Ludwig, 2017). Dabei können die Lernenden ihr in der Schule erworbenes Wissen auf reale Situationen anwenden, was durch Gamification fundiert wird (vgl. Kapp, 2012). Zudem können gamifizierte Inhalte nicht selten mathematische Gegenstände und Sachverhalte, repräsentiert in Sprache, Symbolen, Bildern und Formeln, als geistige Schöpfung oder geordnete Welt eigener Art darstellen (vgl. Winter, 1995). Infolge der damit eröffneten Möglichkeiten kann Mathematik als Werkzeug und somit ihre praktische Nutzbarkeit erfahren werden, was beispielsweise im Abschluss von Mathtrails deutlich wird (vgl. Winter, 1995; Gurjanow & Ludwig, 2017).

Kapp (2012) behauptet weiterhin, dass Gamification insbesondere kognitiv anspruchsvolle Denkleistungen und Metakompetenzen fördert. Dies untermauert die Aussage, dass in der Auseinandersetzung mit gamifizierten Aufgaben Problemlösekompetenzen, die über die Mathematik hinausgehen, erworben werden können (vgl. Winter, 1995). Denn es können heuristische Strategien⁴ wie systematisches Probieren, die Rückführung von etwas Unbekanntem auf etwas Bekanntes, Analogieschlüsse oder Vorwärts- und Rückwärtsarbeiten erlangt werden (Bruder & Collet, 2011). Ein Beispiel dafür ist das Tetris-ähnliche Spiel *The Binary Games* von Cisco, welches die Grundidee von binären Zahlen näherbringen soll (Sakhiyeva & Zhamanov, 2015). Spielende sollen Muster erkennen und eigene Strategien entwickeln, um die Level erfolgreich abzuschließen (Sakhiyeva & Zhamanov, 2015). Mithilfe von Gamification ist es demnach möglich, die Mathematik als Schule des Denkens zu erleben und zu etablieren (vgl. Winter, 1995).

Weiterhin bieten gamifizierte Anwendungen oftmals den Freiraum, Dinge auszuprobieren und aus Fehlern zu lernen. Dadurch wird häufig Kreativität sowie das Denken außerhalb bekannter Grenzen gefördert (Kapp, 2012). Dies wird etwa bei der Bearbeitung von Mathtrails ersichtlich, da häufig verschiedene Herangehensweisen möglich sind (Gurjanow & Ludwig, 2017). Damit kann Gamification den Lernenden in zunehmendem Maße ermöglichen, schöpferisch tätig zu sein (vgl. Winter, 1975).

⁴Nachdem ein Problem verstanden wurde, stellen heuristische Strategien grundsätzliche Verhaltensweisen dar, die beschreiben, wie eine Person in einer Problemsituation zur Lösung finden kann (Bruder & Collet, 2011).

In Rahmengeschichten und vor einem schüler:innenrelevanten Hintergrund erfahren die Lernenden die praktische Nutzbarkeit der Mathematik, währenddessen sie formale Fertigkeiten erwerben und das rationale Argumentieren üben können (vgl. Winter, 1975). Dies ist etwa in dem Mathematisieren der Aufgaben aus Mathtrails sichtbar (Gurjanow & Ludwig, 2017). Mit Hilfe von Spielelementen wie Statusleisten, Punkten, Abzeichen und Leistungsgraphen können die Lernenden ihre individuellen Fortschritte dabei wahrnehmen (vgl. Winter, 1975). Weiterhin können Inhalte in verschiedenen Repräsentationsformen so eingesetzt werden, dass eine echte Interaktion mit den inhaltlichen Themengebieten stattfindet und die Schüler:innen sich aktiv damit vertraut machen können (vgl. Bruner, 1974). Das zeigt sich beispielsweise bei dem Beschäftigen mit Mathtrails, bei denen eine enaktive, ikonische, symbolische oder verbale Auseinandersetzung mit den aufgeführten Problemstellungen möglich ist (vgl. Gurjanow & Ludwig, 2017). Geschichten können Inhalte aus der historischen Genese sowie mit Bezügen zu anderen Wissenschaften erfahrbar machen (Wagenschein, 1966). Durch selbstständige Lernaktivitäten in überschaubaren Problemfeldern können Lernende sich mathematische Inhalte erschließen. Eine angemessene Levelstruktur könnte die Inhalte sowohl horizontal durch verschiedene Repräsentationsformen und Themenschwerpunkte, als auch vertikal entlang unterschiedlicher Komplexität organisieren. Dies macht sich zum Beispiel in den verschiedenen Stationen entlang des Mathtrails bemerkbar (vgl. Gurjanow & Ludwig, 2017). So können mathematische Inhalte nicht nur nach innerfachlichen Ordnungsprinzipien systematisiert, sondern auch andere pädagogische Blickwinkel aus der Geschichte oder anderen Anwendungsbereichen einbezogen werden (Winter, 1995). Dies kann helfen, mathematische Handlungstypen wie Modellieren, Operieren und Interpretieren zu unterstützen, aber auch neue Zugänge zu mathematischen Inhalten zu finden (Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft und Kultur, 2006). Auf Grundlage dessen können Grundvorstellungen aufgebaut, verschiedene Wege aufgezeigt sowie selbst entdeckt und somit Wissen vernetzt werden (Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft und Kultur, 2006).

Zusammengefasst ist Gamification eine Antwort auf die Fragen „Wie könnte oder sollte ein bestimmter mathematischer Inhalt gelehrt und eine bestimmte mathematische Fähigkeit vermittelt werden?“ sowie „Wie könnten Schüler:innen mehr Freude an mathematischen Tätigkeiten gewinnen?“, mit denen sich die Mathematikdidaktik nach Wittmann (1981) beschäftigt.

Die eingesetzten Spielelemente bieten geschlechterunabhängig Bedeutung, Kontext und eine sichere Umwelt zum Entdecken, Denken und Ausprobieren für Lernende (Kapp, 2012). Das Spieldenken, welches unter anderem die Erlaubnis, Fehler zu machen und das Ermutigen zum Out-Of-The-Box-Denken beinhaltet, kreiert eine Lernumwelt, die zum Lernen ohne Druck anregt (Agre et al., 2015). Kapp (2012) betont, dass der Einsatz von Spielelementen zusätzlich zum traditionellen Unterricht eine Verbesserung von Lernen und Leistung hervorrufen kann.

Conclusio

- Gamification wirkt sich positiv auf Motivation, Lernen und Leistung aus (Sailer, 2016).
- Es kann die Kollaboration unter den Lernenden fördern (Tang & Winoto, 2015)
- Gamifizierter Unterricht kann stark schüler:innenzentriert und transparent gestaltet werden (Spannagel et al., 2014).
- Mithilfe von Gamification können mathematische Kompetenzen wie Problemlösen sowie heuristische Strategien vermittelt werden.
- Die Umsetzung von Gamification kann die Ziele und Funktionen des Mathematikunterrichts nach Winter (1975) und die Bildungsstandards (vgl. Kultusministerkonferenz, 2012) untermauern.

4 Elemente von Gamification

Leitfragen

- Welche Spielelemente gibt es?
- Welche Funktionen erfüllen sie und welche Wirkung kann damit ihnen erzielt werden?
- Wie können diese Elemente im Mathematikunterricht angewendet werden?
- Welche Elemente sind besonders wirksam für die Lerneffektivität?

Die Antwort auf die Frage, wie Gamification motivierend und effektiv gestaltet werden kann, liegt in den dazu verwendeten Spielelementen und der Interaktion dieser untereinander (Kapp, 2012). „A single element or even one or two elements alone cannot make an engaging, immersive learning environment. It is the interrelationship of the elements that makes a game engaging“ (Kapp, 2012, S. 26).

Bisherige Klassifikationssysteme dieser Spielelemente sind jedoch kaum eindeutig⁵ und lassen sich nicht einfach auf den pädagogischen Kontext übertragen. Aufgrund dessen werden im Folgenden die Elemente von Gamification systematisch nach ihren wesentlichen Funktionen im Unterricht strukturiert. Diese beziehen sich vor allem auf lernförderliches Feedback, Differenzierungsmöglichkeiten und Anpassungen an die Lerngruppe sowie das Etablieren passender Rahmenbedingungen. Das dafür entworfene Klassifikationssystem lässt sich mit dem Akronym FUN abkürzen: *Feedback – User specific elements – Neutral elements*. Da jedoch viele Elemente mehrere dieser Funktionen erfüllen können, ist die Einteilung nicht als absolut anzusehen. Sie kann jedoch eine grobe Orientierung bei der Planung eines gamifizierten Unterrichts bieten, indem zunächst die Rahmenbedingungen, also die *Neutral Elements*, durchdacht werden sollten. Anschließend kann dann mindestens ein Element aus den Bereichen *Feedback* und *User specific elements* eingebaut werden. Dies ermöglicht eine flexible Anpassung an die jeweilige Lerngruppe.

Im weiteren Verlauf sollen die einzelnen Elemente zur Übersichtlichkeit nach dem Schema Beschreibung, gegebenenfalls Typen und Beispiele, Funktionen, Wirkung und erste Ideen für Einsatzmöglichkeiten im Mathematikunterricht präsentiert werden, wobei auch Vernetzungsmöglichkeiten mit den anderen Elementen angesprochen werden. Eine Visualisierung der Verbindungen aller Elemente von Gamification befindet sich als Concept Map im Anhang. Darüber hinaus wird anhand eines exemplarischen Unterrichtsentwurf die praktische Nutzbarkeit dieser Elemente im Mathematikunterricht verdeutlicht.

⁵Das Spielelement „Abzeichen“ wird zum Beispiel je nach Studie als game interface design pattern, game mechanic, game dynamic, motivational affordance oder game component bezeichnet (Agre et al., 2015).

4.1 Feedback

Unter *Feedback* werden all diejenigen Elemente von Gamification zusammengefasst, deren vorrangige Funktion es ist, den Lernenden eine Rückmeldung zu geben. Sie sind wichtig, weil anhand des Feedbacks die Schüler:innen ihre Lösungen korrigieren können und ihnen somit eine Richtung für das Erreichen der gewünschten Ziele aufgezeigt wird (Wellenreuther, 2014). Daher werden sie dem informativen Feedback zugeordnet (Wellenreuther, 2014).

In der Umsetzung sollte darauf geachtet werden, Feedback direkt, wiederholend und passend zu geben (Wellenreuther, 2014). Dieses Feedback kann dazu dienen, die individuelle Leistung, den eigenen Fortschritt, die noch vorhandene Zeit oder verbliebene Ressourcen einzuschätzen (Kapp, 2012). Es sollte nicht als Bewertung aufgefasst werden und somit keinen Druck erzeugen, so wirkt es einladender für die Lernenden und kann eher akzeptiert werden (Wellenreuther, 2014).

Unter der Kategorie *Feedback* wird auf die folgenden Spielelemente eingegangen: Punkte, Spieler:innenlevel, Fortschrittsanzeigen, Bestenlisten, Abzeichen sowie der Umgang mit Aufgabenabschluss, welcher die Fehlerkultur, Wiederholungsmöglichkeiten und den Einsatz von Belohnungen umfasst.

4.1.1 Punkte

Beschreibung:

Punkte sind ein grundlegendes Element von Spielen und Gamification (Cunningham & Zichermann, 2011). Sie werden gesammelt und dienen als numerische Repräsentation des Spielfortschrittes (Hunter & Werbach, 2015).

Typen:

Erfahrungspunkte, auch XP genannt, werden für die Gesamtheit ausgeführter Tätigkeiten entsprechend der erbrachten Leistungen in unterschiedlicher Höhe vergeben (Sailer, 2016).

Fertigkeitspunkte stellen eine Entlohnung durch Punkte für bestimmte Erfolge oder Aktivitäten dar, die den Erwerb von Fertigkeiten oder Kompetenzen widerspiegeln (Sailer, 2016).

Einlösbare Punkte können als Währung zum Kauf von (virtuellen) Gütern verwendet werden (Agre et al., 2015).

Rufpunkte beziehen sich auf die Reputation einer Person oder eines Gegenstandes (Sailer, 2016). Sie zeigen an, für wie vertrauenswürdig, sinnvoll oder komplex andere diesen Gegenstand oder die Person hielten und halten (Sailer, 2016).

Zeitpunkte können gegeben werden, um eine Aktivität mit bestimmten Zeitabschnitten in Verbindung zu bringen.

Karmapunkte können erhalten werden, wenn anderen etwas Gutes getan wurde (Sailer, 2016). Im Allgemeinen werden sie unregelmäßig und ungleichmäßig verteilt, um den Stil von Karma reflektieren (vgl. Wieschowski, 2017).

Funktion:

Punkte haben die unmittelbare Funktion, eine Rückmeldung zu geben (Armstrong et al., 2015). Dieses Feedback ist nicht nur binär, sondern abgestuft (Kapp, 2012). Mithilfe von Punkten können Lernende einschätzen, wie gut sie im Vergleich zu einer sachlichen, präzisen definierten Anforderung sind. Sie bieten also einen absoluten oder sachlichen Bezugsrahmen (vgl. Wellenreuther, 2014). Punkte können aber auch als Prozessindikator Aufschluss darüber geben, wie sich die Leistung der Spielenden entwickelt hat und wann das nächste Spieler:innenlevel erreicht wird (Sailer, 2016).

Wirkung:

Punkte belohnen Lernende, wenn sie eine Aktivität erfolgreich abschließen (Schöbel & Söllner, 2019). Sie unterstützen ihr Kompetenzerleben und können darüber hinaus im Vergleich mit anderen Spielenden einen sozialen Faktor darstellen (vgl. Deci & Ryan, 1993). Da Punkte in verschiedenen Höhen abhängig von der individuellen Leistung vergeben werden können, sind positive Effekte auf die intrinsische Motivation und Leistung feststellbar (Brühlmann et al., 2013).

Einsatzmöglichkeiten im Mathematikunterricht:

Zur Rückmeldung Punkte zu vergeben, ist nichts Neues – so erhalten Lernende beispielsweise bei Tests und Klassenarbeiten eine bestimmte Anzahl von Punkten, die dann die Note bestimmen. Im gamifizierten Ansatz von Unterricht könnten nun Punkte nicht nur bei bewerteten Arbeiten verteilt werden, sondern wiederholend, kohärent und in entsprechender Abstufung zu annähernd jeder Tätigkeit. Dies könnten mündliche wie schriftliche Aufgaben oder auch altruistische Verhaltensweisen und Ergebnisse selbstorganisierten Arbeitens sein. Zumal der Mathematikunterricht eine starke Aufgabenorientierung aufweist, bietet es sich an, Erfahrungspunkte für das Bearbeiten von Aufgaben zu verteilen. Bis in die Sekundarstufe II hinein können dann differenzierte Aufgaben zum Erwerb von Punkten gestellt werden (vgl. Kultusministerkonferenz, 2012). Da mathematische Inhalte oft eindeutig und objektiv bewertet werden können, ist das Vergeben von Punkten entsprechend der individuellen Leistung ohne viel Aufwand realisierbar (vgl. Spannagel et al., 2014). Plattformen wie *QuesTanja* bewerten Ergebnisse von Aufgaben entsprechend einer zuvor festgelegten Punktzahl und unterstützen Lehrende so in der Umsetzung struktureller Gamification (Spannagel et al., 2014). Ein Beispiel für die papierbasierte Vergabe von Erfahrungspunkten wird im Anhang als exemplarischer Unterrichtsentwurf erläutert.

Zusätzlich dazu könnten die Lernenden je nach Aufgabentyp Fertigkeitspunkte erhalten, die dann einer Gruppe von Kompetenzen und Fähigkeiten des eigenen Avatars zugeteilt werden. Wenn zum Beispiel Aufgaben mit dem Fokus „Mathematisches Kommunizieren“ erledigt werden, so erhalten Lernende entsprechende Fertigkeitspunkte, um damit den eigenen Avatar in diesem Bereich zu verbessern. Analog ist dieses Vorgehen auf die übrigen mathematischen Kompetenzen anwendbar und kann auch Mischformen enthalten (vgl. Kultusministerkonferenz, 2012). Zur Messung der Kompetenzen eignet sich eine Abstufung nach Anforderungsbereichen.

Exemplarisch gäbe das erfolgreiche Abschließen einer Aufgabe des Anforderungsbereichs I mit dem Fokus Mathematisches Kommunizieren einen Fertigkeitsspunkt, eine analoge Aufgabe aus dem Anforderungsbereich II zwei Fertigkeitsspunkte für diese Kompetenz.

Sowohl Fertigkeitss- als auch Erfahrungspunkte könnten als Einlösbare Punkte fungieren, indem damit Zeit für Aufgaben, Hausaufgabengutscheine, Wiederholungsversuche oder Ähnliches erkauft werden. An dieser Stelle die Preise und Voraussetzungen für den Erwerb an die Aktion oder den Gegenstand anzupassen, wäre förderlich für den Lernzuwachs. So könnte zum Beispiel das Befreien von einer Hausaufgabe über Funktionsgraphen voraussetzen, dass die Lernenden bereits zehn Fertigkeitsspunkte im Bereich „Mathematische Darstellungen verwenden“ haben. Der Preis für die Freistellung würde dann beispielsweise 20 Erfahrungspunkte kosten. So könnten nur Lernende Hausaufgaben einsparen, die bereits gezeigt haben, dass sie das Themengebiet durchdrungen und verstanden haben. Dies kann Ansätze für eine Binnendifferenzierung liefern. Dieses Herangehen kann andere Lernende motivieren, ebenfalls die erforderliche Menge an Punkten zu erhalten, um von diesen Gegebenheiten profitieren zu können. Zu betonen sei abermals, dass Gamification an die jeweilige Zielgruppe angepasst werden muss. Schließlich könnte es auch sein, dass sich leistungsschwächere Schüler:innen exkludiert fühlen, wenn sie diese Vorteile nicht erwerben können.

Zur Bewertung von Materialien sind Rufpunkte dienlich. Einerseits könnte die Lehrkraft beispielsweise Sternskalen von bis zu drei Sternen als Orientierung für die Lernenden vorgeben, die die Komplexität und den Aufwand der Aufgabe einschätzt. Eine Aufgabe hätte dann in Abhängigkeit von der Leistung der Lerngruppe drei von drei Sternen, wenn sie für diese Personen als besonders fordernd eingeschätzt wird. Dies wären zum Beispiel Aufgaben aus dem Anforderungsbereich III, bei einer sehr leistungsstarken Klasse auch Aufgaben aus dem Universitätskontext. Daneben sind ebenso andere Gestaltungen passend zu den Kompetenzstufen des Rahmenlehrplans denkbar (vgl. Kultusministerkonferenz, 2012). Dieses Vorgehen wird in dem exemplarischen Unterrichtsentwurf verwendet (siehe Anhang). Andererseits könnten die Schüler:innen dieses Material ebenfalls anhand entsprechender vorher besprochener Kriterien wie Schwierigkeit, Zeitumfang und Spaß bewerten, sodass dann nicht nur den anderen Lernenden, sondern auch der Lehrkraft selbst Feedback über das erstellte Material bereitstellt. Gerade wenn letzteres digital zur Verfügung gestellt wird, kann das Feedback direkt sichtbar eine sinnvolle Orientierungsmöglichkeit darstellen.

Zeitpunkte können auf mindestens drei verschiedene Arten im Unterricht eingesetzt werden. Die erste Variante ist eine abgestufte Zuteilung, bei der sie eventuell den Erfahrungspunkten untergeordnet sind. Als Beispiel könnten Lernende +5 Zeitpunkte erhalten, wenn sie innerhalb der ersten fünf Minuten die Aufgabe lösen und danach alle fünf Punkte einen Zeitpunkt weniger. Der Zeitrahmen kann hier natürlich an die jeweilige Aufgabe angepasst werden. Wenn sie die Tätigkeit nicht in der Unterrichtszeit abschließen und diese dann zuhause weiterführen, könnten sie zusätzlich noch +1 Zeitpunkt erhalten. Dies würde den Fokus der Lernenden und die aktive Lernzeit gleichzeitig erhöhen.

Allerdings kann das auch als Drucksituation empfunden werden und sollte somit unbedingt mit der Lerngruppe abgestimmt werden. Für Lehrende kann der Mittelwert der von den Lernenden erworbenen Zeitpunkte einer Aufgabe einen Überblick über den benötigten Aufwand geben und so das Zeitmanagement langfristig verbessern. In einer zweiten Variante könnten Lernende Zeitpunkte ähnlich zu einlösbaren Punkten durch besondere Aktivitäten verdienen und dann zum Verschieben von Deadlines wie Hausaufgaben um einen Tag oder Abgabe eines Tests um beispielsweise drei Minuten einsetzen. Falls dies so im Unterricht implementiert werden sollte, ist darauf zu achten, dass alle Schüler:innen unabhängig ihres Leistungsniveaus diese Möglichkeit im Vorfeld erarbeiten konnten. Somit werden auch leistungsschwächere Schüler:innen inkludiert. Als dritte Möglichkeit erhalten die Schüler:innen ein Budget von Zeitpunkten zu Beginn einer Unterrichtseinheit oder -stunde und verteilen diese selbstständig auf eine Auswahl an Aktivitäten. Somit handhaben die Lernenden ihr Zeitkontingent einer Stunde oder einer Unterrichtseinheit eigenständig und sind in der Lage, individuelle Schwerpunkte ihren Präferenzen entsprechend zu setzen. Ein:e Schüler:in könnte beispielsweise pro Unterrichtsblock neun Zeitpunkte besitzen, je einer entspräche hier etwa zehn Minuten. Diese teilt die Person dann auf ein von der Lehrperson bereitgestelltes Angebot auf: beispielsweise ein Zeitpunkt für die Erarbeitung des Themengebiets Baumdiagramme mittels Videos, dann ein weiterer für die schriftliche Erklärung und Notizen im Hefter. Die nächsten drei Zeitpunkte könnten dann auf verschiedene Übungsaufgaben aufgeteilt werden und die verbleibende Zeit, hier demzufolge vier Zeitpunkte zum Vergleichen mit den Lösungen, zum Pausieren und zum Schreiben einer eigenen Aufgabe für die Mitschüler:innen. Die Lernenden erhalten so direkt die Möglichkeit, eigenes Zeitmanagement und selbstreguliertes Lernen durchzuführen und deren Sinnhaftigkeit zu erproben.

Karmapunkte können für gegenseitige Unterstützung gegeben werden. Wie der Begriff „Karma“ impliziert, sollte darauf geachtet werden, dass das Verhalten langfristig gezeigt wird und die Punkte sporadisch und in unterschiedlichen Mengen vergeben werden. Dies kann eine generelle kooperative Lernatmosphäre hervorrufen, aber auch auf Unverständnis stoßen. Eine Fehldeutung tritt auf, wenn beispielsweise ein:e Schüler:in nicht so viele Punkte erhält wie ein:e andere:r, obwohl vielleicht beide gleich viel Zeit in die Hilfe anderer investierten. Eine offene Kommunikation mit allen Beteiligten und kreative Ideen wären hier notwendig, um Missverständnisse zu vermeiden. Eine Möglichkeit, Karmapunkte im Unterricht zu vergeben, wird in dem exemplarischen Unterrichtsentwurf im Anhang aufgegriffen. Dort werden Karmapunkte ausgewürfelt.

Auf lange Sicht könnte das Sammeln von Punkten den Fokus der Lernenden auf den Kompetenzzuwachs lenken und vielleicht sogar Tests ablösen. Anhand der Punkte lassen sich Bewertungen festmachen, die eine Einschätzung der Leistung von Lernenden über einen längeren Zeitraum ermöglichen. Dies würde vor allem den Lernenden zugutekommen, die in Drucksituationen wie benoteten, schriftlichen Lernerfolgskontrollen keine adäquate Leistung erbringen können.

Feedback lebt davon, transparent und schnell erlangt zu sein (Kapp, 2012). Bei Online-Aufgaben ist das Verteilen von Punkten sofort möglich, im Präsenzunterricht kann dies durch haptische Materialien wie Münzen, Plättchen, Listen oder Tabellen umgesetzt werden. Es reicht jedoch aus, eine entsprechende Rückmeldung am Ende einer Unterrichtsstunde zu geben. So müssen die Lernenden für ihr Feedback nicht auf die nächste Unterrichtsstunde, Stunden oder Tage später warten, sondern erhalten es bereits abschließend. Da es bei vielen mathematischen Aufgaben nur ein korrektes Ergebnis gibt, ist eine schnelle Überprüfung des eigenen Ergebnisses und damit auch das zeitnahe Erwerben von Punkten als Feedback möglich. Im Lernprozess selbst ist es gleichwohl auch wichtig, die Lösungswege zu berücksichtigen, entsprechend auszuwerten und differenziertes Feedback zu geben. Dies sollte weiterhin nicht vernachlässigt werden.

Digitale Werkzeuge wie Google Sheets eröffnen hier Varianten, mithilfe welcher die Schüler:innen jederzeit ihren Punktestand einsehen können. Hier ist jedoch immer auf den Datenschutz der Schüler:innen zu achten. Das betrifft nicht nur die Weitergabe personenbezogener Daten an Google, sondern auch das Einsehen des Punktestandes durch Mitschüler:innen. Letzteres sollte unbedingt vermieden werden, um keine sozialen Vergleiche hervorzurufen.

4.1.2 Spieler:innenlevel

Beschreibung:

Das Spieler:innenlevel zeigt die Expertise, den Fortschritt sowie den Stand des Lernenden im Spiel oder der Gamification numerisch an (Dörner et al., 2016). Es kann als Erfahrungs- und Kompetenzskala verwendet werden, indem das Aufsteigen im Level mit dem Erhalt von Erfahrungs- und Fertigkeitpunkten sowie mit Lebensereignissen wie dem Wechseln in die nächste Jahrgangsstufe gekoppelt wird.

Funktion:

Das Spieler:innenlevel gibt Feedback zum eigenen Leistungsstand und ist langfristig eine Repräsentation des eigenen Fortschritts (Dörner et al., 2016). Es dient dazu, bereits erbrachte Erfolge als Summe zu visualisieren und somit das eigene Kompetenzerleben zu stärken (vgl. Deci & Ryan, 1993). Weiterhin kann es als Ansporn gesehen werden, ein bestimmtes Spieler:innenlevel zu erreichen, wenn dies beispielsweise mit Vorteilen für den Lernenden gekoppelt ist (siehe Fertigkeitpunkte).

Wirkung:

Der durchdachte Einsatz des Spieler:innenlevels kann das eigene Kompetenzerleben und das Gefühl von Erfolg bewirken, da Erreichtes stets visualisiert wird (vgl. Deci & Ryan, 1993). Im Vergleich mit anderen erfüllt es auch eine soziale Komponente, erhöht das Gefühl sozialer Eingebundenheit, wenn die Peer-Gruppe ein einheitliches Level hat, und verbessert somit Leistungsbereitschaft sowie Motivation (Deci & Ryan, 1993). Dies kann mit dem Wunsch begründet werden, besser zu sein als alle anderen oder auf den gleichen Stand zu kommen wie die eigene Peer-Gruppe (Sailer, 2016).

Einsatzmöglichkeiten im Mathematikunterricht:

Es wird empfohlen, zu Beginn nah beieinander liegende Grenzen für die nächsten Level zu wählen, sodass die ersten Spieler:innenlevel schnell erworben werden können (Goehle, 2013). So sollen die Lernenden langsam die Motivation und den Entschluss fassen, das Verbessern des eigenen Levels anzustreben (Goehle, 2013). Dies sollte dann zunehmend schwieriger gestaltet werden, um die Lernenden entsprechend ihrer dann erworbenen Kompetenzen und somit innerhalb ihrer Zone der nächsten Entwicklung weiter zu fordern (Goehle, 2013; vgl. Wellenreuther, 2014).

Im Unterricht selbst könnte der eigene Avatar mit einem Spieler:innenlevel versehen werden, welches dann anhand von Fortschrittsanzeigen sichtbar gemacht wird. Das Spieler:innenlevel kann ein Level für die gesamte Person oder auch differenzierte Level für bestimmte mathematische Teilkompetenzen umfassen (vgl. Kultusministerkonferenz, 2012). Mögliche Teilbereiche wären zum Beispiel die mathematisch prozessbezogenen Kompetenzen oder die Leitideen aus dem Rahmenlehrplan Mathematik, die dann mithilfe von entsprechenden Aufgaben und dem Sammeln passender Fertigungspunkte ausgerüstet werden.

Mithilfe von Spieler:innenleveln können differenzierende Angebote ermöglicht werden. Beispielsweise werden Aufgaben höherer Komplexität oder weiterführender Themen freigeschaltet, sofern die Lernenden ein konkretes Level oder bestimmte Fertigkeiten erlangt haben. Für Schüler:innen eines niedrigeren Levels sind diese dann noch nicht direkt zugänglich. Dieses Vorgehen schützt leistungsschwächere Schüler:innen davor, überfordernde oder gegebenenfalls verwirrende Aufgaben zu bearbeiten und dann frustriert zu sein. Andererseits bietet es einen Anreiz für leistungsstärkere Schüler:innen, weitere Aufgaben zu bearbeiten. So ist Binnendifferenzierung möglich. Weiterhin besteht die Möglichkeit, anhand des Spieler:innenlevels Privilegien einzuführen: Zum Beispiel „Ab Level 3 ist es erlaubt, den Taschenrechner für Rechenaktivitäten zu verwenden“, da vorher gezeigt wurde, dass die Rechnungen an sich beherrscht werden und nun die Zeitersparnis im Vordergrund steht. Vor allem bei dem Einführen von Privilegien und Zusatzmaterial sollte auf die Stimmung innerhalb der Lerngruppe genau geachtet werden – Neid gegenüber Lernenden höheren Levels und Abwertung von Lernenden niedrigeren Levels ist keinesfalls das Ziel. An dieser Stelle ist es vielleicht sinnvoller, Klassenbelohnungen einzuführen, zum Beispiel: „Wenn die gesamte Klasse Level 3 erreicht hat, dann werden wir eine Draußen-Unterrichtsstunde bei gutem Wetter einbauen oder eine Exkursion durchführen.“ Auch hier ist das Klassenklima relevant: Solche Klassenbelohnungen können zum gegenseitigen Unterstützen der Lernenden führen, sodass sie als Klasse gemeinsam ans Ziel kommen wollen, aber auch zum Abwerten der Schüler:innen, die noch nicht das Level erreicht haben und somit den Erfolg der Klasse verhindern. Ein sorgfältiger, durchdachter Einsatz der Schüler:innenlevelstruktur ist also von Nöten. An der Stelle kann eventuell mit kooperativen Elementen gegengesteuert werden.

4.1.3 Fortschrittsanzeigen

Beschreibung:

Fortschrittsanzeigen zeigen graphisch den Fortschritt des Spielenden an (Agre et al., 2015). Damit stellen sie eine dynamische Visualisierung der eigenen Leistung dar (Sailer, 2016).

Typen:

Fortschrittsanzeigen lassen sich nach ihrer Bezugsnorm in zwei Kategorien einteilen: Leistungsgraphen und Statusbalken. Leistungsgraphen visualisieren den individuellen Fortschritt – in individueller Bezugsnormorientierung erhalten die Lernenden Feedback zu Aufgaben und Lernzielorientierung (Sailer, 2016). Dies macht sowohl Leistungsschwankungen als auch persönliche Fortschritte sichtbar (Sailer, 2016). Statusbalken zeigen den Fortschritt des Lernenden in der absoluten Bezugsnorm an, also im Vergleich zu allen Aufgaben oder allen möglichen Punkten (Bräuer & Mazarakis, 2019).

Funktion:

Fortschrittsanzeigen bieten lern- und motivationsförderliches Feedback ohne kompetitive Elemente (Sailer, 2016). Es bietet den Lernenden die Möglichkeit einzuschätzen, wie nah sie ihren Zielen bereits sind oder ob sie sich selbst verbessert haben (Kapp, 2012).

Wirkung:

Fortschrittsanzeigen können die intrinsische Motivation verstärken (Bräuer & Mazarakis, 2017). Da die Schüler:innen vermehrt Kompetenz erleben und diese visualisiert bekommen, kann so auch die Motivation leistungsschwächerer Schüler:innen gefördert werden (Kopp & Mandl, 2014). Außerdem geben sie transparent Feedback zum aktuellen Leistungsstand und ermöglichen mit dem Vergleich zu anderen Lernenden den Erhalt von Status, Ruf, sozialen Ansehen und Wertschätzung (Agre et al., 2015).

Einsatzmöglichkeiten im Mathematikunterricht:

Besonders im Distanzunterricht kann es sinnvoll sein, den Schüler:innen mittels Statusbalken Werkzeuge bereitzustellen, die ihnen zeigen, was sie bereits geschafft haben. Denn zahlreiche Lernende fühlten sich während des Homeschoolings gestresst, was möglicherweise an dem stetigen Hinzukommen zu bearbeitender Aufgaben in Lernmanagementsystemen liegt (forsa Politik- und Sozialforschung GmbH, 2020). Denn nicht alle digitalen Anwendungen zeigen auf, welche Aufgaben bereits erledigt sind (Bräuer & Mazarakis, 2019). Dadurch könnte es so wirken, als würde die investierte Zeit und Arbeit nur wenig ertragreich sein (vgl. Bräuer & Mazarakis, 2019). Mithilfe von Statusbalken werden Erfolge jedoch visualisiert, was das Erfolgserleben und somit die Motivation erhöhen kann (Bräuer & Mazarakis, 2019). Der Einsatz von Statusbalken ist nicht nur in digitalen Lernumgebungen, sondern auch im Präsenzunterricht von Vorteil. Sobald eine Aufgabe als erledigt markiert ist, füllt sich dieser Statusbalken aus. Dies kann automatisch oder papierbasiert durch Ankreuzen oder Ausmalen realisiert werden (siehe Anhang). Statusbalken können aber auch eingesetzt werden, um das Spieler:innenlevel anzuzeigen oder den Sachverstand des Lernenden über die Leitideen des Rahmenlehrplans in die jeweiligen Kompetenzstufen einzuordnen.

Je nach Verwendung geben Statusbalken den Lernenden sowohl Rückmeldungen zu ihrem Bearbeitungsstand als auch zu ihrer Leistung. Eine weitere Möglichkeit wäre, einen Statusbalken so zu füllen, dass es den Stand des derzeitigen Unterrichts in der Unterrichtsreihe verortet. Diese Varianten würden den Lernenden direkt und zeitnah Feedback bereitstellen. Leistungsgraphen werden eher verwendet, um individuelle Fortschritte einzutragen, beispielsweise als Graph - die eigene Leistung oder auch die erreichten Punkte von Aufgaben und Tests in Prozent abgetragen im Verlaufe der Zeit. So erhalten die Lernenden ohne Umweg ein Feedback zu ihrer eigenen Leistung im direkten Vergleich zu ihren ehemaligen Ergebnissen. Hierbei sollte den Lernenden die Interpretation von Graphen bereits aus dem Mathematik- oder Physikunterricht geläufig sein. Alternativ kann dies auch einen ersten Ansatzpunkt für die ikonische Darstellungsweisen von Tupeln (Prozentwert der Leistung, Zeit) bieten. Mit der Verwendung von Leistungsgraphen kann somit auch das Spiralprinzip des Mathematikunterrichts deutlich werden. Die Schüler:innen nutzen hier die Kompetenz, mit mathematischen Darstellungen umzugehen, für eine persönliche Einschätzung (vgl. Kultusministerkonferenz, 2012). Gleichzeitig wird beim Erstellen, dem Umgang und der Auswertung von Daten eine persönliche Relevanz hergestellt, was dem Inhalt Sinn gibt (Schwill, 1994). Hervorzuheben ist allerdings, dass höchstwahrscheinlich die Zeitachse diskret-diskontinuierlich beschriftet sein wird, weil einerseits innerhalb einer Unterrichtsstunde mehrere Aufgaben bearbeitet werden können, wodurch mehrere Werte pro Tag existieren, und andererseits die Unterrichtsstunden nicht gleichmäßig über alle Wochen verteilt sind. Demnach ist eine Abgrenzung zwischen Funktionen und Leistungsgraph nötig. Zudem besteht die Möglichkeit, die Schüler:innen die einzelnen Unterrichtsstunden auf einer Skala von eins bis zehn entsprechender Ruffpunkte bewerten und daraus Leistungsgraphen für die Lehrkraft erstellen zu lassen.

4.1.4 Bestenlisten

Beschreibung:

Basierend auf Erfolgen werden in Bestenlisten einzelne Schüler:innen oder Teams aufgelistet, die ihre Leistungen im Vergleich zu anderen anzeigt (Agre et al., 2015). Häufig werden sie anhand von Erfahrungspunkten bezüglich einer Aufgabe oder der Gesamtleistung geordnet.

Funktion:

Bestenlisten geben Feedback zu der Leistung einer Person oder einer Gruppe im Vergleich zu anderen und bieten daher eine soziale Bezugsnormorientierung (Sailer, 2016). Daher kann dies eine Möglichkeit für Lehrkräfte und Lernende sein, aktuelle Arbeitsstände einzusehen und sich daran zu orientieren (Spannagel et al., 2014). Team-Bestenlisten erfüllen zusätzlich die Funktion, ein gemeinsames Ziel innerhalb einer Gruppe zu etablieren (Burguillo, 2010).

Wirkung:

Bestenlisten können positiv auf das Kompetenzerleben wirken, vor allem für leistungsstarke Lernende, die kurz vor dem Erreichen eines ersehnten Platzes stehen (Hunter & Werbach, 2015). Dabei wird die höchste Leistungssteigerung durch eine Mischung aus Team- und individuellen Bestenlisten erzielt (Arai et al., 2014). Team-Bestenlisten bieten zudem ein Gefühl von sozialer Eingebundenheit, was Motivation und Engagement innerhalb der Gruppen fördert (Bang et al., 2009).

Nichtsdestotrotz wird in Lernarrangements eher von der Nutzung von Bestenlisten abgeraten (Eckhardt & Finster, 2019). Dies hängt vor allem mit der sozialen Bezugsnormorientierung zusammen (Schöbel & Söllner, 2019). Dadurch wird der Fokus eher auf die Leistungs- und Kompetenzdemonstration gelegt, weshalb die Möglichkeit besteht, dass Misserfolge und Fehler als bedrohlich und kritisch wahrgenommen werden (Sailer, 2016). Dies wäre allerdings unvorteilhaft für eine konstruktive Fehlerkultur. Weiterhin können Bestenlisten sozialen Leistungsdruck und Angst vor dem öffentlichen, individuellen Scheitern auslösen (Eckhardt & Finster, 2019; Sailer, 2016). Als gewinnbringend für Lernsituationen werden Bestenlisten daher nur eingeschätzt, wenn die jeweiligen Konkurrenten ungefähr über die gleichen Fähigkeiten verfügen, sodass der Wettbewerb durch Anstrengung für sich entschieden werden kann (Sailer, 2016).

Einsatzmöglichkeiten im Mathematikunterricht:

Von einer Verwendung der Bestenlisten im Unterricht wird tendenziell abgeraten (Eckhardt & Finster, 2019). Dies begründet sich darin, dass Lernende eher von Spielmechaniken angesprochen werden, die sie während des Lernprozesses unterstützen und ihren Fortschritt beim Lernen visualisieren, ohne dass direkt ein Vergleich mit anderen Nutzenden erfolgt (Schöbel & Söllner, 2016). Außerdem sollte in Lernsituationen kein Leistungsdruck ausgeübt und stattdessen eine positive Fehlerkultur etabliert werden (vgl. Eckhardt & Finster, 2019). Da an mathematischen Fehlern häufig sehr gut individuelle Vorstellungen der Schüler:innen erkennbar sind und diese mit Grundvorstellungen in Verbindung gebracht werden können, lässt sich eine positive Fehlerkultur leicht für Diagnosezwecke und die Anpassung des Unterrichts an die Lerngruppe verwenden. Durch die Verwendung von Bestenlisten kann sich jedoch der Fokus der Lernenden dahin verschieben, ein mathematisches Verfahren möglichst schnell und effektiv anzuwenden, um eine hohe Position in der Bestenliste zu erhalten. Dies würde allerdings keinen Aufschluss über das Verständnis seitens der Schüler:innen geben und hätte somit keinerlei Vorteile für die Beurteilung der Lerneffektivität. Damit besteht die Möglichkeit, dass die Schüler:innen verstärkt Routinen anstatt mathematisches Denken erlernen. Da dies nicht der Vorstellung des modernen Mathematikunterrichts entspricht, sollten Bestenlisten nicht im Lernprozess selbst angewandt werden (Kapp, 2012; vgl. Kultusministerkonferenz, 2012).

Falls doch Bestenlisten eingesetzt werden sollen, motivieren individuelle Bestenlisten eher leistungsstärkere Schüler:innen als leistungsschwächere. Dies begründet sich darin, dass das Erreichen einer hohen Position innerhalb der Bestenliste zu einem höheren Kompetenzerleben führt als das Erreichen eines unteren Platzes.

Tatsächlich könnten leistungsschwächere Lernende sogar demotiviert werden, wenn sie für sich keine Möglichkeit sehen, innerhalb der Bestenliste aufzusteigen (Eckhardt & Finster, 2019). Bei Team-Bestenlisten innerhalb einer Klasse besteht die Möglichkeit, dass eine Spaltung in die zugehörigen Teams geschieht, was sich negativ auf den Klassenzusammenhalt und das Unterrichtsklima auswirken könnte. Aus diesem Grund wäre der Einsatz von Bestenlisten zwischen verschiedenen Klassen die wahrscheinlich am stärksten motivierende Variante. Ähnlich zu den Hogwarts-Häusern könnten die Klassen über Leistungen und positives Verhalten Punkte sammeln (vgl. Rowling, 1997). Der Vergleich des Punktestands zwischen den Klassen mit einer Aussicht auf einen Gewinn führt dann unter Umständen zu einem verstärkten Klassenzusammenhalt. Empfohlen wird dies jedoch nur in wettbewerbsorientierten Klassen (Kapp, 2012).

4.1.5 Abzeichen

Beschreibung:

Abzeichen sind (digitale) Artefakte und visuelle Repräsentationen, die für die Vervollständigung bestimmter Aktivitäten wie das Teilnehmen an Aktivitäten, Versuchen an Herausforderungen, effektives Zeitmanagement oder Bewerten eines Kontextes verliehen werden (Antin & Churchill, 2011). Sie stellen eine Zusammenfassung der Errungenschaften von Lernenden dar, in der Regel ohne narrative Bedeutung (Sailer, 2016).

Funktion:

Abzeichen geben nicht-kontrollierendes, positives Feedback (Sailer, 2016), indem sie den erfolgreichen Abschluss von Aufgaben belohnen (Schöbel & Söllner, 2019). Sie repräsentieren die Errungenschaften der Lernenden, halten den Lernweg fest und visualisieren erworbene Fähigkeiten (Ostashewsky & Reid, 2015). Sie zeigen auch zusätzliche Lernwege auf (Ostashewsky & Reid, 2015) und erfüllen eine Zielsetzungsfunktion (Sailer, 2016). Neue Herausforderungen für das Erreichen der Abzeichen könnten etwaige Ziele darstellen (Sailer, 2016). Darüber hinaus fungieren Abzeichen auch als Statussymbol, mit denen nach außen repräsentiert wird, dass eine Person ein bestimmtes Ziel erreicht hat (Sailer, 2016).

Wirkung:

Abzeichen bieten besonders für Einsteiger:innen einen Anreiz, sich weiter mit einem Themengebiet auseinanderzusetzen (Sailer, 2016). Sie erhöhen das Engagement durch ein verstärktes Kompetenzerleben (Bräuer & Mazarakis, 2019). Dieses wird sogar langfristig aufrechterhalten, da auch vergangene Erfolge durch die Abzeichen präsent bleiben, weil sie an bisherige Errungenschaften und Meilensteine erinnern (Sailer, 2016). Um bestimmte Abzeichen zu erreichen, versuchen sich Lernende an herausfordernden Wegen und Schwierigkeiten (Foster et al., 2012), was die Motivation und auf Dauer auch die Leistung fördern kann (Bräuer & Mazarakis, 2017). Als Statussymbol bieten Abzeichen auch das Gefühl von sozialer Eingebundenheit, vor allem wenn eine Identifikation mit der Gruppe an Personen, die die gleichen Abzeichen tragen, möglich ist (Sailer, 2016).

Einsatzmöglichkeiten im Mathematikunterricht:

Abzeichen können für verschiedene inhaltliche Errungenschaften, aber auch für persönliche Leistungen wie Zuverlässigkeit, Mitarbeit, Pünktlichkeit oder Zusammenarbeit mit anderen vergeben werden. Beispiele wären: „*Leitsterne* sind sehr hilfreich bei deiner Reise durch die Welt der Maßeinheiten. Du erhältst einen *Leitstern*, wenn du das erste Mal ein Material bewertest“, „Baue dein Wissen aus und erhalte den *Schlüssel der Erleuchtung* fürs Schauen aller Videos in dem Kurs“, „Du hast einen Test nicht beim ersten Mal richtig gemacht? Frage nach einem Hinweis! Verdiane so eine *Schleuder*, wenn du anschließend in dem Test die volle Punktzahl erhältst“ (vgl. Ostashewsky & Reid, 2015). Abzeichen können auch abgestuft vergeben werden, angelehnt an die eben genannten Beispiele erhielten die Lernenden einen *bronzenen Schlüssel der Erleuchtung* für das Schauen des ersten Videos, einen *silbernen* für die ersten zwanzig und einen *goldenen* für achtzig Videos (vgl. Ostashewsky & Reid, 2015). Inhaltlich orientierte Abzeichen sorgen für eine zusätzliche Struktur im Unterricht. Es bietet sich an, sich inhaltlich an den Kriterien der fundamentalen Ideen nach Schwill (1994) zu orientieren. Dies ermöglicht einen umfassenden Einblick in das im Unterricht behandelte Themengebiet (vgl. Schwill, 1994). Entsprechend des Horizontalkriteriums werden so mathematische Bereiche in sich, aber auch untereinander strukturiert, sodass sie die Vielfalt der Mathematik verdeutlichen und Ordnung und Übersicht schaffen (Schwill, 1994). Es könnten etwa Abzeichen für fachübergreifende Vernetzungen oder für von den Lernenden angefertigte Übersichten vergeben werden. Mithilfe des Zeitkriteriums kann ein Themengebiet in der historischen Entwicklung wahrgenommen werden und auch die längerfristige Relevanz verdeutlicht werden (Schwill, 1994). Dazu erstellen Lehrende beispielsweise Abzeichen, die Lernende für die Auseinandersetzung mit Geschichten und Entwicklungen innerhalb der Mathematik erhalten. Unter Berücksichtigung des Sinnkriteriums können Abzeichen entwickelt werden, die den Sinn und die Bedeutung der zu behandelnden Themen hervorheben, beispielsweise anhand von Anwendungs- und Projektaufgaben (Schwill, 1994). Weiterhin besteht die Möglichkeit, Abzeichen entsprechend des Vertikalkriteriums, also der Anwendung des Wissens auf verschiedenen Niveaustufen, zu vergeben (Schwill, 1994). Dies kann entsprechend der Kompetenzstufen im Rahmenlehrplan oder noch abgestufter erfolgen, würde sich aber je nach Gestaltung des gamifizierten Unterrichts eventuell mit dem Spieler:innenlevel oder Fertigkeitpunkten überschneiden (vgl. Kultusministerkonferenz, 2012). Abzeichen entsprechend des Vertikalkriteriums könnten etwa so implementiert werden: „Baue dein Wissen zu Größen und Sachzusammenhängen aus und erhalte einen *Meißel des Glücks* aus einem der nachfolgenden Materialien:“

- „*Eisen* – Du kannst mit Größenangaben zu Geld, Längen, Zeitspannen und Massen innerhalb einer Einheit rechnen.“ Dies entspricht im brandenburgischen Rahmenlehrplan den Kompetenzstufen B/C (vgl. Bildungsserver Berlin-Brandenburg, 2015).
- „*Bronze* – Du kannst mit Größenangaben zu Flächen, Volumina und Winkelgrößen innerhalb einer Einheit rechnen.“ Dies entspricht im brandenburgischen Rahmenlehrplan der Kompetenzstufe D (vgl. Bildungsserver Berlin-Brandenburg, 2015).

- „*Silber* – Du kannst in Einheiten zu Längen, Zeitspannen, Massen, Geld, Flächen, Volumina und Winkelgrößen rechnen und diese ineinander umrechnen.“ Dies entspricht im brandenburgischen Rahmenlehrplan den Kompetenzstufen C/D (vgl. Bildungsserver Berlin-Brandenburg, 2015).
- „*Gold* – Auch bei zusammengesetzten Flächen und Körpern, die in verschiedenen Einheiten beschrieben werden, kannst du dich auf deine Rechenkünste verlassen!“ Dies entspricht im brandenburgischen Rahmenlehrplan den Kompetenzstufen E/F/G (vgl. Bildungsserver Berlin-Brandenburg, 2015)
- „*Diamant* – Selbst schiefe Körper verwirren deine Rechenkünste mit Größen nicht! Super!“ Dies entspricht im brandenburgischen Rahmenlehrplan der Kompetenzstufe H (vgl. Bildungsserver Berlin-Brandenburg, 2015)

4.1.6 Umgang mit Aufgabenabschluss

Beschreibung:

Der Umgang mit Aufgabenabschluss ist ein wichtiges Spielelement, das oft übersehen wird (Kapp, 2012). Es beinhaltet die Möglichkeit, nach Beendigung der Aufgaben diese zu wiederholen, Fehler zu machen und aus ihnen zu lernen, ohne dabei Verlust oder Bestrafung fürchten zu müssen (Lietze, 2019). Weiterhin sollen Belohnungen nicht nur als reine Bestätigung nach positiven Aktivitäten verwendet werden, sondern auch Feedback zur Verfügung stellen.

Funktion:

Dieser Umgang mit Aufgabenabschluss macht Feedback erst nutzbar (vgl. Lietze, 2019). Er unterstützt damit alle wesentlichen Funktionen von Feedback wie die Erhöhung von der Motivation sowie von der Lerneffektivität.

Wirkung:

Nach der Cognitive-Load-Theorie nach Sweller, Merriënboer & Paas (1998) ist das Arbeitsgedächtnis begrenzt, besonders bei der Aufnahme von neuen Inhalten. Subjektive Schwierigkeiten, wie die Angst zu scheitern, führen zu einer Belastung (Paas et al., 1998). Entsprechend ist „die Fähigkeit des Problemlösenden, Informationen im Problemlöseprozeß [sic] korrektiv zu verwenden, vom emotionalen Zustand der Person abhängig [...]. Am wenigsten genutzt wird Information im Zustand starker Erregung und großer Angst“ (Bruner, 1974, S. 56). Wird diese Angst reduziert, kann sich nicht nur die Aufnahmefähigkeit der Lernenden verbessern, sondern auch die kognitive Bereitschaft für Problemlöseprozesse und somit der Lernerfolg (Paas et al., 1998).

Eine Möglichkeit, eben diese Angst zu reduzieren, ist es, das Wiederholen von Aktivitäten zu erlauben (vgl. Lietze, 2019). Damit werden Lernende nicht nur ermutigt, Fehler zu korrigieren, sondern auch Inhalte neugierig zu erkunden, andere Lernwegen zu finden und eigene Hypothesen zu testen (Kapp, 2012). Zusätzlich verbessern die damit eröffneten Gelegenheiten entsprechend der Cognitive-Load-Theory auch die Aufnahmefähigkeit der Lernenden (Paas et al., 1998).

Durch die Wiederholungsmöglichkeit kann den Lernenden mittels formativer Tests Feedback zum Leistungsstand geliefert werden, was nachweislich einen großen Effekt auf den Lernerfolg bietet (Wellenreuther, 2014). Machen die Lernenden beim Ausprobieren Fehler, gelangen aber schließlich doch zum richtigen Ergebnis, wirkt sich der Erfolg besonders stark auf das individuelle Kompetenzerleben aus (Kapp, 2012). Die Belohnung positiver Aktivitäten ist noch wirkungsvoller, wenn die Schüler:innen diese nicht ständig, sondern unberechenbar erhalten (Kapp, 2012). Bieten sie zudem eine leistungsorientierte Rückmeldung, geben sie ebenfalls einen intrinsischen Anreiz (Lietze, 2019).

Einsatzmöglichkeiten im Mathematikunterricht:

Vor allem zum Aneignen deklarativen Wissens, wie Fachbegriffen oder Definitionen, sind Wiederholungsmöglichkeiten zur Festigung des Gelernten sinnvoll (Kapp, 2012). Dies kann beispielsweise in Sortierungs- oder Zuordnungsspielen sowie in Quizfragen realisiert werden. Aber auch das Wiederholen von Tests oder die Möglichkeit, formative Tests zu absolvieren, Fehler zu erlauben, sind für den Lernprozess relevant (Wellenreuther, 2014). Im gamifizierten Unterricht spiegelt sich das etwa in Übungs-Leveln wider, die beliebig oft wiederholt werden können und für die Feedback gegeben wird.

Im Lernprozess selbst empfiehlt es sich, Belohnungen sparsam einzusetzen und mit lernförderlichen Aktivitäten zu verknüpfen (Nicholson, 2015). Sie sollten die Leistung messen und die Aufgabe nicht nur als erledigt markieren, um so – wie bei Punkten – Feedback zu geben und die intrinsische Motivation zu erhöhen (Kapp, 2012). Damit dieser Effekt längerfristig anhält, sollten Belohnungen dauerhaft einsehbar sein, was etwa durch Abzeichen umgesetzt werden kann (Blair, 2012). Im Gegensatz zu Belohnungen sollten Bestrafungen im Lernprozess vermieden werden (vgl. Paas et al., 1998). Die Angst vor Verlusten bei Fehlern, etwa der Abzug von Erfahrungs- oder einlösbaren Punkten, erhöht die kognitive Belastung, wodurch weniger Nutzen aus dem verfügbaren Material gezogen werden kann (vgl. Helmke, 2007; vgl. Paas et al., 1998). Anstelle einer Bestrafung kann stattdessen die Belohnung explizit vorenthalten werden, wie es auch in der Klasse des exemplarischen Unterrichts gehandhabt wird (siehe Anhang).

4.2 User specific elements

Unter den *User specific elements* werden all diejenigen Elemente verstanden, die vorrangig an und von den einzelnen Lernenden angepasst werden können. Dabei sollten sie nach folgenden Prinzipien eingesetzt werden:

Anpassbarkeit. Lehrende sollten es den Lernenden ermöglichen, personalisierte Erfahrungen zu machen (Meyer, 2005). Dabei sollte die Schwierigkeit der Aufgaben an die Fähigkeiten des Lernenden angepasst sein und bei zunehmender Kompetenz steigen (Agre et al., 2015). Dies entspricht einem binnendifferenzierenden Ansatz von Unterricht (vgl. Wellenreuther, 2014).

Wahlfreiheit. Die Lernenden sollten stets aus mehreren Möglichkeiten selbstständig auswählen können (vgl. Deci & Ryan, 1993). Dies gibt ihnen das Gefühl von Kontrolle über ihren eigenen Lernprozess (Lepper, 1988), was zu mehr Autonomie und somit zu mehr Motivation führt (Sailer, 2016). Darüber hinaus wird Raum für Kreativität geschaffen. Wahlfreiheit lässt sich im gamifizierten Unterricht beispielsweise als Freiheit in der Wahl der Aufgaben- oder der Abgabeart (ob ein individuelles Projekt, eine Gruppenarbeit, ein Test, ein Erklärvideo, ...), der Reihenfolge oder Schnelligkeit beim Bearbeiten der Aufgaben, der Darstellungsart (enaktiv, ikonisch, symbolisch, verbal) oder auch über das selbstständige Festlegen individueller Deadlines realisieren (Agre et al., 2015).

Echte Interaktion. „Wenn Information effektiv genutzt [sic] werden soll, dann muß [sic] sie in die Form übersetzt werden, in der der Lernende selbst das Problem anzugehen versucht“ (Bruner, 1974, S. 56). Demnach sollten Informationen nicht nur ansprechend gestaltet werden, sondern auch echte Handlungen mit den Gegenständen und Erfahrungen, wie eigene Handlungen wirken, ermöglichen (Wittmann, 1985). Das entspricht dem operativen Handeln, dem Erfassen und Erforschen von mathematischen Objekten (Wittmann, 1985). Weiterhin können die Lernenden untersuchen, wie diese Objekte konstruiert sind und wie sie sich verhalten, wenn auf sie Operationen ausgeübt werden (Wittmann, 1985). Dies hilft, Beziehungen zwischen Eigenschaften von Objekten, aber auch zwischen Objekten untereinander festzustellen (Wittmann, 1985). Diese Interaktion kann vom Objekt, von einer Operation, von einer Eigenschaft oder Beziehung ausgehend gestaltet werden (Wittmann, 1985).

User specific elements ermöglichen Differenzierung und Auseinandersetzung mit dem Lerngegenstand im Unterricht. Im Folgenden soll dazu auf die Implementation von Zielen, Levels als Missionen oder Schwierigkeitsgrade, Soziale Lernarrangements und Charaktere eingegangen werden.

4.2.1 Ziele

Beschreibung:

Unter den Zielen werden Beschreibungen von Absichten über erwünschte Änderungen oder erstrebenswerte Ergebnisse verstanden (Mager, 1965). Ziele sollten SMART formuliert werden: spezifisch, messbar, angemessen, realistisch und terminiert (vgl. Fortmüller & Greimel-Fuhrmann, 2021). Sie können mit Lerninhalten verknüpft werden und als Lernziele Handlungen beschreiben, anhand derer nachzuvollziehen ist, ob die angestrebten Kompetenzen erworben wurden (Fortmüller & Greimel-Fuhrmann, 2021). Dabei sollte mindestens das Endverhalten, den Maßstab und eine Bedingung angegeben werden, als Beispiel: „Die Schüler:innen können mit den Größenangaben Metern und Zentimetern zu Längen innerhalb einer Einheit rechnen“ (Mager, 1965). Ziele können erreicht werden, indem eine Aufgabe oder eine Aktivität abgeschlossen wird (vgl. Schöbel & Söllner, 2019). Dafür sollte Feedback gegeben werden (Kapp, 2012).

Typen:

Ziele können explizit benannt als klar formulierte und konkrete Lernaufträge vorliegen (Mager, 1965). In Challenges, Quests oder Aufgaben werden sie den Lernenden transparent präsentiert (Agre et al., 2015). Darüber hinaus gibt es auch implizite Ziele, die nicht direkt benannt werden, wie das Auffüllen der Statusleiste durch das Bearbeiten aller verfügbaren Aufgaben oder das Erhöhen des eigenen Spieler:innenlevels (Agre et al., 2015).

Funktion:

Ziele dienen dazu, bestimmte Aspekte zu messen und den Handlungen Relevanz zu bieten (Lee & Hammer, 2011). Sie geben Aktivitäten einen Sinn (Kapp, 2012). Außerdem gerieren Ziele den Spielenden die Freiheit und Autonomie, verschiedene Wege und Methoden auszuprobieren, um diese zu erreichen (Kapp, 2012). Auch für die Lehrenden können vorher festgesetzte Ziele Entscheidungshilfen für die Gestaltung des Unterrichts hinsichtlich des Inhalts und der Methodenwahl darstellen (Mager, 1965).

Wirkung:

Gut begründete Ziele können für die Motivation bedeutsam sein und die Lernenden auch dazu bringen, Herausforderungen anzunehmen (Deci & Ryan, 1993; Schöbel & Söllner, 2019). Hilfreich dabei ist es, Zwischenziele einzubauen, wie etwa bestimmte Objekte einzusammeln, um am Ende einen Endgegner besiegen zu können (Kapp, 2012). Dies hält die Lernenden langfristig auf das eigentliche Ziel fokussiert. Bei der Implementierung sollte darauf geachtet werden, die Ziele der Lernenden in den Vordergrund zu rücken und mit denen der Lehrenden zu vereinen (Bertholet et al., 2014). So wird mehr Motivation und Verbindlichkeit geschaffen (Bertholet et al., 2014). Wenn sich die Schüler:innen eigene Ziele setzen, können laut Nicholson (2015) Belohnungen sinnvoll sein, auch um Fortschritte zu signalisieren.

Einsatzmöglichkeiten im Mathematikunterricht:

Lehrenden sind Ziele als Lernziele nicht unbekannt (Fortmüller & Greimel-Fuhrmann, 2021). Diese den Schüler:innen transparent mitzuteilen und sie erstrebenswert zu machen, ist Sinn und Zweck der Gamification. Hierbei kann Differenzierung stattfinden, indem sich die Lernenden selbst Ziele setzen, sich aus einer Auswahl von Zielen eigene auswählen oder die Lehrkraft passende Ziele vorformuliert, die dann von den Schüler:innen innerhalb eines spezifischen Zeitraums erreicht werden sollen. Ziele einer Unterrichtseinheit oder einer Unterrichtsstunde, bezogen auf die mathematischen, inhaltsbezogenen oder auch prozessbezogenen Kompetenzen, könnten in die Aufgabenstellungen eingebaut und mit Zwischenzielen ausgekleidet werden.

Beispielsweise soll innerhalb einer Unterrichtseinheit zur Volumenberechnung von geradlinig berandeten Körpern das Umrechnen zwischen Volumeneinheiten geübt werden. Mögliche Lernziele für eine zugehörige Übungsstunde wären: „Die Schüler:innen können mit den Volumenangaben mm^3 , cm^3 , dm^3 , m^3 , mL und L innerhalb einer Einheit rechnen“ sowie „Die Schüler:innen können die Volumeneinheiten mm^3 , cm^3 , dm^3 , m^3 , mL und L ineinander umrechnen.“ Entsprechend des brandenburgischen Rahmenlehrplans beschreiben diese Lernziele Anforderungen der Kompetenzstufe D (vgl. Bildungsserver Berlin-Brandenburg, 2015). Passende Zwischenziele wären einzelne Umrechnungsschritte wie von cm^3 auf dm^3 und vice versa. Das Bearbeiten einzelner Zwischenschritte kann zum Auffüllen von Statusleisten, gegebenenfalls auch Kompetenzstufen des eigenen Avatars genutzt werden. Denn es besteht die Möglichkeit, das Erreichen von Zielen mit dem Erwerb von Punkten zu koppeln. Kombiniert mit entsprechenden Abzeichen würden die Lernziele den Lernenden transparent kommuniziert und erstrebenswert dargestellt werden. Im Abschnitt „Abzeichen“ wurde dies bereits aufgegriffen. Bei diesem Beispiel kann für eine Challenge auf zusammengesetzte Größen oder zusammengesetzte Körper zurückgegriffen werden, was der Kompetenzstufe E oder F des brandenburgischen Rahmenlehrplans entspricht (vgl. Bildungsserver Berlin-Brandenburg, 2015). Bei einer Auswahl aus mehreren Zielen können individuelle Stärken und Schwächen von Lernenden gezielt gefördert beziehungsweise trainiert werden. Darüber hinaus kann die Einbettung von Zielen in eine Rahmengeschichte den Inhalten zusätzliche Relevanz geben oder einen Alltagsbezug herstellen, was sie für die Lernenden erstrebenswerter macht (vgl. Schwill, 1994).

4.2.2 Level als Schwierigkeit

Beschreibung:

Level als Schwierigkeit geben an, wie komplex eine Aufgabe oder eine Mission ist.

Funktion:

Level dienen dazu, Wissen vertikal zu strukturieren, indem die Level verschiedene Schwierigkeitsstufen angeben (vgl. Schwill, 1994). Sie geben den Lernenden damit auch eine Orientierung über die zu erwartenden Anforderungen.

Wirkung:

Die Bearbeitung von Aufgaben eines passenden Schwierigkeitsgrades führt zu Kompetenzerleben und baut so Motivation auf (Deci & Ryan, 1993). Wenn die zu erwartenden Anforderungen transparent dargestellt werden, kann bei Abschluss der Aufgaben die eigene Leistung in Relation zu den Erwartungen gebracht und so das erhaltene Feedback entsprechend bewertet werden.

Einsatzmöglichkeiten im Mathematikunterricht:

Level als Schwierigkeitsanzeiger entlang der Anforderungsbereiche I, II oder III oder der Kompetenzstufen des Rahmenlehrplans zu gestalten, lässt sich leicht realisieren (vgl. Kultusministerkonferenz, 2012; vgl. Bildungsserver Berlin-Brandenburg, 2015). Auch die Art und Weise der Aufgabe kann damit ausgedrückt werden, also ob nun eine Musterlösung durchgearbeitet, eine Übung durchgeführt oder ein Test absolviert wird (vgl. Kultusministerkonferenz, 2012). Ebenso besteht die Möglichkeit, anhand von Leveln entsprechend des Vertikalkriteriums der fundamentalen Ideen die Komplexität des Inhaltes aufzuzeigen (vgl. Schwill, 1994). Visualisiert werden könnte die Komplexität über Rufpunkte, was für die Schüler:innen Differenzierungsmöglichkeiten bereitstellt. Dies wird in dem exemplarischen Unterrichts realisiert (siehe Anhang). Entweder suchen sie sich selbstständig Aufgaben entsprechend ihres eigenen Leistungsstandes heraus oder sie bearbeiten bestimmte Schwierigkeitsstufen erst, wenn sie ein spezifisches Spieler:innenlevel als Voraussetzung erreicht haben. Letzteres würde sicherstellen, dass die Bearbeitung der Aufgaben für sie möglich sein sollte, dass sich im Rahmen ihrer Zone der nächsten Entwicklung bewegen und dass folglich Kompetenzerleben zu erwarten ist (vgl. Deci & Ryan, 1993). Weiterhin kann festgehalten werden, welche Schwierigkeit die bereits bearbeiteten Aufgaben hatten und dies in einem Leistungsgraphen dargestellt werden. Dies könnte eine Orientierung sowohl für die Schüler:innen als auch die Lehrperson darstellen und somit einen Einfluss auf die weitere Gestaltung des Unterrichts haben.

4.2.3 Level als Missionen

Beschreibung:

Level als Missionen werden im Unterrichtskontext als eine Art Aufgabensammlung verstanden. Sie können aufgabenweise, in diesem Fall „levelweise“, bearbeitet und schrittweise freigeschaltet werden.

Funktion:

Die Level geben oftmals eine Übersicht und eine Richtung an (Kapp, 2012). Entsprechend verschiedener Repräsentationsmodi oder Themenschwerpunkte kann Wissen so horizontal strukturiert werden (vgl. Bruner, 1974). Bei der Verwendung verschiedener Schwierigkeitsgrade kann gleichzeitig eine vertikale Gliederung stattfinden (vgl. Wellenreuther, 2014). Dabei können die anderen Aspekte fundamentaler Ideen, das Sinn- und das Zeitkriterium, einbezogen werden (Schwill, 1994).

Wirkung:

Level bieten Übersichtlichkeit, unterstützen die Kohärenz des Handlungsverlaufs innerhalb der Rahmengeschichte, zeigen den Bearbeitungsfortschritt an und bauen so Motivation auf (Kapp, 2012). Die Visualisierung bereits erfolgreich absolvierter Level führt zu erhöhtem Kompetenzerleben und damit gesteigerter Bereitschaft, mehr Zeit in die Erledigung weiterer Aufgaben zu investieren (Kapp, 2012). Man sei von dem Eifer der Schüler:innen erstaunt, wenn man zur nächsten Lektion, hier Leveln, übergeht, behauptet Bruner (1974, S. 117). Der Grund läge in dem wachsenden Vertrauen in die eigene Fähigkeit, weiterführende Inhalte zu verstehen (Bruner, 1974, S. 117). Folglich wirken Level ebenfalls motivierend, da sie fortwährend neue Lektionen darstellen (vgl. Bruner, 1974). Weiterhin geben sie bei einem mannigfaltigen Einsatz nicht nur den Unterrichtsinhalten, sondern sogar Unterrichtseinheiten und Klassenstufen Struktur.

Einsatzmöglichkeiten im Mathematikunterricht:

Als Missionen können die Level entlang des Horizontalkriteriums der fundamentalen Ideen oder mithilfe verschiedener Repräsentationsmodi, enaktiv, symbolisch, ikonisch oder verbal, strukturiert werden (vgl. Bruner, 1974; vgl. Schwill, 1994). Auch hier könnten sich Schüler:innen entsprechend eigener Präferenzen (inhaltlich oder der Repräsentationsmodi) Aufgaben auswählen, wodurch eine Differenzierung ermöglicht wird. Außerdem kann die exemplarische Methode, die nicht die reine Wissensanhäufung, sondern die Nutzung kennzeichnender Modellfälle als Beispiele fokussiert, gut eingebunden werden (vgl. Sitte, 2001). Mittels einer gezielt gesetzten Rahmengeschichte und einer logischen, aufeinander aufbauenden Levelstruktur kann weiterhin sowohl das Sinn- als auch das Zeitkriterium fundamentaler Ideen erfüllt werden (vgl. Schwill, 1994). So können mathematische Inhalte entsprechend ihrer historischen Entwicklung erarbeitet und so nicht nur einen genetischen Unterrichtsansatz, sondern auch die Wahrnehmung der Mathematik als sich entwickelnde Wissenschaft ermöglicht werden (Barro-Bergflödt, 2013; vgl. Wagenschein, 1966; vgl. Winter, 1975). Damit ist genetischer Unterricht nach Martin Wagenschein (1966) möglich. Dies beschreibt eine Unterrichtsphilosophie, die das genetische, sokratische und exemplarische Prinzip vereint (Wagenschein, 1966).

Auch die Kombination von Leveln als Missionen und Leveln als Schwierigkeitsgrad erweist sich als ergiebig. Kapp (2012) empfiehlt deklaratives Wissen oder Faktenwissen als erstes Level zu verwenden, weil darauf höhere Wissensebenen wie Problemlösen aufbauen. Nachdem zuerst die Fakten gelernt wurden, können darauf aufbauend Konzepte verstanden werden, mehrere Konzepte eine Regel formen, diese Regeln Prozeduren bilden und die Kombination davon zum Problemlösen genutzt werden (Kapp, 2012). Dies entspricht dem Bearbeiten von Leveln als Missionen, die jedoch zugleich immer komplexer werden. Der Vorteil hierbei ist, dass die Aufgaben sukzessiv freigegeben werden können und so keine Überforderung der Lernenden bezüglich der Aufgabenmenge auftritt. Alternativ kann auch prozedurales Wissen Schritt für Schritt präsentiert und so aufeinander aufbauende Level als Missionen in Kombination mit Level als Schwierigkeit dargeboten werden. Beispielsweise beginnen die ersten Level damit, einen Überblick über das Themengebiet zu geben,

sodass die anschließenden Prozesse im Kontext und ihre Wirkungsweise zusammen verstanden werden. Dann werden die speziellen Inhalte entwickelt und Möglichkeiten zur Übung gegeben. Parallel werden herausfordernde Challenges angeboten, um die Motivation aufrecht zu erhalten und die Lernenden ihr Wissen anwenden zu lassen. Die Level können verschiedene Übungsformen enthalten, beginnend bei Demonstrationen zu Tutorials, bei denen die Aktionen der Lernenden kontrolliert werden, aber auch Hilfen und Unterstützungen zur Verfügung stehen. Demonstrationen könnten etwa das Durcharbeiten von Musterlösungen oder das Präsentieren richtiger und falscher Lösungswege sein, die die Lernenden anhand ihres Wissens einschätzen sollen. Anschließend kann der Testmodus freigeschaltet werden, bei dem es keinen Leitfaden mehr gibt. Gleichzeitig gibt es die Möglichkeit zum freien Spielen, wobei es eher ums Erkunden und Ausprobieren geht. Somit kann auch eine vertikale Strukturierung des Wissens stattfinden (vgl. Schwill, 1994).

4.2.4 Soziale Lernarrangements

Beschreibung:

Im gamifizierten Unterricht treten neben den Sozialformen Einzel-, Partner- und Gruppenarbeit weitere Arrangements auf, die diese Sozialformen mit einem zusätzlichen Ziel ausstatten. Dieses Ziel bezieht sich nicht zwingend auf das inhaltliche Ergebnis der Aufgabe, wie etwa bestimmte mathematische Lösungen oder Darstellungen, kann solche allerdings verwenden. In der Literatur finden sich dazu die Begriffe Konflikte, Wettbewerbe und Kooperationen (Kapp, 2012).

Typen:

Als **Konflikt** wird dabei eine Herausforderung von einer Konkurrenz aufgefasst, bei der Lernende selbst mit dieser in Interaktion treten und aktiv sein muss, um zu gewinnen (Kapp, 2012). Als Konkurrenz könnten Mitschüler:innen, die Lehrperson oder auch Charaktere gedeutet werden.

Wettbewerbe sind dagegen Leistungsvergleiche, bei denen die gegnerischen Parteien sich nicht oder kaum gegenseitig behindern können, sondern stattdessen der Fokus auf die eigene Leistung gelegt wird (Cunningham & Zichermann, 2011; Epema & Iosup, 2014). Wettbewerbe können mit sich selbst, zu zweit oder in größeren Gruppen ausgetragen werden.

Bei einer **Kooperation** geht es um das Erzielen eines gemeinsam wünschenswerten und vorteilhaften Ergebnisses in Zusammenarbeit mit anderen (Kapp, 2012).

Funktion:

Lernende unterscheiden sich voneinander und bevorzugen verschiedene Lernarrangements, um ihren individuell größtmöglichen Lernerfolg zu erzielen. Die eine Person misst sich gerne mit anderen, eine zweite arbeitet am besten gemeinsam mit weiteren und eine andere ist allein am produktivsten. Soziale Arrangements bieten daher verschiedene Möglichkeiten, sich mit einem Themengebiet vertraut zu machen, erhöhen die eigene Motivation und können auch den Klassenzusammenhalt bestärken. Gleichzeitig bietet es einen Ansatz für Differenzierung entsprechend den individuellen Vorlieben der Lernenden. Kapp (2012) empfiehlt, stets eine Kombination dieser Komponenten einzubauen.

Wirkung:

Soziale Lernarrangements erhöhen die Motivation durch das Gefühl von sozialer Eingebundenheit oder Kompetenzerleben (vgl. Lepper & Malone, 1988). Sie bieten einen Anreiz, sich verstärkt mit den gamifizierten Inhalten auseinanderzusetzen (Kapp, 2012). Dies kann damit begründet werden, dass in Konflikten und Wettbewerben möglichst gute Ergebnisse erzielt und bei Kooperationen die Teammitglieder nicht enttäuscht werden sollen (vgl. Eckhardt & Finster, 2019).

Einsatzmöglichkeiten im Mathematikunterricht:

Im Unterricht sind Sozialformen wie Einzelarbeit, Partnerarbeit oder Gruppenarbeit nicht neu. Auch das Prinzip von Herausforderungen, Wettkämpfen und Zusammenarbeit ist bereits bekannt. Da die Schüler:innen individuelle Vorlieben haben, bietet es sich an, die Schüler:innen frei wählen zu lassen, in welchem Lernarrangement sie arbeiten möchten, wie es auch in dem exemplarischen Unterrichtsentwurf gehandhabt wird (siehe Anhang). Dabei betonen Schöbel und Söllner (2019), dass Lernende im Lernprozess lieber gegen sich selbst als gegen andere antreten wollen, um so ihre eigenen Lernfortschritte nachvollziehen zu können. Wettbewerbe und Konflikte sollten daher erst dann eingesetzt werden, wenn sich die Lernenden bereits mit den Inhalten wohlfühlen, da sonst eine Drucksituation entstehen kann (Eckhardt & Finster, 2019). Im Anschluss an die Lernphase stellen Wettbewerbe und Konflikte jedoch ein mögliches Ziel dar (Blankenburg et al., 2015). Einsatzmöglichkeiten wären zum Beispiel Wettkämpfe gegen sich selbst oder in Teams, bei denen es um die Automatisierung von Abläufen geht, wie zum Beispiel Kopfrechnen oder Polynomdivision auf Zeit. Kooperation ist der soziale Aspekt von Spielen, der die meisten Lernenden begeistert (Kapp, 2012). Deshalb sollte ein Angebot dieses sozialen Lernarrangements verstärkt in Erarbeitungsphasen mathematischer Inhalte eingesetzt werden, um so gemeinsam Unsicherheiten aus dem Weg zu räumen und Bestätigung aus dem sozialen Umfeld zu erhalten.

4.2.5 Charaktere

Beschreibung:

Charaktere sind visuelle Repräsentationen von Personen (Agre et al., 2015). Dabei stellen Avatare die Lernenden dar (Sailer, 2016). Sie können durch Non-Player-Characters, sogenannte NPC, ergänzt werden – das sind zum Beispiel Erzähler:innen oder Charaktere, mit denen innerhalb des Lernarrangements interagiert werden kann. Charaktere, ob nun den eigenen Avatar oder NPC, werden aus verschiedenen Perspektiven dargestellt (Caims & Denisova, 2015). Geläufig sind Sichtweisen aus der dritten oder ersten Person (Caims & Denisova, 2015).

Funktion:

Wenn sich Schüler:innen mit den eigenen Avataren oder NPC identifizieren, kann dies zum einen motivierend, zum anderen lernförderlich wirken (Sailer, 2016). Motivierend ist es deshalb, weil Handlungen, die diesen Charakter betreffen, für relevanter eingeschätzt werden (Caims & Denisova, 2015). Als lernförderlich wird es beschrieben, da nach der Theorie des Modelllernens nach Albert Bandura das Vorzeigen einer Aktivität die kognitive Belastung verringert, wodurch Lerninhalte einfacher aufgenommen und nachgeahmt werden können (vgl. Wellenreuther, 2014).

Wirkung:

Wenn Charaktere Erfahrungen machen, kann dies das Verhalten der Lernenden auch außerhalb des Unterrichts beeinflussen (Kapp, 2012). Das Beobachten von Handlungen, sei es altruistisches Verhalten oder auch das Lösen mathematischer Aufgaben, lässt die Schüler:innen diese Handlung einfacher nachahmen und kann zusätzlich dafür sorgen, zu diesen bestimmten Aktivitäten anzuregen (Bailenson & Fox, 2009; Bailenson & Yea, 2006). Das liegt daran, dass dank des Modelllernens die kognitive Belastung verringert und damit die Aufnahmefähigkeit erhöht werden (vgl. Paas et al., 1998). Charaktere bieten das Gefühl von sozialer Eingebundenheit, sowie von Autonomieerleben, sofern sie selbst anpassbar sind, was die Motivation erhöht (Sailer, 2016). Weiterhin helfen die Charaktere, Wissen mit persönlichen Erfahrungen zu verbinden, wodurch bessere Lernergebnisse erzielt werden können (vgl. Wellenreuther, 2014).

Einsatzmöglichkeiten im Mathematikunterricht:

Für den Einsatz von Charakteren im Unterricht müssen keine technischen Mittel zur Verfügung stehen – Persona, Figuren oder Strichmännchen, die mit verschiedenen Items und Eigenschaften ausgestattet werden, sind bereits ausreichend. Zur Gestaltung der Charaktere können Verbindungen zu Charaktereigenschaften, mathematischen Kompetenzen oder das Spieler:innenlevel gezogen werden. Mithilfe von einlösbaren Punkten könnten weitere Anpassungen vorgenommen werden. Falls ein Mentor:innen-NPC eingesetzt werden soll, empfehlen Baylor & Kim (2005) die Trennung in einen Expert:innen-NPC, der die Informationen gibt, und einen Motivations-NPC. So werden Emotion und Information separiert, was die Belastung des Arbeitsgedächtnisses verringert und so nach der Cognitive-Load-Theory bessere Lernergebnisse zur Folge haben kann (Baylor & Kim, 2005; vgl. Paas et al., 1998). Dies kann im papierbasierten Präsenzunterricht zum Beispiel durch immer wieder auftretende Figuren auf Arbeitsmaterialien umgesetzt werden, die etwa Merkkästen, Tipps und Tricks oder Musterlösungen präsentieren (siehe Anhang).

4.3 Neutral elements

Die *Neutral elements* bilden vorrangig einen Rahmen für den gamifizierten Unterricht. Sie dienen dazu, Struktur und Motivation für die Lernenden zu schaffen. Regeln, Zeitanzeigen, Ästhetik und Rahmengeschichten sind die wesentlichen Bestandteile der *Neutral elements*. Bei der Konzeption einer gamifizierten Unterrichtsstunde sollten sie stets zu Beginn geplant werden.

4.3.1 Regeln

Beschreibung:

Kapp (2012, S. 29) behauptet: „A game is just a set of defined rules.“ Regeln umfassen etwa die maximale Spieler:innenanzahl sowie die Erklärungen, auf welche Art und Weise Punkte und Spieler:innenlevel gewonnen, Aufgaben bearbeitet, Charaktere angepasst, Ziele ausgewählt, Abzeichen erworben, Fortschrittsanzeigen gefüllt, Feedback erhalten und Sozialformen durchgeführt werden können (vgl. Kapp, 2012). Sie zeigen Möglichkeiten und Grenzen auf, was erlaubt ist und was nicht und ebenso, wie der Umgang der Teilnehmenden untereinander funktioniert. Somit sind sie unverzichtbar für die Gestaltung der Spielerfahrung. Im mathematischen Kontext werden darunter auch zusätzlich mathematische Grundregeln verstanden, zum Beispiel unter welchen Voraussetzungen Dreiecke kongruent sind oder wie oft die Zahl Sechs bei einem Würfel auftaucht.

Funktion:

Jeder Teilbereich eines gamifizierten Unterrichts wird von Regeln geprägt. Sie haben den Zweck, den gamifizierten Unterricht überschaubar und strukturiert zu halten (Swacha, 2018). Über Feedback bekommen die Lernenden mitgeteilt, wenn sie Regeln einhalten oder gegen sie verstoßen, indem sie zum Beispiel Belohnungen erhalten oder ihnen diese vorenthalten werden (Kapp, 2012).

Wirkung:

Regeln bilden einen Rahmen für den gamifizierten Unterricht. Dies bietet den Lernenden Struktur und führt in der Konsequenz zu höherer Motivation und Lerneffektivität (vgl. Deci & Ryan, 1993; vgl. Paas et al., 1998). Darüber hinaus vermindert die transparente Kommunikation der Regeln Unterrichtsstörungen (vgl. Meyer, 2005).

Einsatzmöglichkeiten im Mathematikunterricht:

Regeln sind für Lehrende nicht neu: Unterrichtsregeln und Klassenmanagement bleiben im gamifizierten Kontext erhalten. Anders ist lediglich die Form des positiven Feedbacks für das Einhalten dieser (vgl. Kapp, 2012). Damit steht der gamifizierte Umgang mit Regeln im Kontrast zu einem Unterricht, in dem lediglich das Stören und Verletzen der Unterrichtsregeln wahrgenommen und gegebenenfalls bestraft wird. Infolgedessen kann mithilfe von Gamification eine motivierendere, förderlichere Lernatmosphäre aufgebaut werden als in anderen Unterrichtsformen (Barata et al., 2013; Danino et al., 2013).

Im mathematischen Kontext beschreiben Regeln auch mathematische Sätze, wie etwa welche Voraussetzungen nötig sind, damit euklidische Dreiecke zueinander kongruent sind. Diese Gesetzmäßigkeiten können im gamifizierten Unterricht ebenfalls angesprochen und für das Wiedererkennen oder das Anwenden dieser Regeln Feedback gegeben werden. Interessant ist der Umgang mit diesen Regeln vor allem im digitalen Kontext. So könnte in einem fachübergreifenden Projekt über passende Grundlagen der Programmierung gesprochen werden: Wie kann implementiert werden, dass die Sechsen bei einem gleichseitigen, programmierten Würfel immer noch zufällig, aber entsprechend der Wahrscheinlichkeit $\frac{1}{6}$ angezeigt wird? Welche Voraussetzungen müssen gegeben sein, damit Dreiecke in der programmierten, virtuellen Welt kongruent sind?

4.3.2 Zeitanzeigen

Beschreibung:

Zeit ist allgegenwärtig und bietet nicht nur einen Rahmen für die einzelnen Aufgaben, sondern auch für die Unterrichtsstunde, -reihe und das Schuljahr. Zeitanzeigen visualisieren den Fortschritt der Zeit innerhalb einer dieser Einheiten (Schöbel & Söllner, 2019). Dabei zeigen sie entweder die bereits verwendete Zeit, beispielsweise als Stoppuhr oder Auffüllen eines Statusbalkens, oder die noch vorhandene Zeit, etwa als Countdown oder Sanduhr, an. Dies kann sowohl digital oder anhand haptischer Materialien geschehen.

Funktion:

Wenn Zeit sichtbar präsentiert wird, dann kann das zu einem stärkeren Fokussieren bei der Bearbeitung der Aufgaben von Lernenden führen (Breidenstein & Rademacher, 2013). Die damit erhöhte Aufmerksamkeit beim Auseinandersetzen mit dem Stoff dient dem Lernzuwachs oder der Motivation (Kapp, 2012). Zeit kann auch als begrenzende Ressource funktionieren, indem Aufgaben priorisiert werden müssen, um sie in dem vorgegebenen Rahmen zu absolvieren (Schäffer, 2000). Weiterhin begünstigen Zeitanzeigen auch die Visualisierung von Prozessen.

Wirkung:

Zeitanzeigen stellen Motivatoren für bestimmte Aktivitäten oder Aktionen dar, insofern, dass innerhalb eines festgelegten Zeitrahmens eine bestmögliche Leistung erzielt werden soll (Kapp, 2012). Dadurch sind viele Lernende stärker fokussiert, was bei ihnen zu einem gesteigerten Lernzuwachs führen kann (vgl. Paas et al., 1998; vgl. Breidenstein & Rademacher, 2013). Besonders bei leistungsstärkeren Schüler:innen ist eine signifikante Verbesserung der Leistung ersichtlich (Andert et al., 1974). Zeitanzeigen können je nach Verwendung aber auch Zeitdruck und letztendlich Stress erzeugen (Schöbel & Söllner, 2019). Dieser würde wiederum das Arbeitsgedächtnis belasten und somit die Aufnahmefähigkeit der Schüler:innen nach der Cognitive Load Theory begrenzen (Paas et al., 1998). Dies zeigt sich etwa daran, dass leistungsschwächere Lernende sowie solche, die unter Prüfungsangst leiden, schlechtere Ergebnisse unter Zeitdruck erbringen (Andert et al., 1974). Mithilfe von Visualisierungen von Prozessen durch Zeitanzeigen besteht außerdem die Möglichkeit, Grundvorstellungen aufzubauen oder zu untermauern (vgl. Bruner, 1974).

Einsatzmöglichkeiten im Mathematikunterricht:

Das Gefühl von Zeitdruck, besonders in Prüfungssituationen, ist vielen Schüler:innen bekannt (Andert et al., 1974). Die einen fühlen sich dadurch motiviert, die anderen eher unkonzentriert (Andert et al., 1974). In Absprache mit der Lerngruppe könnten bereits in Übungsphasen ein Countdown oder eine ablaufende Sanduhr angezeigt werden, um sie an diese Zeitanzeigen zu gewöhnen. Die Verwendung dieser Elemente könnte dann das Gefühl von Zeitdruck in Prüfungssituationen zu verringern, da die Lernenden an den Zeitfaktor schon gewöhnt sind. Ebenfalls sinnvoll ist die Kombination von Zeitanzeigen und Zeitpunkten, die für die Verbesserung des individuellen Zeitmanagements oder als einlösbare Punkte vergeben werden. Zeitanzeigen können den Fortschritt innerhalb einer Stunde, einer Unterrichtseinheit, einem Schulhalbjahr oder Jahren repräsentieren und damit den Schüler:innen eine Orientierung zu ihrem Arbeitsstand bieten.

Um Prozesse zu visualisieren, können etwa Zeitraffer genutzt werden. Zeitanzeigen, die etwa exponentieller Wachstumsprozesse anhand von Bakterienkulturen in verkürzter Zeit darstellen, fördern das Verständnis hinter den zugehörigen mathematischen Prozessen und deren Anwendung im Alltag (vgl. Bruner, 1974). Häufig werden dann Zeitanzeigen mit digitalen Simulationen kombiniert, um diesen Effekt zu verstärken. Dies ist allerdings nicht zwingend nötig: Bereits statische Bilder in Kombination mit Zeitanzeigen visualisieren Prozesse. Mithilfe dieser Repräsentation ist es möglich, einen Überblick und einen Sinn für Inhalte zu generieren (vgl. Schwill, 1994).

4.3.3 Ästhetik

Beschreibung:

Unter Ästhetik wird die Darstellungsweise der Gamification, also beispielsweise die verwendeten Materialien und Illustrationen, beschrieben (Kapp, 2012). Sie umfasst dabei nicht nur die Farbgebung, Schriftart, Formatierung, Art der ikonischen und symbolischen Darstellung, sondern auch ob digitale Medien verwendet werden oder Gamification papierbasiert durchgeführt wird. In der Umsetzung kann die Ästhetik einfach gestaltet werden, wie bei der Symmetrie des Spielfeldes von Tic-Tac-Toe, und bis hin zu komplexen Virtual-Reality-Anwendungen reichen (Kapp, 2012).

Funktion:

Die Ästhetik der Gamification hat das Ziel, die Spielenden dabei zu unterstützen, in der Spielerfahrung aufzugehen (Niedenthal, 2009). Sie gibt einen Rahmen, eine Wiedererkennung- und Identifikationsmöglichkeit mit dem Spiel (Kapp, 2012; Niedenthal, 2009). Weiterhin dient sie der Strukturierung und Übersichtlichkeit des Lernmaterials und der gamifizierten Elemente.

Wirkung:

Die Ästhetik ist die Visualisierung der Inhalte und der Gamification und gibt so die Möglichkeit, eine Vorstellung der Inhalte zu erhalten (Niedenthal, 2009). Sie muss nicht realistisch sein: Beispielsweise werden in dem Spiel *Minecraft* die meisten Inhalte aus quadratischen Blöcken dargestellt, was bereits einen Wiedererkennungswert bietet (Kapp, 2012).

Wie realistisch die Darstellungsweise ist, hat nach Bowers et al. (2006) keinen signifikanten Einfluss auf die Lernenden bezüglich des Lernerfolgs oder der Motivation. Weiterhin kann der sinnvolle Gebrauch von Ästhetik der Struktur und Übersichtlichkeit dienen, aber auch Grundvorstellungen von Schüler:innen untermauern.

Einsatzmöglichkeiten im Mathematikunterricht:

Gamification ist keine reine webbasierte Strategie, obwohl sie häufig dafür bekannt ist (Danelli, 2015). Sie funktioniert auch gut ohne Computer (Danelli, 2015). Tatsächlich gibt es nur geringe Unterschiede zwischen einem digitalen oder papierbasierten Einsatz von Gamification für die Motivation und den Lernerfolg (Argenton et al., 2015). Bei Verwendung der digitalen Version haben sich die Lernenden ein wenig mehr herausgefordert und insgesamt effizienter gefühlt, was sich jedoch auch wegen des Anreizes digitaler Medien zeigen kann (Argenton et al., 2015). Die analoge, papierbasierte Version half hingegen etwas mehr, komplexe Sachverhalte zu verstehen und sich so kompetenter zu fühlen (Argenton et al., 2015). Dies kann allerdings mit der verringerten kognitiven Belastung bei der Verwendung bereits bekannter Materialien erklärt werden (Argenton et al., 2015; vgl. Paas et al., 1998). Gamification ist damit im Präsenzunterricht genauso gut anwendbar wie im Distanzunterricht.

Ästhetik umfasst unter anderem auch die Formatierung von Arbeitsblättern oder des den Lernenden zugänglich gemachten Materials. Sie sollte möglichst übersichtlich und klar strukturiert sein, damit die Schüler:innen einfach damit umgehen sowie wesentliche Informationen, Verbindungen und Aufgaben schnell erfassen können. Beispiele wären etwa die im Anhang verorteten Arbeitsblätter des exemplarischen Unterrichtsentwurfs.

Im Mathematikunterricht können mathematische Sachverhalte mithilfe von Ästhetik zum Beispiel als digitale Simulationen, papierbasierte Graphiken oder mithilfe realer Gegenstände enaktiv dargestellt und auch der Wechsel zwischen diesen Darstellungsweisen eingeübt werden (vgl. Bruner, 1974). Passende Abbildungen zu mathematischen Aufgaben oder auch die korrekte Darstellung symbolischer Ausdrücke, wie von Termen, können ebenfalls das Verständnis und Grundvorstellungen ausbauen (Bruner, 1974).

4.3.4 Rahmengeschichte

Beschreibung:

Aus Charakteren, Handlung und Erfahrungen resultiert die Rahmengeschichte der Gamification (Mazarakis, 2017). Diese kann eine umfassende Einbettung aller Elemente der Gamification vor diesem Hintergrund beinhalten, teilweise reicht aber bereits die Nennung eines Filmtitels oder einfache Graphiken für einen ansprechenden Rahmen (Kapp, 2012).

Funktion:

Eine Rahmengeschichte bietet Relevanz, Bedeutung zu der Lernerfahrung und Kontext für die Aufgaben (Kapp, 2012; Lepper, 1988). Gleichzeitig erfüllt sie dadurch eine Zielsetzungsfunktion auf individueller und sozialer Ebene (Sailer, 2016).

Wirkung:

Durch die mithilfe einer Rahmengeschichte hervorgerufene Gefühl von sozialer Eingebundenheit wird die Motivation und Relevanz bezüglich einer Aufgabe erhöht (Sailer, 2016). Weiterhin zeigt sich eine bessere Merkleistung, wenn eine Rahmengeschichte gut eingesetzt wurde (vgl. Engelkamp, 2017). Dies begründet sich darin, dass Geschichten leichter memoriert werden können als eine zufällige Ansammlung an Prozessen, da diese im episodischen Gedächtnis gespeichert werden (Engelkamp, 2017). Das episodische Gedächtnis ist ein Teil des Langzeitgedächtnisses, welches Informationen von Geschichten und Lebenserfahrungen speichert (Wellenreuther, 2014). Da diesen Informationen ein Kontext gegeben wird, können diese besser gemerkt werden als von Kontext losgelöste Informationen (Wellenreuther, 2014). In gamifizierten Anwendungen wird ein Kontext mithilfe von einer Rahmengeschichte oder durch visuelle und auditive Erfahrungen geschaffen (Kapp, 2012).

Einsatzmöglichkeiten im Mathematikunterricht:

Inbesondere Fachbegriffe oder deklaratives Wissen könnten in eine Rahmengeschichte eingebaut werden, da Fakten und Definitionen so langanhaltender gelernt werden (vgl. Engelkamp, 2017). Eine stringente Anwendung dieser Geschichte ermöglicht außerdem die Anwendung der genetischen oder auch der sokratischen Methode im Problemlöseprozess (vgl. Weigand, 2003). Sokratische Fragen können im Problemlöseprozess beantwortet werden und – im Falle einer digitalen Anwendung je nach Antwort der Lernenden – verschiedene Handlungsstränge innerhalb der Rahmengeschichte eröffnen. Eine Rahmengeschichte eröffnet aber auch ein Einblick in den Prozess der Entstehung von Mathematik, falls die Themengebiete entsprechend präsentiert werden (Barro-Bergflödt, 2013). Dies würde den Grundgedanken vermitteln, dass Mathematik keine fertige Wissenschaft ist, sondern fortwährend entwickelt wird (Barro-Bergflödt, 2013), was dem genetischen Ansatz nach Wagenschein (1966) entspricht. Dabei sollte stets eine geeignete Sprache, gegebenenfalls eine Fremdsprache, gewählt und in Übereinstimmung mit den Anforderungen und der Lerngruppe auf eine angemessene Verwendung von Alltags-, Bildungs- und Fachsprache geachtet werden (vgl. Kultusministerkonferenz, 2012).

Die Rahmengeschichte selbst kann in unterschiedlich großen Einheiten eingebunden werden. Bereits im kleinen Rahmen wie bei Aufgaben kann dies beginnen. Ein Rahmen über eine Unterrichtsstunde hinaus ist ebenso denkbar wie über eine Unterrichtseinheit oder auch ein Schuljahr. Bei dem Einbau einer Geschichte auf Aufgabenebene kann eine Orientierung an Modellierungsaufgaben erfolgen (vgl. Maaß, 2011). Entsprechend können Aufgabentypen erstellt werden:

- Das Ziel von **eingekleideten Aufgaben** ist das Anwenden von Rechenverfahren (Maaß, 2011). Der Kontext ist eher nebensächlich, austauschbar und häufig künstlich (vgl. Maaß, 2011). Zwar sind Rahmengeschichten häufig fiktiv und mathematische Zusammenhänge werden absichtlich in diesen Kontext verpackt, nichtsdestotrotz sollten reine eingekleidete Aufgaben vermieden werden. Dies begründet sich darin, dass den Lernenden stets die Relevanz der Aufgabe ersichtlich wird.

- Das Ziel von **Textaufgaben** ist das Erfassen des Zusammenhanges zwischen angegebenen Zahlen und das Zuordnen mathematischer Strukturen (Maaß, 2011). Die Schwierigkeit liegt hier im Übertragen der Textstruktur in die mathematische Struktur (Maaß, 2011). Da aus Rahmengeschichten stets die wesentlichen Informationen herausgelesen und hinsichtlich des Kontextes interpretiert werden müssen, kann damit das Sprachbewusstsein sowie das Wechseln von mathematischen Darstellungen gefördert werden (vgl. Kultusministerkonferenz, 2012). Gleichzeitig üben die Lernenden auch das mathematische Kommunizieren (vgl. Kultusministerkonferenz, 2012).
- Das Ziel von **Sachaufgaben** ist das Mathematisieren von Sachbeziehungen, wobei die Situation bedeutsam ist (Maaß, 2011). Mathematik kann an dieser Stelle als Hilfsmittel verstanden werden (Maaß, 2011). Dies kann mittels relevanter Aufgabenstellungen innerhalb der Rahmengeschichte umgesetzt werden. Gleichzeitig verdeutlicht das den Sinn des jeweiligen Themengebiets (vgl. Kultusministerkonferenz, 2012; vgl. Schwill, 1994).

All diese Aufgabentypen können in einen größeren Zusammenhang oder in ein gewünschtes Schema eingeordnet werden. Dies erzeugt Kohärenz zwischen den Aufgaben und kann so Verbindungen zwischen Themenbereichen deutlich machen. Beispielaufgaben sind im Anhang bei den Arbeitsblättern zum exemplarischen Unterrichtsentwurf zu finden.

Kohärenz kann auch über ein Motiv erzeugt werden, welches die Unterrichtseinheit durchzieht. So könnten etwa Stunden zur Einführung von Funktionen und Koordinatensystemen mit einem Piratenthema ausgestaltet werden (siehe Anhang). Damit ist es möglich, Koordinaten durch eine Art „Schiffe versenken“ zu üben oder Flugbahnen von Kanonen durch lineare Funktionen zu simulieren. Dieses Vorgehen kann sogar über ein Schulhalbjahr oder länger ausgedehnt werden, indem ein kohärenter Handlungsstrang Unterrichtseinheit für Unterrichtseinheit aufgebaut wird oder die gleichen Charaktere verschiedene Situationen erleben.

4.4 Kombination von Spielelementen im Lernkontext

Schöbel und Söllner (2019) fassen Studien und Ergebnisse zusammen und erklären, welche Spielelemente, welche Anzahl und Kombinationen an Spielelementen am wirksamsten für den jeweiligen Lernkontext sind. Dabei verwendeten sie eine Best-Worst-Scaling-Methode, bei der die Proband:innen die jeweiligen Spielelemente nach ihrer Präferenz ordnen sollten (Schöbel & Söllner, 2019). Dabei ergab sich, dass Level am stärksten bevorzugt werden, es folgen in absteigender Reihenfolge die Elemente Punkte, Ziele, Fortschrittsanzeigen und Abzeichen (Schöbel & Söllner, 2019). Weniger bevorzugt wurden Bestenlisten, virtuelle Güter, Charaktere, Zeitdruck und Verluste (Schöbel & Söllner, 2019).

Im Mittel wurden davon vier Spielelemente in der Kombination präferiert (Schöbel & Söllner, 2019). Einzelne Studien zeigen, dass die Verwendung von zu vielen Spielelementen langfristige Effekte auf Motivation reduzieren (Fox & Hanus, 2015). Dies begründet sich darin, dass die Lernenden im Umgang mit den zahlreichen Elementen überfordert werden (Fox & Hanus, 2015). Es wird daher empfohlen, Elemente von Gamification Stück für Stück einzuführen, um die Schüler:innen sich daran gewöhnen zu lassen (Schöbel & Söllner, 2019). Es geht also weniger darum, so viele Elemente wie möglich einzubinden, sondern eher um eine gezielte, adressatenorientierte Auswahl (Schöbel & Söllner, 2019).

Die vier am häufigsten kombinierten Spielelemente sind Level, Punkte, Fortschrittsanzeigen und Ziele (Schöbel & Söllner, 2019). Erklärt wird dies damit, dass diese Elemente den aktuellen Lernstand und -fortschritt besonders deutlich visualisieren (Schöbel & Söllner, 2019). Sowohl Spieler:innenlevel als auch Fortschrittsanzeigen wie Leistungsgraphen bilden den individuellen Lernfortschritt grafisch ab. Level als Missionen, Level als Schwierigkeitsgrad, Punkte oder Statusbalken zeigen den derzeitigen Lernstand in Bezug auf die gesetzten Ziele auf. All das wirkt intrinsisch motivierend (vgl. Deci & Ryan, 1993). Bei der Auswahl geeigneter Spielelemente sollte daher darauf geachtet werden, dass jene integriert werden, die den individuellen Fortschritt der Lernenden aufzeigen und dokumentieren (Schöbel & Söllner, 2019). Dadurch sind Lernende stärker motiviert, ihre eigenen Ergebnisse zu verbessern und weiter an diesen zu arbeiten (Schöbel & Söllner, 2019). Spielelemente, die die Lernenden herausfordern, ihre eigenen bisherigen Ergebnisse zu übertreffen, wie Level mit dem Ziel zu absolvieren, immer besser zu werden und höhere Niveaustufen zu erreichen, werden favorisiert (Schöbel & Söllner, 2019). Die individuelle Bezugsnormorientierung bezogen auf Aufgaben- und Lernzielorientierung führt hierbei verstärkt zu einem Fokus auf Kompetenzerwerb und Lernzuwachs (Sailer, 2016). Damit wird deutlich, dass Lernende lieber gegen sich selbst als gegen andere im Lernkontext antreten (Kapp, 2012). Individuelles Feedback ist damit besonders wertvoll, weshalb Spieler:innenlevel, Level als Missionen oder Schwierigkeit eher eingebaut werden sollten als Bestenlisten (Schöbel & Söllner, 2019). Entgegen vieler Annahmen bevorzugen Lernende keine wettbewerbsbasierten Spielmechaniken wie Bestenlisten im Lernkontext, da der Wettbewerb eher Druck ausübt als zum Lernen zu motivieren (Schöbel & Söllner, 2019).

Daher sollten Spielmechaniken, die von außen Druck auf die Lernenden ausüben, beispielsweise Zeitdruck oder Verluste, innerhalb des Lernkontextes vermieden werden (Schöbel & Söllner, 2019).

Schöbel und Söllner (2019) betonen nochmals, dass es keine „One-Size-Fits-All“-Lösung gebe, sondern dass das Design der Gamification an den Kontext und an die Zielgruppe angepasst werden müsse. Dazu schlagen sie vor, Bedürfnisse und Interessen einer Zielgruppe genau zu betrachten und zu analysieren, bevor ein Gamification-Konzept entwickelt und umgesetzt wird (Schöbel & Söllner, 2019). Gamification-Ansätze funktionieren oftmals nicht, wenn standardmäßige Spielelemente wie Punkte, Abzeichen und Bestenlisten eingesetzt werden, ohne den Kontext und die jeweiligen Zielgruppeninteressen zu berücksichtigen (Schöbel & Söllner, 2019). Fehler, die häufig gemacht werden, sind zum Beispiel, dass...

- die motivationalen Elemente in der Umsetzung fehlen (Agre et al., 2015).
- Ziele schlecht gewählt werden (Bertholet et al., 2014). Häufig werden die Ziele aus Sicht der Lehrenden gezeigt und weniger auf das Interesse der Lernenden angepasst (vgl. Bertholet et al., 2014).
- die Flexibilität fehlt und kleine Veränderungen in der Implementierung nicht funktionieren (Agre et al., 2015).
- Belohnungen ineffizient vergeben werden und nicht die intrinsische Motivation fördern (Agre et al., 2015).
- Bewertungen und Feedback lange ausstehen (Agre et al., 2015).
- kaum kollaborative Elemente genutzt werden (Bertholet et al., 2014).
- Lernende nur begrenzt auf gamifizierte Inhalte zugreifen können (Kapp, 2012).

Um dem entgegenzuwirken, sollten daher auf die Zielgruppe angepasste motivationale Elemente integriert, Wahlmöglichkeiten bereitgestellt und Belohnungen sinnvoll und sparsam vergeben werden. Zudem sollte auf die Auswahl adressatenorientierter Ziele geachtet, verschiedene soziale Arrangements angeboten und ein unbegrenzter Zugriff auf die Inhalte erlaubt werden.

Conclusio

- Gamifizierter Unterricht besteht aus mehreren Elementen, die zusammen eine effektive Lernerfahrung gestalten (Kapp, 2012).
- Diese Spielelemente bieten häufig Vorteile gegenüber traditionellen Lehrweisen und können zusätzlich dazu eingebunden werden (Kapp, 2012).
- Elemente des *Feedbacks* geben Aufschluss über den eigenen Leistungsstand, bieten Ansatz für intrinsische Motivation und können eine Zielsetzungsfunktion erfüllen.
- *Feedback* kann im gamifizierten Unterricht vorrangig durch Punkte, Spieler:innenlevel, Fortschrittsanzeigen, Bestenlisten und Abzeichen gegeben werden, wobei stets ein angemessener Umgang mit Aufgabenabschluss vorausgesetzt wird.
- Elemente des *Feedbacks* könnten im Mathematikunterricht beispielsweise an die Kompetenzstufen und Leitideen des Rahmenlehrplans sowie die Leistungserfassung gekoppelt werden.
- Differenzierungs- und Wahlmöglichkeiten können vorrangig durch den Einsatz von *User specific elements* erreicht werden.
- *User specific elements* umfassen Ziele, Level als Missionen oder als Schwierigkeitsgrad, soziale Lernarrangements wie Konflikte, Wettbewerbe oder Kooperationen und Charaktere.
- *User specific elements* können im Mathematikunterricht mit Lernzielen, der Aufgabenstruktur, den Anforderungsbereichen, Binnendifferenzierung sowie den Sozialformen in Einklang gebracht werden.
- Die *Neutral elements* bieten einen Rahmen für die Gamification, geben Übersicht und Struktur. Darunter werden Regeln, Zeitanzeigen, Ästhetik und die Rahmengeschichte verstanden.
- *Neutral elements* finden sich im Mathematikunterricht als Unterrichtsregeln, Unterrichtszeit, Ästhetik, Modellierungsaufgaben und Anwendungskontext wieder.
- In der Kombination stellt sich heraus, dass Elemente, die den individuellen Fortschritt anzeigen, am stärksten bevorzugt werden. Die von Schüler:innen präferierten Elemente sind Level, Punkte, Fortschrittsanzeigen und Ziele.
- Gamification muss immer an den Kontext und die Zielgruppe angepasst werden.

5 Diskussion

Im gamifizierten Unterricht ist es motivierender, interessanter und einfacher zu lernen als in anderen Kursen (Barata et al., 2013; Danino et al., 2013). Gamification kann vielfältig auf eine beachtliche Anzahl von verschiedenen Aktivitäten und Inhalten angewandt werden (Kapp, 2012), um so höhere kognitive Zuwächse als bei traditionellen Lehrmethoden zu erhalten (Bowers et al., 2006). Gleichzeitig wird metakognitives Denken stärker gefördert als reines Faktenwissen (Kapp, 2012). Dies ist besonders im Mathematikunterricht relevant, damit vorrangig das Verständnis sowie die Anwendung heuristischer Strategien im Vordergrund steht (vgl. Winter, 1975).

Obwohl Gamification und Spiele bereits im Wirtschafts- und privaten Kontext vielfach eingesetzt werden, werden sie im pädagogischen Sinne oftmals noch kritisiert (vgl. Watson, 2014). Demnach sei die Verknüpfung von Lernen und Spielspaß ein erleichterter Einstieg in Computerspiele, behauptete Christian Groß, Sprecher des Fachverbandes Medienabhängigkeit im Tagesspiegel (Deutsche Presse-Agentur & Tagesspiegel, 2021). Auch einige Eltern zweifelten wohl noch an in Lern-Apps eingesetzten Belohnungen fürs Lernen (Deutsche Presse-Agentur & Tagesspiegel, 2021). Heinz-Peter Meidinger, Präsident des Deutschen Lehrerverbandes, wendete ein, dass zwar grundsätzlich alles positiv sei, was Lernende dazu bewege, sich auch außerhalb des Unterrichts mit Schulthemen zu beschäftigen, jedoch gäben Spiele keine intrinsische Motivation, die die Schüler:innen dazu bringe, von sich aus zu lernen (Deutsche Presse-Agentur & Tagesspiegel, 2021). Armstrong et al. (2015) betonen, dass Schüler:innen im gamifizierten Unterricht nicht *aufgrund* der positiven Einstellung lernen, sondern eine positive Einstellung die Lernenden ermutigen soll, gut strukturiertes, hoch qualitatives Unterrichtsmaterial *vermehrt zu nutzen*. Entsprechend von Helmkes Angebot-Nutzungs-Modell (2007) kann so ein höherer Lerneffekt erreicht werden. Dies setzt allerdings voraus, dass die Gamification an die Bedürfnisse und Interessen der Lernenden angepasst ist (Schöbel & Söllner, 2019). Unter diesen Umständen kann sie ein Hilfsmittel für Lernen und Kollaboration darstellen, um Lernenden nicht nur extrinsische Belohnungen, sondern auch intrinsischen Wert über sinnhafte Kontexte zu bieten (Agre et al., 2015). Der Fokus liegt dabei auf dem spielbasierten Denken, um sinnvolle Lernerfahrungen zu schaffen (Kapp, 2012).

Vielfach wird ebenfalls daran Kritik geübt, dass Gamification nicht für alle Personen, Geschlechter oder Altersgruppen geeignet sei (Kapp, 2012). Wie auch Methoden im Unterricht an die Zielgruppe angepasst werden, sollte Gamification ebenfalls durchdacht eingesetzt werden (vgl. Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft und Kultur, 2006). Unter Berücksichtigung der Interessen von Lernenden zeigt sie allerdings geschlechter- und altersübergreifend positive Effekte auf Motivation und Lernleistung (Kapp, 2012).

Obwohl vielfach die Meinung vertreten wird, dass gut eingesetzte Gamification das Potential hat, Lernen zu verbessern, gibt es bisher kaum Studien, die sich mit dem Einsatz von Gamification in der Sekundarstufe beschäftigen (Agre et al., 2015). Ein Thema wie Gamification ist nicht statisch, sondern befindet sich stetig im Wandel. Es entwickelt sich genauso weiter wie die Technologien, die dafür eingesetzt werden können, aber nicht müssen.

In Zukunft wäre daher eine Beschäftigung mit folgenden Fragen interessant:

- Fühlen sich leistungsschwächere Schüler:innen durch Gamification motivierter? Erbringen sie im gamifizierten Unterricht langfristig bessere Leistungen?
- Welchen Einfluss hat Gamification auf Motivationsstrukturen von Lernenden?
- Können mithilfe von gamifizierten Unterricht geschlechterspezifische und kulturelle Unterschiede nivelliert werden?

Für den mathematikdidaktischen Kontext stellen sich darüber hinaus konkrete Fragen, zum Beispiel...

- ob mithilfe von Gamification motivationale Hürden und Frust gegenüber dem Fach Mathematik abgebaut werden können.
- ob bestimmte Elemente von Gamification im Mathematikunterricht stärkere Effekte erzielen als andere.
- ob Schwierigkeiten von Schüler:innen mit Dyskalkulie im gamifizierten Unterricht effektiver gelöst werden können.
- ob mithilfe von Gamification mathematische Inhalte und heuristische Strategien eher verstanden als auswendig gelernt werden.
- ob Problemlösekompetenzen im gamifizierten Mathematikunterricht stärker gefördert werden als im traditionellen.
- ob Lernende, die im gamifizierten Kontext gelernt haben, eher geeignete Darstellungen für mathematische Probleme finden können als andere.

All diese Forschungsansätze könnten in Zukunft mit qualitativen und quantitativen Studien untersucht werden. Nach der Auseinandersetzung mit den Elementen von Gamification in dieser Arbeit lässt sich allerdings zumindest Folgendes festhalten:

„There is no doubt, that ‘gamification‘ is an important and powerful weapon in the arsenal for learning [...] and behavior change of any kind.“ (Kruse, 2012, S. XIX)

6 Literaturverzeichnis

- Agre, G., Angelova, G., Dichev, C., & Dicheva, D. (2015). Gamification in Education: A Systematic Mapping Study. *Educational Technology & Society*, 18(3), 75-88.
- Almeida, F., & Simoes, J. (2019). The Role of Serious Games, Gamification and Industrie 4.0 Tools in the Education 4.0 Paradigm. *Contemporary educational technology*, 10(2), 120-136.
- Anderson, A., Huttenlocher, D., Kleinberg, J., & Leskovec, J. (2014). Engaging with massive online courses. In C. W. Chung, A. Broder, K. Shim, & T. Suel (Eds.), *Proceedings of 23rd International Conference on World Wide Web (WWW'14)* (pp. 687–698). ACM.
- Andert, J., Rost, D. H., & Theunißen, R. (1974). Rechenleistungen unter Zeitdruck. *Psychologie in Erziehung und Unterricht* 21, 293-302.
- Antin, J., & Churchill, E. F. (2011). *Badges in social media: A social psychological perspective*. Paper presented at the CHI 2011, Vancouver.
- Arai, S., Sakamoto, K., & Washizaki, H. (2014). *A Gamified Tool for Motivating Developers to Remove Warnings of Bug Pattern Tools*. Paper presented at the IWESSEP 2014, Osaka.
- Argenton, L., Mantovani, F., Muzio, M., & Shek, E. J. (2015, July). *Multiplayer Serious Games and User Experience: A Comparison Between Paper-Based and Digital gaming Experience*. Paper presented at Games and Learning Alliance, Third International conference, GALA 2014, Bucharest, Romania.
- Armstrong, M. B., Bauer, K. N., Callan, R. C., & Landers, R. N. (2015). Psychological Theory and the Gamification of Learning. In T. Reiners & L. C. Wood (Eds.), *Gamification in Education and Business* (pp. 165-186). Springer.
- Bailenson, J. N., & Fox, J. (2009). Virtual self-modeling: The effects of vicarious reinforcement and identification on exercise behaviors. *Media Psychology* 12, 1-25.
- Bailenson, J. N., & Yea, N. (2006, August). *Walk a mile in vital shoes: The impact of embodied perspective-taking on the reduction of negative stereotyping in immersive virtual environments*. Presented at Proceedings of PRESENCE 2006: The 9th Annual International Workshop on Presence, Cleveland, Ohio.
- Bang, M., Gustafsson, A., & Katzeff, C. (2009). Evaluation of a pervasive game for domestic energy engagement among teenagers. *Computers in Entertainment (CIE)*, 7(4), 54.
- Barata, G., Gama, S., Jorge, J., & Goncalves, D. (2013). Improving participation and learning with gamification. In L. Nacke, K. Harrigan, & N. Randall (Eds.), *Proceedings of International Conference on Gameful Design, Research, and Applications* (pp. 10–17). ACM.

- Barro-Bergflödt, K. (2013). *Didaktische Prinzipien im Mathematikunterricht. Mathematik und Ausbildung*. https://www.ethz.ch/content/dam/ethz/special-interest/math/math-ausbildung-dam/documents/fachdidaktik-berufspraktische-uebungen/MU_didaktische_Prinzipien.pdf
- Baylor, A.L., & Kim, Y. (2005). Simulating instructional roles through pedagogical agents. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, 15(1), 95-115.
- Bertholet, G., Lang, T., & Muletier, C. (2014). *La Gamification ou l'art d'utiliser les mécaniques du jeu dans votre business*. Groupe Eyrolles.
- Bildungsserver Berlin-Brandenburg. (2015). *Rahmenlehrplan Mathematik Jahrgangsstufe 7 - 10 Teil C*. https://bildungsserver.berlin-brandenburg.de/fileadmin/bbb/unterricht/rahmenlehrplaene/Rahmenlehrplanprojekt/amtliche_Fassung/Teil_C_Mathematik_2015_11_10_WEB.pdf
- Blair, L. (2012). Congratulations! Selecting the right in-game achievements. In K. M. Kapp (Ed.), *The Gamification of Learning and Instruction* (pp. 219-237). Pfeiffer.
- Blankenburg, J. S., Höffler, T. N., & Parchmann, I. (2015). Naturwissenschaftliche Wettbewerbe – Was kann junge Schülerinnen und Schüler zur Teilnahme motivieren? *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 21, 141-153.
- Bowers, C. A., Cannon-Bowers, J., Muse, K., Vogel, D. S., Vogel, J. J., & Wright, M. (2006). Computer gaming and interactive simulations for learning: A meta-analyses. *Journal of Educational Computing Research*, 34(3), 229-243.
- Bräuer, P., & Mazarakis, A. (2017). Welche Gamification motiviert? *Workshop Gemeinschaften in Neuen Medien (GeNeMe) 2017*, 259-268.
- Bräuer, P., & Mazarakis, A. (2019). Erhöhung der Motivation für Open Access durch Gamification. *Mensch und Computer 2019 – Workshopband*, 43-48.
- Breidenstein, G., & Rademacher, S. (2013). Vom Nutzen der Zeit. Beobachtungen und Analysen zum individualisierten Unterricht. *Zeitschrift für Pädagogik* 59, 336-356.
- Bruder, R., & Collet, C. (2011). *Problemlösen lernen im Mathematikunterricht*. Cornelsen.
- Bruder, R., & Roth, J. (2017). Welche Methode passt? *mathematik lehren* 205, 39, 2-9.
- Brühlmann, F., Mekler, E. D., Opwis, K., & Tuch, A. N. (2013). *Disassembling gamification: the effects of points and meaning on user motivation and performance*. Paper presented at the CHI 2013, Paris.
- Bruner, J. S. (1974). *Entwurf einer Unterrichtstheorie*. Pädagogischer Verlag Schwann.
- Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft und Kultur (2007). *Medienvielfalt im Mathematikunterricht*. <https://www.mathe-online.at/projekte/medienvielfalt.html>

- Burguillo, J. C. (2010). Using game theory and Competition-based Learning to stimulate student motivation and performance. *Computers & Education*, 55(2), 566-575.
- Burton, J., Kim, S., Lockee, B., & Song, K. (2018). *Gamification in Learning and Education. Enjoy Learning Like Gaming*. Springer.
- Caims, P., & Denisova, A. (2015, April). *First Person vs. Third Person Perspective in Digital Games: Do Player Perspectives Affect Immersion?* Paper presented at the 33rd Annual ACM Conference on Human Factors in Computing Systems (pp. 145-148).
- Collar, M. J., & Shaffer, D.M. (2009). Evaluating the effectiveness of a personal response system in the classroom. *Teaching of Psychology*, 36, 273-277.
- Cunningham, C., & Zichermann, G. (2011). *Gamification by Design: Implementing Game Mechanics in Web and Mobile Apps*. O'Reilly Media.
- Danelli, F. (2015). Implementing Game Design in Gamification. In T. Reiners & L. C. Wood (Eds.), *Gamification in Education and Business* (pp. 67-80). Springer.
- Danino, N., May, L., & Mitchell, N. (2013). Motivation and manipulation: A gamification approach to influencing undergraduate attitudes in computing. In P. Escudeiro & C. de Carvalho (Eds.), *Proceedings of European Conference on Game-Based Learning* (pp. 394-400). ACPI.
- Deci, E. L., & Ryan, R. M. (1993). Die Selbstbestimmungstheorie der Motivation und ihre Bedeutung für die Pädagogik. *Zeitschrift für Pädagogik*, 39(2), 233-238.
- Denny, P. (2013). The effect of virtual achievements on student engagement. In W. E. Mackay, P. Baudisch, & M. Beaudouin-Lafon (Eds.), *Proceedings of Conference on Human Factors in Computing Systems (CHI 2013)* (pp. 763-772).
- Deutsche Presse-Agentur, & Tagesspiegel (07.06.2021). *Streit um Lern-Apps, die Kinder mit Online-Spielen belohnen*. <https://bit.ly/3k70xB2>
- Dörner, R., Effelsberg, W., Göbel, S., & Wiemeyer, J. (Hrsg.). (2016). *Serious Games*. Springer.
- Eckhart, L., & Finster, R. (2019). Kollaboration oder Wettbewerb: ein Vergleich der Motivation beim Game-based Learning. *HMD*, 56, 83-93.
- Engelkamp, J. (2017). *Lern- und Gedächtnispsychologie*. Springer
- Epema, D., & Iosup, A. (2014). An experience report on using gamification in technical higher education. In J. Dougherty & K. Nagel (Eds.), *Special Interest Group on Computer Science Education 2014* (pp. 27-32). ACM.
- Fletcher, J.D., Tobias, S., & Wind, A.P. (2014). Game-Based Learning. In J. Spector, M. Merrill, J. Elen, & M. Bishop (Eds.), *Handbook of Research on Educational Communications and Technology*. Springer.

- forsa Politik- und Sozialforschung GmbH (2020). *Homeschooling in Corona-Zeiten. Erfahrungen von Eltern und Schülern mit forsa.ominet*. Berlin.
- Fortmüller, R., & Greimel-Fuhrmann, B. (2021). Unterrichtsplanung im Kontext lernpsychologischer Überlegungen. In J. Klusmeyer & M. Söll (Hrsg.), *Unterrichtsplanung in der Wirtschaftsdidaktik* (S. 61-82), Springer.
- Foster, J. A., Frost, G. S., Irish, R., & Sheridan, P. K. (2012). *Gamification as a strategy for promoting deeper investigation in a reverse engineering activity*. Paper presented at the American Society for Engineering Education, San Antonio.
- Fox, J., & Hanus, M. D. (2015). Assessing the effects of gamification in the classroom: A longitudinal study on intrinsic motivation, social comparison, satisfaction, effort and academic performance. *Computers & Education, 80*, 152–161.
- Gerrig, R. J., & Zimbardo, P. G. (2003). *Psychologie* (7. Aufl.). Springer.
- Greefrath, G., Oldenburg, R., Siller, H., Ulm, V., & Weigand, H. (2016). *Didaktik der Analysis. Mathematik Primarstufe und Sekundarstufe I + II*. Springer.
- Goehle, G. (2013). Gamification and web-based homework. *Primus, 23*(3), 234-246.
- Gurjanow, I., & Ludwig, M. (2017). Einfluss von Gamification auf die intrinsische Motivation am Beispiel der MathCityMap-App. In U. Kortenkamp & A. Kuzle (Hrsg.), *Beiträge zum Mathematikunterricht 2017* (S. 357-360). WTM-Verlag.
- Hammer, J., & Lee, J. (2011). Gamification in education: What, how, why bother? *Academic Exchange Quarterly, 15*(2), 146.
- Helmke, A. (2007). *Unterrichtsqualität. Erfassen, Bewerten, Verbessern*. Klett.
- Hunter, D., & Werbach, K. (2015). *The Gamification Toolkit - Dynamics, Mechanics, and Components for the Win*. Wharton Digital Press.
- Kapp., K. M. (2012). *The Gamification of Learning and Instruction*. Pfeiffer.
- Kim, A. J. (2011, February). *Gamification 101: Designing The Player Journey*. Presented at Google TechTalks. <http://youtu.be/BOH3ASbnZmc>
- Kopp, B., & Mandl, H. (2014). Lerntheoretische Grundlagen von Rückmeldungen. In H. Ditton & A. Müller (Hrsg.), *Feedback und Rückmeldungen: Theoretische Grundlagen, empirische Befunde, praktische Anwendungsfelder* (S. 29-42). Waxmann.
- Kruse, K. (2012). Foreword. In K. M. Kapp, *The Gamification of Learning and Instruction* (p. XVI-XIX). Pfeiffer.
- Kultusministerkonferenz (2012). *Bildungsstandards im Fach Mathematik für die Allgemeine Hochschulreife. Beschluss der Kultusministerkonferenz vom 18.10.2012*. https://www.kmk.org/fileadmin/Dateien/veroeffentlichungen_beschluesse/2012/2012_10_18-Bildungsstandards-Mathe-Abi.pdf

- Lepper, M.R. (1988). Motivational considerations in the study of instruction. *Cognition and Instruction*, 5, 289-309.
- Lepper, M. R., & Malone, T. W. (1988). Making learning fun: A taxonomy of intrinsic motivations for learning. In: M. J. Farr & R. E. Snow (Eds.), *Aptitude, learning, and instruction: Vol. III. Cognitive and affective process analyses* (pp. 229-253). Lawrence Erlbaum Associates.
- Leyh, C., & Strahinger, S. (Hrsg.). (2017). *Gamification und Serious Games. Grundlagen, Vorgehen und Anwendungen*. Springer.
- Lietze, S. (2019). Teamteaching, Fehler- und Feedbackkultur. *journal für lehrerInnenbildung*, 19(1), 90-96.
- Maaß, K. (2011). *Mathematisches Modellieren in der Grundschule*. IPN.
- Mager, R. F. (1965). *Lernziele und Programmierter Unterricht*. Julius Beltz.
- Mazarakis, A. (2017). Gamification: Eine experimentelle Untersuchung der Spielelemente Abzeichen und Story. In M. Burghardt, R. Wimmer, C. Wolff, & C. Womser-Hacker (Hrsg.), *Mensch und Computer 2017 – Tagungsband* (S. 3-13), BoD – Books on Demand.
- Meyer, H. (2005). *Was ist guter Unterricht?* Cornelsen.
- Nicholson, S. (2015). A RECIPE for Meaningful Gamification. In T. Reiners & L. C. Wood (Eds.), *Gamification in Education and Business* (pp. 1-20). Springer.
- Niedenthal, S. (2009). *What We Talk About When We Talk About Game Aesthetics*. Presented at the Digital Games Research Association (DiGRA), London, UK.
- Ostashewsky, N., & Reid, D. (2015). A History and Frameworks of Digital Badges in Education. In T. Reiners & L. C. Wood (Eds.), *Gamification in Education and Business* (pp. 187-200). Springer.
- Paas, F. G. W. C., Sweller, J. & van Merriënboer, J. J. G (1998). Cognitive architecture and instructional design. *Educational Psychology Review*, 10, 251-296.
- Rowling, J. K. (1997). *Harry Potter and the Philosopher's Stone*. Bloomsbury.
- Sailer, M. (2016). *Die Wirkung von Gamification auf Motivation und Leistung. Empirische Studien im Kontext manueller Arbeitsprozesse*. Springer Fachmedien.
- Sakhiyeva, Z., & Zhamanov, A. (2015). *Implementing flipped classroom and gamification teaching methods into computer networks subject, by using cisco networking academy*. Presented at Twelve International Conference on Electronics Computer and Computation (ICECCO), Kasachstan.

- Schäffer, U. (2000). Zeit des Managements — Kern einer Theorie der Unternehmenssteuerung?. In J. Bloaech, U. Götze, & B. Mikus (Hrsg.), *Management und Zeit. Beiträge zur Unternehmensplanung*. Springer.
- Schöbel, S., & Söllner, M. (2016). *How to gamify information systems – Adapting gamification to individual user preferences*. Presented in European Conference on Information Systems (ECIS), Istanbul.
- Schöbel, S., & Söllner, M. (2019). Bedeutung von Präferenzen für Spielelemente - Analyse und Empfehlung für die Anpassung von Spielelemente durch Nutzerpräferenzen. In K. David & J. M. Leicester (Hrsg.), *Chancen und Herausforderungen des digitalen Lernens* (S. 119-142). Springer.
- Schwill, A. (1994). *Fundamentale Ideen in Mathematik und Informatik*. Universität Würzburg, Fachbereich Mathematik/Informatik. <http://ddi.cs.uni-potsdam.de/didaktik/Forschung/Wolfenbuettel94.pdf>
- Sitte, C. (2001). *Das Exemplarische Prinzip*. Fachdidaktik Geographie u. Wirtschaftskunde, Institut für Geographie der Universität Wien. https://www.univie.ac.at/geographie/fachdidaktik/FD/artikel/DAS_EXEMPLARISCHE_PRINZIP.pdf
- Spannagel, C., Steinbach, N., & Stöcklin, N. (2014, September). Computergestützte Gamification von Unterrichtseinheiten: Erste Erfahrungen mit QuesTanja. In C. Rensing, & S. Trahasch (Hrsg.), *Proceedings der Pre-Conference Workshops der 12. e-Learning Fachtagung Information DeLFI 2014* (S. 270-277). Gesellschaft für Informatik.
- Stieglitz, S. (2015). Gamification – Vorgehen und Anwendung. *HMD*, 52, 816-825.
- Swacha, J. (2018). Representation of Events and Rules in Gamification Systems. *Procedia Computer Science*, 126, 2040-2049.
- Tang, T. Y., & Winoto, P. (2015). From Market Place to Collusion Detection: Case Studies of Gamification in Education. In T. Reiners & L. C. Wood (Hrsg.), *Gamification in Education and Business* (S. 277-290), Springer.
- Wagenschein, M. (1966). Zum Problem des Genetischen Lehrens. *Zeitschrift für Pädagogik*, 12(4), 305-330.
- Watson, R. (2014). *50 Schlüsselideen der Zukunft*. Springer.
- Weigand, H.-G. (2003). *Didaktische Prinzipien*. Universität Würzburg, Didaktik der Mathematik. Uni Würzburg. https://www.mathematik.uni-wuerzburg.de/fileadmin/10040500/dokumente/Texte_zu_Grundfragen/weigand_didaktische_prinzipien.pdf
- Wellenreuther, M. (2014). *Forschungsbasierte Schulpädagogik. Anleitung zur Nutzung empirischer Forschung für die Schulpraxis*. Schneider.

- Wieschowski, S. (2017). Gamificationansätze in der beruflichen Weiterbildung: Was Hochschulen von Super Mario lernen können. In T. Hagemann (Hrsg.), *Gestaltung des Sozial- und Gesundheitswesens im Zeitalter von Digitalisierung und technischer Assistenz*. Nomos.
- Winter, H. (1975). Allgemeine Lernziele für den Mathematikunterricht. *Zentralblatt für Didaktik der Mathematik*, 3, 106-116.
- Winter, H. (1995). Mathematikunterricht und Allgemeinbildung. *Mitteilungen der Gesellschaft für Didaktik der Mathematik*, 61, 35-41.
- Wittmann, E. C. (1981). *Grundfragen des Mathematikunterrichts*. Springer Vieweg.
- Wittmann, E. C. (1985). Objekte - Operationen - Wirkungen: Das operative Prinzip in der Mathematikdidaktik. *mathematik lehren*, 11, 7-11.

7 Anhang

7.1 Definition des Begriffes „Motivation“

Motivation (lat. *emphmovere*, bewegen):

„allgemeine Bezeichnung für alle Prozesse, die körperliche und psychologische Vorgänge auslösen, steuern oder aufrechterhalten“ (Gerrig & Zimbardo, 2003, S. 319).

Häufig wird zwischen intrinsischer und extrinsischer Motivation unterschieden (Deci & Ryan, 1993). Wenn jemand eine Aktivität aus sich heraus durchführt, für die eigene Freude, Lerngelegenheit oder das Gefühl des Erreichens, ist von intrinsischer Motivation die Rede (Lepper, 1988). Intrinsisch motivierte Menschen sind oft aufmerksamer für komplexe Zusammenhänge, Neuigkeiten und Phänomene (Kapp, 2012). Sie brauchen dafür allerdings Zeit, Informationen zu sammeln und gut beendete Produkte wertzuschätzen sowie die Freiheit, Entscheidungen zu treffen (Kapp, 2012). Die Belohnung liegt eher im Ausführen der Aktivität selbst als in dem erhaltenen Ergebnis (Deci & Ryan, 1993). Wird das Verhalten jedoch eher aufgrund des Erhalts einer Belohnung oder des Vermeidens einer Bestrafung ausgeführt, so ist von extrinsischer Motivation die Rede (Lepper, 1988). Die Person führt dabei die Aktivität nicht wegen dieser selbst aus, sondern um etwa Lob, eine gute Note, ein Zertifikat oder Bewunderung von anderen zu erhalten (vgl. Deci & Ryan, 1993). Hervorzuheben ist außerdem, dass extrinsische und intrinsische Motivation keine gegensätzlichen Strukturen sind, sondern koexistieren (Deci & Ryan, 1993).

7.2 Weiterführende Informationen zu angesprochenen Theorien und Konzepten

Cognitive-Load-Theory nach Sweller, Merriënboer und Paas (1998)

Nach dieser Theorie ist Lernen nur möglich, sofern ausreichend Kapazität im Arbeitsgedächtnis für ein Operieren mit den Inhalten vorhanden ist und diese Kapazität auch genutzt werden kann (Wellenreuther, 2014). Um möglichst viel Kapazität freizuhalten, soll die extrinsische kognitive Belastung so gering wie möglich gehalten werden (Paas et al., 1998). Dies ist durch eine angemessene pädagogische Gestaltung der Inhalte möglich (Wellenreuther, 2014). Außerdem sollen Belastungen, zum Beispiel ein niedriges Niveau an Vorkenntnissen oder Persönlichkeitsfaktoren wie ängstliche Gedanken und Stress, vermieden werden, um mehr freie Kapazität für aktives Operieren zur Verfügung zu haben (Wellenreuther, 2014).

Angebots-Nutzungs-Modell nach Helmke (2007)

Im Angebots-Nutzungs-Modell nach Helmke (2007) werden Faktoren veranschaulicht, die die Lerneffektivität beeinflussen. Es wird davon ausgegangen, dass ein unterschiedliches, unterrichtliches Angebot an Unterrichtszeit und Qualität des Unterrichts besteht und dass dieses abhängig von Kontextfaktoren wie der Lehrperson, den kulturellen sowie schulischen Rahmenbedingungen und der familiären Situation von den Lernenden genutzt werden kann (Helmke, 2007).

Je nachdem, wie viel aktive Lernzeit im Unterricht und außerunterrichtlich stattfindet, erzielt die Nutzung unterschiedliche Lernerträge im Sinne von fachlichen sowie fachübergreifenden Kompetenzen und erzieherischen Wirkungen der Schule (Helmke, 2007).

7.3 Angesprochene Werkzeuge für einen gamifizierten Unterricht

MathCityMap

Die *MathCityMap* (als Website und App verfügbar) assistiert bei der Erstellung, dem Abrufen und dem Durchlaufen von Mathtrails, die als PDF heruntergeladen und gedruckt oder auch per App verfügbar gemacht werden (Gurjanow & Ludwig, 2017). In der App-Version kann zusätzlich eine GPS-gestützte Kartenansicht zur Orientierung sowie ein gestuftes Hinweis- und Feedbacksystem eingebunden werden (Gurjanow & Ludwig, 2017). Die *MathCityMap* bietet einen Anwendungskontext und eine echte Interaktion mit den mathematischen Inhalten und beinhaltet zahlreiche Elemente von Gamification wie Lösungsfeedback, Hinweise, Punkte, Ranglisten und Fortschrittsanzeigen (vgl. Gurjanow & Ludwig, 2017). Die dabei verwendeten Mathtrails beschreiben eine fußläufige Strecke, zum Beispiel durch die Innenstadt, wo die Schüler:innen auf spezifische Orte abgestimmte Aufgaben lösen (Gurjanow & Ludwig, 2017). Sie könnten etwa die Menge Wasser berechnen, die in den Stadtbrunnen passen (vgl. Gurjanow & Ludwig, 2017). Dabei können die Lernenden ihr in der Schule erworbenes Wissen auf reale Situationen anwenden (Gurjanow & Ludwig, 2017).

Weitere Informationen unter: <https://mathcitymap.eu/de/>

QuesTanja

QuesTanja ist eine Online-Plattform zur Gamification von Unterrichtseinheiten, die im Rahmen eines Forschungs- und Entwicklungsprojektes an den Pädagogischen Hochschulen Heidelberg und Bern 2013-2017 von Christian Spannagel, Nico Steinbach und Nando Stöcklin aufgebaut wurde (Spannagel et al., 2014). Im Zentrum der Plattform ist eine Questmatrix, die mit Aufgaben und theoretischen Erklärungen in Form von Text, Bildern, Videos, eingebetteten Webseiten und interaktiven Lernbausteinen von LearningApps.org erstellt werden kann (Spannagel et al., 2014). Neben den verschiedenen Leveln werden pro Aufgabe Erfahrungspunkte und ein bis drei Sterne vergeben (Spannagel et al., 2014). Fortschritte werden durch Visualisierungen in der Questmatrix, die Angabe eines Spieler:innenlevels, besser ausgerüstete Avatare und eine Rangliste dargestellt (Spannagel et al., 2014). Weiterhin können Zufallselemente, eine übergeordnete Rahmengeschichte und Non-Player-Characters hinzugefügt werden, welche Interesse und Aufmerksamkeit erhöhen (Spannagel et al., 2014). *QuesTanja* hat keinen eindeutigen Themenbezug und bietet nur einen Rahmen für die strukturelle Gamification, die Anpassung des Inhalts erfolgt manuell (Spannagel et al., 2014).

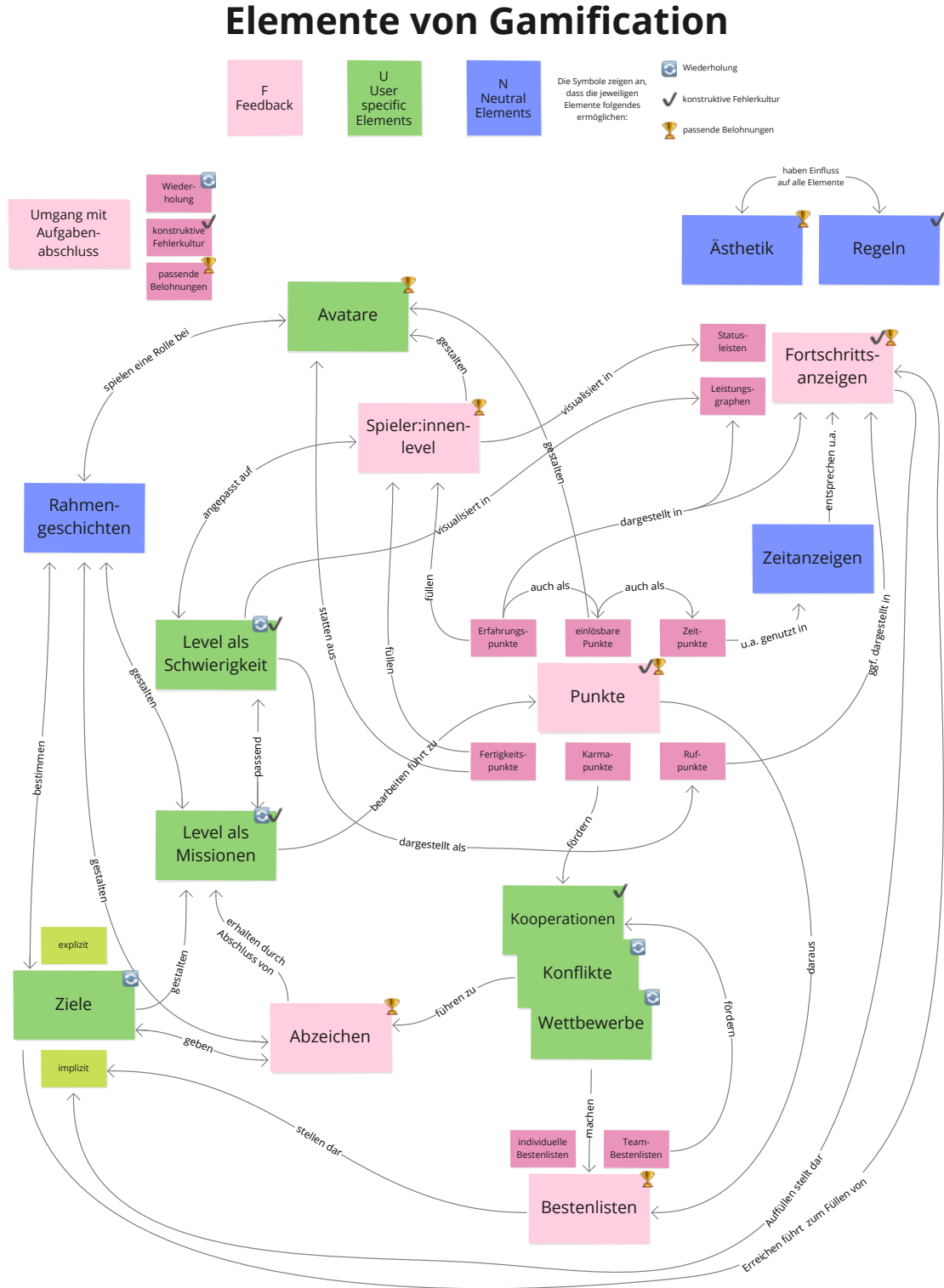
Weitere Informationen unter: <http://questanja.org>

The Binary Game

The Binary Game von Cisco übt das Umrechnen von Binärsystem in das Dezimalsystem und vice versa. Zeile für Zeile müssen Binärzahlen gefunden oder in das Dezimalsystem übertragen werden. Wenn dies erreicht wird, verschwinden die jeweiligen Zeilen. Mit der Zeit kommen mit zunehmender Geschwindigkeit immer mehr Zeilen hinzu. Ziel ist es, diese aufzulösen, bevor sie den oberen Bildschirmrand berühren (ähnlich wie bei dem Spiel Tetris).

Weitere Informationen gibt es unter: <https://learningcontent.cisco.com/games/binary/index.html>

7.4 Concept Map zu den Elementen von Gamification



7.5 Ein exemplarischer Entwurf einer gamifizierten Unterrichtsstunde

Im nachfolgenden Unterrichtsentwurf wird ein exemplarischer Einsatz einiger Elemente von Gamification im Mathematikunterricht aufgezeigt. Dies soll deutlich machen, dass Gamification nicht den Inhalt der Stunde, sondern als Methode ein Mittel zum Zweck darstellt. Sowohl auf eine stoffdidaktische Analyse als auch auf eine Einordnung in eine Sequenz werden hier verzichtet, da sie dem Ziel dieser Arbeit nicht dienlich sind. Stattdessen wird eine ausführliche Beschreibung einer fiktiven Klasse vorangestellt, um die Anpassung der Gamification an genau jene Zielgruppe hervorzuheben.

Das Thema der geplanten 90-minütigen Unterrichtsstunde ist „Fluch der Koordinaten – Graphen und Punkte im Koordinatensystem“. Sie ist so geplant, dass sie an eine Einheit über Terme, Äquivalenzumformungen und Einführung von Funktionsgraphen anschließt. Im Fokus steht dabei der Umgang mit einem Koordinatensystem sowie der Umgang mit Darstellungen von Funktionen.

7.5.1 Lernvoraussetzungen

Es handelt sich um eine achte Klasse eines Brandenburger Gymnasiums, welche die allgemeine Hochschulreife anstrebt. Seit der siebten Jahrgangsstufe sind sie konstant aus 15 sich als weiblich identifizierenden und 14 sich als männlich identifizierenden Schüler:innen zusammengesetzt.

Situationsspezifische Lernvoraussetzungen der Schüler:innen

Sachkompetenz

Die Schüler:innen der Klasse haben insgesamt einen sehr heterogenen Leistungsstand. Einige verstehen besonders schnell Zusammenhänge, die sie auch direkt auf komplexe Aufgaben anwenden können. Wenn sie anderen Aufgaben schreiben dürfen, gestalten sie diese oftmals schwieriger, als es für ihre Klassenstufe nach dem Rahmenlehrplan angesetzt ist. Anderen fällt bereits schwer, Gelerntes und Fachbegriffe anzuwenden. Auch arbeiten die Schüler:innen unterschiedlich schnell. Die Möglichkeiten, über Sachverhalte vertieft nachzudenken oder kreative Lösungen zu entwickeln, werden von allen Schüler:innen gut angenommen.

Inhaltsbezogene Kompetenz

Den Schüler:innen sind zum Zeitpunkt der Unterrichtsstunde bereits die Definitionen von Termen, Gleichungen, Funktionen, Definitions- und Wertebereich bekannt. Proportionale Zusammenhänge können sie erkennen und auswerten. Auch funktionale Zusammenhänge aus dem Physikunterricht wie Weg-Zeit-Diagramme können sie identifizieren, zugehörige graphische Darstellungen entwickeln und interpretieren. Die Zuordnungs- und Kovariationsvorstellung bezüglich Funktionen wurde bereits in vorhergehenden Unterrichtsstunden gefördert, was sich in der Darstellung im Koordinatensystem wiederfinden lässt (Greefrath et al., 2016).

Des Weiteren können sie mit geometrischen Objekten wie Geraden umgehen und den Dreisatz sicher anwenden. Das Umrechnen zwischen Einheiten fiel ihnen im letzten Schuljahr noch eher schwer.

Prozessbezogene Kompetenz

Die Schüler:innen trauen sich an Probleme heran, unterstützen sich gegebenenfalls gegenseitig und sind in der Lage, ihr Vorgehen zu kommunizieren. Die Kompetenz „Mathematisches Kommunizieren“ wird im Unterrichtsgespräch oder durch Gruppenarbeiten gleichermaßen stark gefördert, wobei nicht nur seitens der Lehrkraft, sondern auch seitens der Schüler:innen auf die Verwendung von Fachsprache geachtet wird (vgl. Bildungsserver Berlin-Brandenburg, 2015). Beim mathematischen Argumentieren bevorzugen es die Schüler:innen, gegebene Aussagen oder Lösungen einzuschätzen, anstatt eigene zu treffen (vgl. Bildungsserver Berlin-Brandenburg, 2015). Der Umgang mit symbolischen, formalen und technischen Elementen der Mathematik fällt nur wenigen Schüler:innen schwer (vgl. Bildungsserver Berlin-Brandenburg, 2015). Mathematische Darstellungen von Funktionen wie Graphen sind ihnen bereits bekannt, sie können diese auch verbal beschreiben, als Pfeildiagramme darstellen oder in einer enaktiven Handlung umsetzen (vgl. Bildungsserver Berlin-Brandenburg, 2015). Wertetabellen kennen sie bereits, sie ordnen diese aber noch nicht Funktionen zu. Auch die Darstellung von Funktionen mithilfe von Termen ist bisher noch nicht angesprochen worden.

Sozialkompetenz

Die Klasse arbeitet überwiegend sehr konzentriert mit, in Klassengesprächen wird meistens eine hohe Beteiligung aufgewiesen. Häufig melden sich die gleichen, eher leistungsstärken Schüler:innen, aber auch leistungsschwächere stellen Nachfragen an. Letzteres zeugt von einer positiven Lernatmosphäre und einer konstruktiven Fehlerkultur. Dies spiegelt sich auch darin wider, dass die Schüler:innen einander unterstützen, Aufgaben gemeinsam lösen oder besprechen. Nicht selten setzen sie sich selbstständig und ohne Aufforderung in selbstgewählten, relativ festen Arbeitsgruppen von ein bis vier Lernenden zusammen, die dann gemeinsam produktiv arbeiten. Selbst wenn die Gruppen im Vorhinein festgelegt werden, wehren sie sich nicht gegen die Gruppenzusammensetzung. Kooperative sowie kompetitive Möglichkeiten werden beide gerne genutzt. Gezielt gesetzte Einzelarbeit ist jedoch kaum möglich, da die Schüler:innen dazu neigen, sich mit ihren Nachbar:innen über die Inhalte auszutauschen.

Personalkompetenz und Methodenkompetenz

Den Schüler:innen ist es geläufig, aus mehreren Möglichkeiten auszuwählen. Dies betrifft sowohl die Wahl von Sozialformen in Arbeitsphasen als auch von Aufgaben und Aufgabenformaten. Viele haben da bereits eine Präferenz und arbeiten häufig allein oder mit einer oder mehreren Personen zusammen. Außerdem ist die Klasse es gewohnt, Hilfekarten zu verwenden oder sich selbst anhand von ausliegenden Lösungen zu kontrollieren.

Nicht nur das: Sie kontrollieren sich auch gegenseitig äußerst sorgfältig und zuverlässig. Dies wird etwa in der gegenseitigen Bewertung deutlich, die sie am Ende jeder Unterrichtsstunde nach festgesetzten Kriterien durchführen.

Jeder Person in der Klasse wurde ein:e Partner:in zugeteilt, die den Arbeitsstand der Person am Ende einschätzt und entsprechende Belohnungen vergibt. Nach Ferien oder verlängerten Wochenenden werden die Partner:innen gewechselt. Gamification als Methode ist den Lernenden bereits seit über einem Schuljahr bekannt, weshalb sie mit Elementen wie Punkten, Statusleisten, Abzeichen, Leveln, Avataren und Rahmengeschichten vertraut sind. Über digitale Werkzeuge werden Spieler:innenlevel, Abzeichen, Punkte und Gestaltung des Avatars individuell festgehalten. Die Ergebnisse aus einer Unterrichtsstunde werden jeweils in den letzten fünf Minuten durch ein:e Mitschüler:in eingetragen. Zudem finden in größeren, regelmäßigen Abständen eine umfangreichere Auswertung der bisherigen Ergebnisse statt.

Bisher sammeln die Schüler:innen nur Erfahrungspunkte und Einlösbare Punkte. Diese werden am Ende einer Unterrichtsstunde vergeben. Sie wissen während der Unterrichtsstunde noch nicht, für welche Aufgabe es Punkte gibt und wie viele. Dies hat bisher zu einer höheren Motivation bei den Schüler:innen über die gesamte Unterrichtseinheit hinweg geführt. In Absprache mit der Klasse wurde festgehalten, dass stark störende Schüler:innen keine Belohnungen am Ende der Stunde erhalten. Ihnen werden jedoch auch keine Punkte abgezogen.

Über das Schuljahr hinweg gibt es einige, wenige Abzeichen, die die Schüler:innen erhalten können. Diese werden über die Auseinandersetzung mit mathematischen Inhalten erworben, über die Bearbeitung von Zusatzaufgaben oder über soziales, höfliches, nachhaltiges Verhalten. Alle Abzeichen des Schuljahres werden den Schüler:innen bereits zu Beginn kommuniziert, für diese explizite Unterrichtsstunde spielen sie jedoch keine nennenswerte Rolle.

Dafür ist die Rahmengeschichte sehr beliebt, wobei sich die Klasse dafür aussprach, Formulierungen aus der zweiten Person („du“) zu bevorzugen, da sie sich somit eher in das Geschehen einbezogen fühlen. Zudem werden weitere Charaktere in die Rahmengeschichte eingebaut.

Weiterhin sind es die Schüler:innen es gewohnt, sich bei Aufgaben anhand von Rufpunkten zu orientieren und die Unterrichtsstunde mithilfe dieser einzuschätzen. Letzteres wird immer bei dem Eintragen der Punkte online miterledigt.

Situationsspezifische Lehrvoraussetzungen

Die Lehrperson ist der Klasse bereits seit letztem Schuljahr bekannt. Die Klasse nimmt ihre Hilfestellungen an, nimmt innovative Ideen der Lehrperson oftmals positiv auf und ist mit den gamifizierten Rahmenbedingungen vertraut. Die Räumlichkeiten lassen es zu, dass sich die Schüler:innen in selbstgewählten Gruppen zusammenfinden können.

7.5.2 Darstellung und Begründung didaktisch-methodischer Entscheidungen

Didaktische Schwerpunktsetzung

Der didaktische Schwerpunkt der Unterrichtsstunde besteht in dem Umgang mit Darstellungen von Funktionen und zugehörigen Darstellungswechseln. Dies spiegelt sich in der Aufgabenkonzeption wider.

Zu Beginn der Unterrichtsstunde wird zunächst mündlich ein Zusammenhang beschrieben, der anschließend in einer Filmszene nochmals veranschaulicht wird. Auf dem ersten Arbeitsblatt findet sich die passende Erläuterung zusätzlich in schriftlicher Form. Nun werden die Schüler:innen dazu aufgefordert, den Zusammenhang ikonisch in einem Koordinatensystem darzustellen. Die gewählten Koordinatenachsen beschreiben dabei die Entfernung zum Hafen (den Weg) und die Zeit, was bereits aus dem Physikunterricht bekannt sein sollte. Des Weiteren sollte eine ähnliche Darstellung, gegebenenfalls ohne konkrete Einteilung auf der Koordinatenachse, bereits in vorhergehenden Stunden besprochen worden sein. Dies hätte etwa durch enaktive Handlungen wie das Laufen von Graphen geschehen können. Der Wechsel von verbalen zu graphischen Darstellungen wird hier also vertieft. Bei dieser Aufgabe wird der Kovariationsaspekt von Funktionen besonders deutlich, da die Höhe des Mastes des sinkenden Schiffes von der verstrichenen Zeit linear abhängig ist.

In der nächsten Aufgabe „Karten“ wird der Umgang mit einem zweidimensionalen Koordinatensystem eingeübt. Dabei werden Punkte in den ersten Quadranten eines vorgegebenen, kartesischen Koordinatensystems eingetragen und in Partnerarbeit diese angesagt. In dem folgenden, gelenkten Unterrichtsgespräch wird die richtige Vorgehensweise und Schreibweise von Koordinaten festgehalten. Diese Aufgabe soll sicherstellen, dass die Schüler:innen bei den anschließenden Aufgaben konkrete Werte in Koordinatensysteme eintragen beziehungsweise diese daraus entnehmen können. Diese Werte sollen dann in verbale, symbolische oder tabellarische Darstellungsweisen umgewandelt werden.

„Der Traum einer Verfolgungsjagd“ übt den Darstellungswechsel von einer verbal-schriftlichen Darstellung aus in eine ikonische, wobei zugehörige Daten in ein Koordinatensystem eingetragen und abgelesen werden müssen. „Der Weg zur Insel“ befasst sich mit dem Darstellungswechsel von symbolischer, verbaler und tabellarischer Darstellung in eine ikonische, woraus wiederum Schlüsse gezogen werden sollen. Bei den „Schießübungen“ sollen nicht nur aus symbolischen und tabellarischen Darstellungen eine ikonische generiert werden, sondern auch aus dem Koordinatensystem weitere tabellarische Darstellungen erstellt werden. Die Aufgabe „Schwere Waffen“ gibt eine ikonische Darstellung sowie einen passenden Kontext dazu an, mithilfe derer die Schüler:innen eine Darstellung als verbale Beschreibung sowie als Wertetabelle finden sollen. Im „Finale[n]Kampf“ geht es dann erneut um den Darstellungswechsel von der ikonischen Darstellung in verbale und tabellarische Beschreibungen und vice versa.

Der didaktische Schwerpunkt des Darstellungswechsels zeigt sich somit in allen Bereichen der Unterrichtsstunde und basiert auf dem EIS-Prinzip.

Geplanter Lehr-Lernprozess

In der Unterrichtsstunde geht es darum, bekannte Grundvorstellungen von Funktionen mit Darstellungsmöglichkeiten zu verknüpfen. Diese verbalen, symbolischen, graphischen und tabellarischen Darstellungen sollen am Ende ineinander umgewandelt werden können. Weiterhin sollen die Schüler:innen in der Lage sein, Punkte und Graphen in ein zweidimensionales Koordinatensystem abzutragen und zur Lösungsermittlung zu verwenden. Diese Ziele finden sich in allen Aufgaben der Unterrichtsstunde wieder. Zusätzlich dazu wird das Umrechnen von Einheiten nebenbei vertieft, da die Klasse im letzten Schuljahr damit einige Probleme aufwies.

Die Unterrichtsstunde wird mit Musik begonnen, was von den Schüler:innen bisher immer als positiv aufgenommen wurde. Dies dient dazu, die Schüler:innen auf die Stimmung der Rahmengeschichte einzustimmen. Die Einbettung des Unterrichtsinhalts in eine Rahmengeschichte ist ihnen bereits bekannt, daher kann die geplante Unterrichtsstunde direkt an den bisherigen Handlungsverlauf anknüpfen. Zunächst wird eine anwendungsbezogene Situation mündlich erläutert und dann nochmals mithilfe einer Filmszene visualisiert. Dank der Rahmengeschichte und den darin vorkommenden Charakteren wird so zusätzlich zum Anwendungskontext eine persönliche Relevanz hergestellt, was die Motivation der Schüler:innen erhöhen soll.

Die Schüler:innen erhalten daraufhin das Arbeitsblatt „Der grandiose Abstieg“, was sie in einer selbst gewählten Sozialform bearbeiten. Die freie Wahl einer für sich passenden Sozialform ist den Schüler:innen bereits bekannt und wird von ihnen sehr geschätzt. Das Prinzip der Wahlfreiheit ist während der gesamten Unterrichtsstunde dahingehend sichtbar. Wie üblich stehen den Lernenden während der Erarbeitungsphase Hilfekarten bereit. Dadurch können auch die leistungsschwächeren Schüler:innen Lösungsansätze generieren, falls ihnen das vorher nicht möglich war. Bei der Aufgabe „Der grandiose Abstieg“ soll anhand der gegebenen Daten eine lineare, streng monoton fallende Funktion modelliert werden. Den Schüler:innen steht es an dieser Stelle frei, ob sie die Teilaufgaben anhand einer ikonischen Darstellung oder mithilfe anderer Repräsentationsformen lösen. Dies ermöglicht den Schüler:innen, sich entsprechend ihren eigenen Präferenzen und dem Stand ihres Vorwissens mit der Aufgabe zu beschäftigen. Nichtsdestotrotz suggeriert das auf dem Arbeitsblatt abgebildete Koordinatensystem den Lernenden möglicherweise, dass eine graphische Lösung wünschenswert wäre. Tatsächlich kann dieses auch lediglich zur Orientierung und zur Einordnung der gegebenen Informationen in den Sachverhalt genutzt werden. Im Aufgabenteil a) geht es dann darum, die Differenz des Funktionswerts zu der Zeit von 70s und der Steghöhe von 1,5m zu ermitteln. Dies kann graphisch oder unter Anwendung des Dreisatzes aus den gegebenen Werten herausgefunden werden. Zur Lösung des Aufgabenteils b) kann der Schnittpunkt des Graphen mit der zur x-Achse parallelen Funktion $f(x)=1,5$ bestimmt werden. Der x-Wert des Schnittpunkts entspricht der Zeit, die nötig wäre, um passgenau am Steg anzukommen. In der Aufgabe wird vor allem die Kovariationsvorstellung von Funktionen angesprochen, da das Schiff in Abhängigkeit von der verstrichenen Zeit sinkt. Für sehr schnell arbeitende Schüler:innen steht eine Kreativ-Aufgabe bereit, die Anpassungen erfragt, um das in b) errechnete Szenario zu begünstigen.

Dies sorgt unter anderem dafür, dass in der Aufgabe bereitgestellte Informationen hinterfragt werden. Zum Beispiel könnte geprüft werden, wie das Schiff ohne Umwege auf den Steg zusteuert oder woher wir bereits zu Beginn der Aufgabe wissen, dass das Schiff noch 70 Sekunden von dem Ufer entfernt ist, ohne Faktoren wie die Wasserbewegung, Wind und Richtung des Schiffes zu kennen. Damit kann das kritische Hinterfragen von Sachverhalten und ein problemorientiertes Denken gefördert werden. Da das Arbeitsblatt spezifisch gestaltet ist und eine Rahmengeschichte sowie Charaktere verwendet werden, werden bereits Elemente von Gamification im Unterricht sichtbar.

Die Sicherungsphase wird anhand von vier vorgegebenen Graphen strukturiert, die an der Tafel präsentiert werden. Da es den Schüler:innen leichter fällt, anhand von vorgegebenen Beispielen mathematisch zu argumentieren, passt dieses Vorgehen gut zur Lerngruppe. Die Lernenden können so wesentliche Merkmale des Graphen begründen und mit ihrer eigenen Lösung vergleichen. Dabei werden stets auch Lösungen anderer Darstellungsformen akzeptiert.

Danach wird die Rahmengeschichte weitererzählt, um einen roten Faden durch die Unterrichtsstunde zu ziehen. Das Ziel, sich auf einen finalen Kampf am Ende der Unterrichtsstunde vorzubereiten, wird den Lernenden klar kommuniziert. Nun wird den Schüler:innen freigestellt, ob sie die folgende Aufgabe in einer kooperativen oder kompetitiven Variante bearbeiten wollen. Die Begriffe, „kooperativ“ und „kompetitiv“, sind ihnen aus vorherigen Stunden bereits bekannt. Die Lernenden bearbeiten dann in Partnerarbeit den entsprechenden Arbeitsauftrag, indem sie entweder das Arbeitsblatt „Karten – Schätze“ oder „Karten – Schiffe“ wählen. In beiden Versionen ist es das Ziel, sich mit Punkten im Koordinatensystem näher vertraut zu machen. Da im Vorfeld noch nicht besprochen wurde, wie das Ansagen und Eintragen von zweidimensionalen Koordinaten mathematisch korrekt erfolgt, können verschiedene Ergebnisse auftreten. Die Schüler:innen könnten Koordinaten bereits in einem anderen Fach oder in ehemaligen Mathematikstunden behandelt haben, wodurch sie die Koordinaten korrekt ansagen und eintragen, oder aber sie nehmen eine andere Reihenfolge an. Es kann ebenfalls auftreten, dass sich beide Partner:innen eine gemeinsame Konvention überlegen und etwa eine Koordinatenachse umbenennen. Im Wechselspiel mit der anderen Person kann es somit vorkommen, dass die Schüler:innen zum Abschluss der Aufgabe nicht die gleichen Bilder haben, da sie unterschiedliche, individuelle Vorstellungen von den Koordinaten hatten. In dem anschließenden Unterrichtsgespräch kann daraus die Relevanz abgeleitet werden, eine feste mathematische Konvention zu etablieren. Dies gibt den Inhalten einen Sinn (vgl. Schwill, 1994). Außerdem wird die Schreibweise von Koordinaten eingeführt, was sich in Bezug zur Rahmengeschichte damit begründen lässt, dass entweder Anweisungen für die Crew oder die spätere Strategieplanung langfristig schriftlich festgehalten werden soll.

Grundsätzlich sind die Aufgaben „Karten“, ob nun kooperativ oder kompetitiv gestaltet, relativ ähnlich und beide etwas anders in die Rahmengeschichte eingebettet. In der kooperativen Variante geht es darum, der anderen Person die eigenen Koordinaten zu beschreiben, wohingegen bei der kompetitiven Variante Koordinaten des anderen erraten werden sollen.

Der Fokus liegt hier auf dem Wechsel der Darstellungen von verbal zu ikonisch, wobei nebenbei die Kompetenzen „Mathematisch Kommunizieren“ und „Mit symbolischen, formalen und technischen Elementen der Mathematik umgehen“ trainiert wird (vgl. Bildungsserver Berlin-Brandenburg, 2015) . Es wird besonders die Zuordnungsvorstellung gefördert (Greefrath et al., 2016).

In der anschließenden Arbeitsphase geht es um die Vorbereitungen für den finalen Kampf. Den Schüler:innen ist bewusst, dass diese notwendig sind, um am Ende ein zufriedenstellendes Ergebnis zu erlangen. Das Arbeitsblatt enthält mehrere Aufgaben, die auch Level als Missionen darstellen. Den Schüler:innen ist freigestellt, in welcher Reihenfolge sie die Aufgaben bearbeiten. Dabei bieten ihnen die Kompass, verwendet als Rufpunkte, eine Orientierung zum Aufwand und zur Schwierigkeit der Aufgabe. Dieses Vorgehen ist den Lernenden bereits bekannt. Falls die Möglichkeit besteht, diese Aufgaben digital bereitzustellen, dann könnte ebenfalls eine Bewertungsoption für die Schüler:innen eingebaut werden. Anhand derer können sie nach der Bearbeitung beurteilen, ob sie die Komplexität oder den Aufwand der Aufgabe ähnlich wie die Lehrkraft oder anders einschätzen. Damit stellen sie ihren Mitschüler:innen und der Lehrkraft wertvolle Informationen bereit. Gleichzeitig stellen die Kompass somit auch eine Anzeige für Level als Schwierigkeit dar. Ziel der Arbeitsphase soll es sein, sich ausreichend auf den Finalen Kampf vorzubereiten. In Zuge dessen gibt es einen Statusbalken, der bis zum Ende dieser Phase ausgefüllt werden soll. Für jeden Kompass, der einer Aufgabe zugeordnet ist, dürfen sie ein Feld ausmalen, sobald sie diese kontrolliert haben. Damit sind die Anforderungen an die Lernenden deutlich visualisiert. Für eine angemessene Differenzierung stehen währenddessen Hilfekarten sowie Musterlösungen zur Selbstkontrolle bereit. Ein Vergleich der Lösungen der einzelnen Aufgaben im Anschluss ist nicht vorgesehen, stattdessen sollen im nachfolgenden Unterrichtsgespräch Fragen und Unsicherheiten nach Möglichkeit geklärt werden.

Jegliche Aufgaben zur Vorbereitung auf den Kampf sind in die Rahmengeschichte integriert und bieten Ansätze für kreative Lösungsideen, was von der Klasse als positiv aufgenommen wird. In den Aufgaben werden Graphen gezeichnet, Schnittpunkte zweier Funktionen ermittelt, Koordinaten eingetragen und abgelesen, Wertetabellen erstellt und interpretiert, verbale Beschreibungen angefertigt sowie wesentliche Merkmale einer linearen Funktion wiederholt. Der Fokus liegt hierbei auf der Verwendung des Koordinatensystems, um den neu eingeführten Unterrichtsgegenstand stets aufzugreifen. Gleichzeitig werden Charaktere aufgegriffen, die Kreativ- und Querdenker-Aufgaben benennen. Diese Aufgabenformate sind freiwillig und den Schüler:innen bereits bekannt. Da sie ihr vorgegebenes Aufgabenpensum erreichen sollen, liegt es an ihnen, ob sie die Zeit für die Bearbeitung dieser Aufgaben haben oder nicht. Damit wird gleichzeitig selbstregulierendes Arbeit und individuelles Zeitmanagement gefördert. Passend dazu läuft eine Sanduhr als Zeitanzeige vorne ab. Die Sanduhr hat den Vorteil, dass sie keine numerische Repräsentation der übrigen Zeit vermittelt und somit nur abgeschätzt werden kann, wie viel Zeit bereits vergangen ist beziehungsweise wie viel Zeit noch zur Verfügung steht. Damit gibt sie eine grobe Orientierung, sollte allerdings bei den Lernenden weniger Zeitdruck hervorrufen als andere Darstellungsweisen.

Nun beginnt der Finale Kampf, der seit Beginn der Unterrichtsstunde angekündigt wurde. Die Klasse wird in zwei Teams geteilt, die „Angriffe“ auf das gegnerische Schiff formulieren sollen. Dabei muss sich aus der ikonischen Darstellung an der Tafel ein sinnvoller Angriff überlegt werden und dieser symbolisch, tabellarisch oder verbal festgehalten werden. Die zugehörigen Darstellungswechsel wurden bereits in den Vorbereitungen auf den Kampf geübt und können nun angewandt werden. Die Wettkampfsituation findet daher nur zur Sicherung des Gelernten und nicht in der eigentlichen Lernphase an sich statt. Des Weiteren hat die Klasse bereits einen sehr guten Klassenzusammenhalt, weshalb keine negativen Auswirkungen auf das Klassenklima durch die Spaltung in zwei Teams zu erwarten sind. Dieser Kampf stellt den Höhepunkt des Spannungsbogens innerhalb der Rahmengeschichte dar, besonders da der Ausgang des Kampfes nicht vorhersehbar ist, weil er von den zufällig gezogenen Angriffen abhängig ist. Bei dem Einzeichnen der Angriffe an der Tafel besteht die Möglichkeit, mit den Schüler:innen darüber zu diskutieren, ob die Angriffe richtungsweisend sind, denn lineare Funktionen selbst geben keine Richtung des Angriffes vor. Außerdem sollten die mithilfe von Funktionen modellierten Angriffe selbst immer einen Schnittpunkt mit dem eigenen Schiff sowie mit dem gegnerischen haben, wodurch auch nicht klar ist, welches von beiden der Startpunkt und welches der Endpunkt darstellen soll. Lediglich in einigen verbalen Beschreibungen ist dies eindeutig, da etwa ein Schuss in nordöstliche Richtung von dem einen Schiff das andere trifft, andersherum jedoch ins Leere geschossen werden würde.

Zum Schluss werden die Belohnungen und Punkte der heutigen Unterrichtsstunde den Schüler:innen mitgeteilt. Dieses Vorgehen ist den Lernenden hinlänglich bekannt, sie finden sich mit ihren Partner:innen zusammen, öffnen die Online-Plattform und tragen die Punkte der anderen Person ein. Da die Klasse insgesamt sehr zuverlässig und sorgfältig ist, überprüft die Lehrperson nur sporadisch, ob sie die richtigen Punktzahlen eintragen. Dies zeugt von Vertrauen und unterstützt damit das Etablieren einer positiven Lernatmosphäre. In dieser Unterrichtsstunde gab es für alle erfolgreich bearbeiteten Aufgaben zur Vorbereitung des Kampfes die Anzahl der Erfahrungspunkte, die der Anzahl zugehöriger Kompassse entspricht. Alle über das gewünschte Maß hinaus bearbeiteten Aufgaben stellen zusätzlich die gleiche Anzahl einlösbarer Punkte dar. Für die Schüler:innen im „Verlierer:innen-Team“ gibt es weiterhin zwei Punkte, falls sie bei der Aufgabe „Karten“ die kooperative Variante gewählt hatten. Schließlich haben sie ihr Schiff verloren, aber als Crew halten sie weiter gut zusammen. Für das „Gewinner:innen-Team“ wird ausgewürfelt, inwiefern die Bearbeitung der kooperativen oder kompetitiven Variante von „Karten“ belohnt wird. Wird eine gerade Zahl geworfen, erhalten diejenigen drei Erfahrungspunkte, die kooperativ gearbeitet hatten. Dies kann damit begründet werden, dass sie als Crew dadurch mehr Waffen hatten und ein stärkeres Gemeinschaftsgefühl hatten, was zum Sieg geführt hätte. Wird jedoch eine ungerade Zahl gewürfelt, erhalten diejenigen drei Erfahrungspunkte, die die kompetitive Variante bearbeitet hatten. Erklärt werden kann dies damit, dass sie dort bereits Strategien für den Kampf üben und somit den Sieg erzielen konnten. Die Lernenden tragen sich gegenseitig die entsprechenden Punkte ein und evaluieren in der Plattform die Unterrichtsstunde.

Dass die Punkte erst zum Ende hin angesagt werden, sorgt für eine gewisse Unsicherheit bei den Belohnungen, was wiederum langfristig motivierender wirkt.

Falls die Schüler:innen nicht alle Aufgaben zur Vorbereitung auf dem Kampf bearbeiten konnten, kann ein zusätzlicher Erfahrungspunkt angeboten werden, falls sie die übrigen Aufgaben zuhause abschließen. Damit ist die Stunde beendet.

In zukünftigen Stunden kann dann zusätzlich die Darstellungsweise von Funktionen mithilfe von Termen etabliert werden. Darüber hinaus sollte konkretisiert werden, inwiefern es sich bei der Bearbeitung um lineare Funktionen handelte, falls dies nicht bereits während dieser Unterrichtsstunde geschah. Im weiteren Verlauf kann dann vermehrt auf die Objektvorstellung von Funktionen aufgebaut werden, indem Merkmale wie die Monotonie, Nullstellen oder Schnittpunkte mit anderen Funktionen untersucht werden (Greefrath et al., 2016). Viele dieser Eigenschaften haben sie bereits in den bisherigen Aufgaben untersucht, jedoch nicht explizit so genannt. Dies müsste dann noch gemeinsam erarbeitet werden.

Ziele der Unterrichtsstunde

- Die Schüler:innen können ohne Hilfsmittel Punkte (aus $\mathbb{R}_0^+ \times \mathbb{R}_0^+$) in ein zweidimensionales Koordinatensystem eintragen und ablesen.
- Die Schüler:innen können ohne Hilfsmittel verbale, tabellarische oder graphische Darstellungen von Funktionen in die jeweils anderen umwandeln.

Verlaufsplanung

Zeit	Phase	Verhalten der Lehrkraft	Erwartetes Verhalten der Schüler:innen	Sozialform	Material
5 min	Einstieg	Die Lehrkraft spielt „He’s a pirate“ von Klaus Badelt zur Einstimmung. Anknüpfend an die letzten Unterrichtsstunden erzählt sie die Geschichte weiter, dass das gekaperte Boot der letzten Stunde gerade so zu einem Piratenstützpunkt transportiert. Sie spielt zur Verdeutlichung die Filmszene „Untergehendes Schiff“ ab, in der Captain Jack Sparrow gerade so den Hafen erreicht. Anhand der Filmszene wird der erste Arbeitsauftrag eingeführt.	Die Schüler:innen begeben sich zu ihren Arbeitsplätzen und beruhigen sich. Falls dies nicht der Fall sein sollte, sorgt die Lehrkraft explizit dafür. Die Schüler:innen schauen die Filmszene an, bei technischen Problemen wird die Szene lediglich geschildert.	LV	Film-musik, Film-szene, AB „Der grandiose Abstieg“
5 min	Erarbeitung	Die Lehrkraft gibt das erste Arbeitsblatt aus. Anschließend unterstützt sie die Schüler:innen, falls nötig.	Die Schüler:innen bearbeiten das Arbeitsblatt. Bei Problemen liegen Hilfekarten wie gewohnt bereit, auch kann die Lehrkraft angesprochen werden.	EA / PA / GA	AB „Der grandiose Abstieg“, Hilfekarten
5 min	Sicherung	An der Tafel werden vier verschiedene Graphen präsentiert. Einer davon ist die Lösung der Aufgabe, die anderen beiden greifen typische Fehlvorstellungen auf. Die Schüler:innen werden dazu aufgefordert, zu begründen, welcher der dargestellten Graphen der passende ist.	Die Schüler:innen begründen ihre Lösung anhand der an der Tafel präsentierten Lösungen und können gleichzeitig ihren eigenen Graphen vergleichen und ggf. korrigieren.	LSG, LV	AB „Der grandiose Abstieg“, Tafel

Zeit	Phase	Verhalten der Lehrkraft	Erwartetes Verhalten der Schüler:innen	Sozialform	Material
10 min	Erarbeitung	<p>Die Lehrkraft bietet nun zwei Handlungsstränge der Rahmengeschichte an. Ziel ist es, sich auf den Finalen Kampf am Ende der Stunde vorzubereiten.</p> <p>Die Schüler:innen können aus einer kooperativer und eine kompetitiven Variante des Arbeitsblattes auswählen. Der Arbeitsauftrag „Karten“ wird erläutert und die Arbeitsphase eingeleitet.</p> <p>Bei Bedarf geht die Lehrkraft umher und geht sicher, dass die Spielregeln eingehalten werden. Sie achtet darauf, dass die Schüler:innen nach den Punkten fragen und sie sich nicht nur ihre Zeichnungen zeigen.</p>	<p>Die Schüler:innen hören zu und erhalten ihren nächsten Arbeitsauftrag.</p> <p>Sie entscheiden sich für eine soziale Lernform, kooperativ oder kompetitiv, und finden sich in Paaren zusammen.</p> <p>Sie zeichnen ihre Gegenstände ein und erfragen die Koordinaten der anderen Person oder beschreiben sich gegenseitig die Koordinaten.</p>	PA	AB „Karten – Schätze“ oder „Karten – Schiffe“
7 min	Sicherung	<p>Im Klassengespräch wird dann erarbeitet, wie nach den Gegenständen gefragt wurde. Ziel ist es, festzustellen, dass die Festlegung der Reihenfolge von Koordinaten eine notwendige Konvention ist.</p> <p>Weiterhin wird die Schreibweise von Koordinaten im zweidimensionalen Raum eingeführt.</p>	Die Schüler:innen beschreiben, wie sie die Koordinaten angesagt haben und ob sich daher bei beiden Partnern die gleichen oder unterschiedliche Bilder ergeben haben.	LSG	Tafel

Zeit	Phase	Verhalten der Lehrkraft	Erwartetes Verhalten der Schüler:innen	Sozialform	Material
3 min	Anwendung	Nun wird das letzte Arbeitsblatt ausgeteilt und das Vorgehen erklärt.	Die Schüler:innen klären ggf. fragen und holen sich ihr gewünschtes Material.	LSG	AB „Vorbereitungen für den Kampf“
25 min	Anwendung	Die Lehrkraft geht als Unterstützung umher. Mithilfe einer für alle Schüler:innen sichtbaren Sanduhr wird die Zeit angezeigt.	Die Schüler:innen bearbeiten selbstständig das Blatt. Es gibt Hilfekarten zur Unterstützung, auch liegen Lösungen zur Selbstkontrolle bereit.	EA / PA / GA	AB „Vorbereitungen für den Kampf“, Hilfekarten, Lösungen
5 min	Sicherung	Die Lehrkraft spricht mit den Schüler:innen die Inhalte der Stationen kurz durch und hält wesentliche Erkenntnisse fest. Unsicherheiten werden, wenn möglich, geklärt.	Die Schüler:innen finden sich wieder an ihren Plätzen ein. Sie geben kurz eine Rückmeldung darüber, was sie in den Stationen bearbeitet haben.	LSG	Tafel
12 min	Erarbeitung	Es wird die letzte Aufgabe „Der finale Kampf“ erläutert. Dazu werden an der Tafel zwei gegnerische Schiffe in einem Koordinatensystem präsentiert. Die Klasse wird in zwei Gruppen geteilt. Ihre Aufgabe ist es, „Angriffe“ entsprechend linearer Funktionen zu formulieren – verbal als auch in Form von Wertetabellen. Schnell arbeitenden Schüler:innen kann die Frage gestellt werden, ob es für die Formulierung der „Angriffe“ wichtig ist, zu wissen, was das eigene Schiff ist.	Die Schüler:innen formulieren „Angriffe“.	GA	Tafel, Zettel für Angriffe und zugehöriger Beutel

Zeit	Phase	Verhalten der Lehrkraft	Erwartetes Verhalten der Schüler:innen	Sozialform	Material
8 min	Sicherung	„Angriffe“ werden gezogen und an der Tafel ausgewertet. Dies verbindet alle vorherigen Aufgaben.	Die Schüler:innen stellen ihre Lösungen anwendungsbezogen vor und verfolgen den Kampf.	LSG	Tafel
5 min	Abschied	Die Lehrkraft erklärt, wofür es heute Belohnungen und Punkte gab und in welchem Maße. Die zugehörigen Partner:innen der Schüler:innen tragen dann die Punkte in ein Online-Dokument ein. Zudem wird ausgewürfelt, ob die Bearbeitung der kooperativen oder der kompetitiven Variante des zweiten Arbeitsblattes zusätzliche Karpunkte ergibt. Die Lehrkraft verabschiedet sich.	Die Schüler:innen tragen die Punkte ihrer Partner:innen ein, sie kontrollieren sich gegenseitig. Im Umgang mit der Plattform sind sie vertraut. Am Ende evaluieren sie noch kurz die Stunde, dann verabschieden sie sich.	LV	Tafel

Der grandiose Abstieg

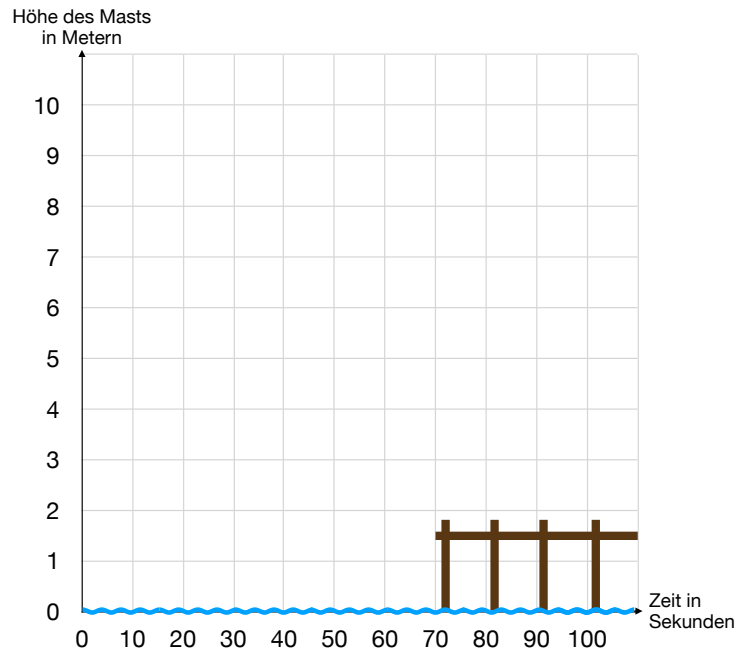


Dein Schiff beginnt unterzugehen, als es noch **1min und 10s** vom rettenden Ufer entfernt ist. Mit **10cm pro Sekunde** versinkt es im Wasser. Um keine nassen Füße zu bekommen, kletterst du auf den **10m** hohen Mast und erspähst einen Steg am Ufer **in 1,5m** Höhe über dem Meeresspiegel.

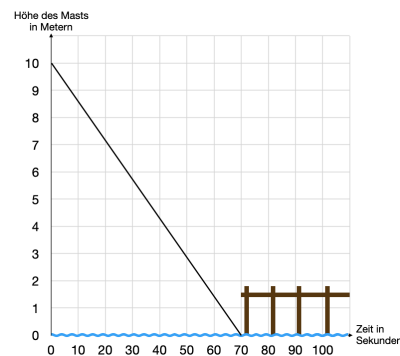
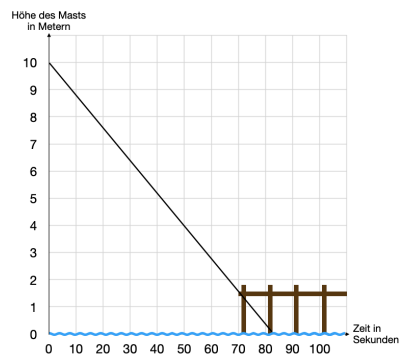
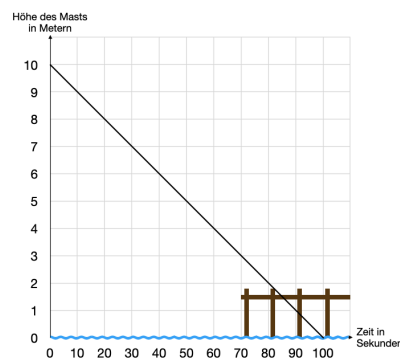
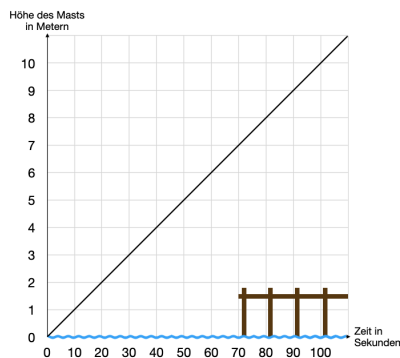
- a) Wenn dein Schiff nun ohne Umwege auf den Steg zusteuert, **in welcher Höhe** befindest du dich dann über dem Meeresspiegel, wenn du dort ankommst?
- b) Um einen möglichst grandiosen Abstieg vom Mast zum Steg hinzulegen, möchtest du bei deiner Ankunft am Steg eine Höhe von 1,5m haben. **Wie viel Zeit** müsstest du dann zwischen Beginn des Untergangs und Ankunft am Steg haben?



Kreativ-Aufgabe
Damit du weder die letzten Meter schwimmen noch vom Mast zum Steg herunterspringen musst, was könntest du als Kapitän des untergehenden Schiffes tun, um diese Zeit zu erreichen?



Der grandiose Abstieg



Der grandiose Abstieg

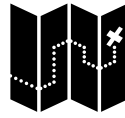


Graphische Lösungen sind auch Lösungen!

- a) - Wie viele Sekunden ist das Boot noch vom Ufer entfernt?
 - Um wie viele Meter sinkt das Schiff alle zehn Sekunden?

- b) - Was ist der Höhenunterschied zwischen dem Mast und dem Steg bei
Ankunft am Ufer nach 1min 10s?
 - Wie viel Zeit ist zwischen Beginn des Sinkens und dem Zeitpunkt,
an dem sich der Mast auf Höhe des Stegs befindet, vergangen?

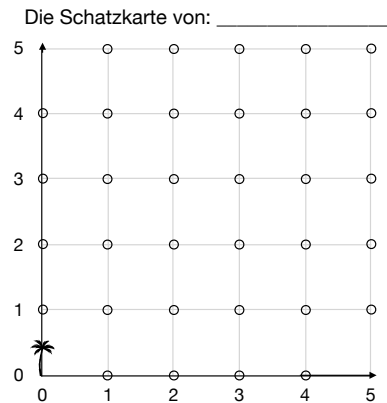
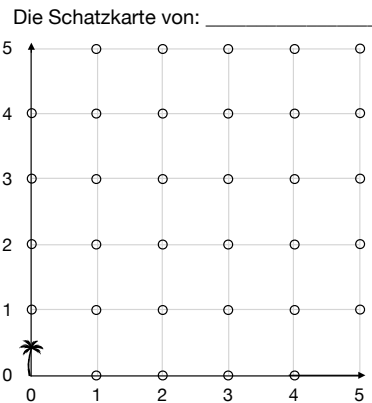
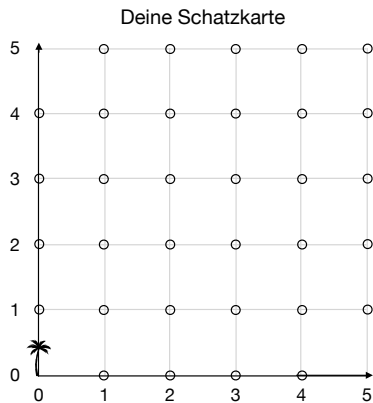
Karten - Schätze



- a) Du vergräbst ein paar Schätze und Waffen für später. Du hast einen Beutel voll Münzen (1 Feld), eine Schatzkiste (2 Felder), eine Pistole (2 Felder) und ein Schwert (3 Felder). **Zeichne** ihre Verstecke in das erste Koordinatensystem ein.
- b) **Beschreibe** nun deiner Crew, wo du sie versteckt hast. **Vergleiche** anschließend, ob ihr die gleichen Bilder habt und somit alle Gegenstände gefunden worden wären.
- c) Analog lass dir von zwei anderen die Lage ihrer Schätze und Waffen beschreiben und zeichne sie in eines der anderen beiden Koordinatensysteme ein.



Querdenker-Aufgabe
 Wie habt ihr euch die Plätze erklärt? War das eindeutig? Kann man das Vorgehen verallgemeinern und wenn ja, wie?



Karten - Schiffe

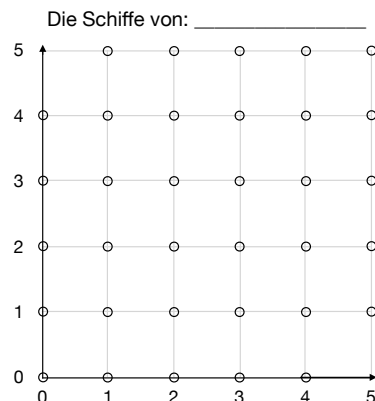
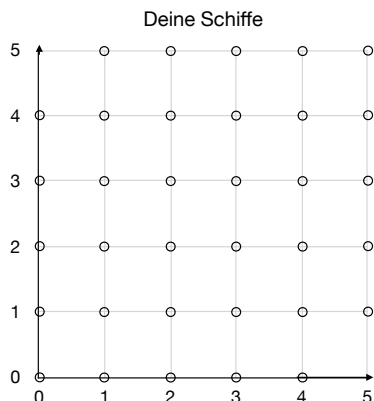


In einer Bar spricht eine Person von ihrer grandiosen Strategieplanung bei Seekämpfen. Sie fordert dich zu einem Probekampf auf.

- a) **Zeichne** in das erste Koordinatensystem die Positionen deiner Flotte. Du besitzt ein Ruderboot (1 Feld), zwei Segelschiffe (je 2 Felder) und ein Kampfschiff (3 Felder).
- b) Dein Gegner und du führen nun abwechselnd Angriffe durch. Meldet euch gegenseitig zurück, ob ihr die Schiffe des anderen getroffen habt und markiert euch eure Treffer in den Koordinatensystemen. Wer gewinnt?
- c) **Vergleiche** am Ende, ob ihr tatsächlich die richtigen Gebiete getroffen habt oder nicht.



Querdenker-Aufgabe
 Wie habt ihr euch die Plätze erklärt? War das eindeutig? Kann man das Vorgehen verallgemeinern und wenn ja, wie?



Vorbereitungen für den Kampf



Du kannst dir die Reihenfolge der Aufgaben aussuchen! Um dich gut für den anstehenden Kampf vorzubereiten, sollte es dein Ziel sein, in dieser Arbeitsphase **5 Kompass** zu sammeln.

Nach dem Vergleichen mit der Lösung erhältst du die Anzahl an Kompassen, die neben der Aufgabe angezeigt werden.

Trage sie dir anschließend in den Balken ein, damit du deinen Fortschritt nachvollziehen kannst.



Der Traum einer Verfolgungsjagd

Für den anschließenden Kampf möchtest du das schnellste Schiff des Hafens haben, die *Cruiser*, nur ist das leider stark bewacht. Deshalb träumst du von einer atemberaubenden Verfolgungsjagd: Zuerst stiehlt du das Schiff *Meridith*, die anderen werden versuchen, dich zurückzuholen und dir mit der *Cruiser* hinterher segeln. Du lässt dich einholen. Während die Besatzung der *Cruiser* sich auf dein gekapertes Schiff schwingt, um dich zu stellen, wechselst du auf die *Cruiser* und entkommst damit.

a) **Zeichne** im Koordinatensystem die Graphen beider Schiffe ein.

i. Die *Meridith* legt mit **20 Knoten** vom Hafen ab

($1 \frac{m}{s} \approx 2 \text{ Knoten}$).

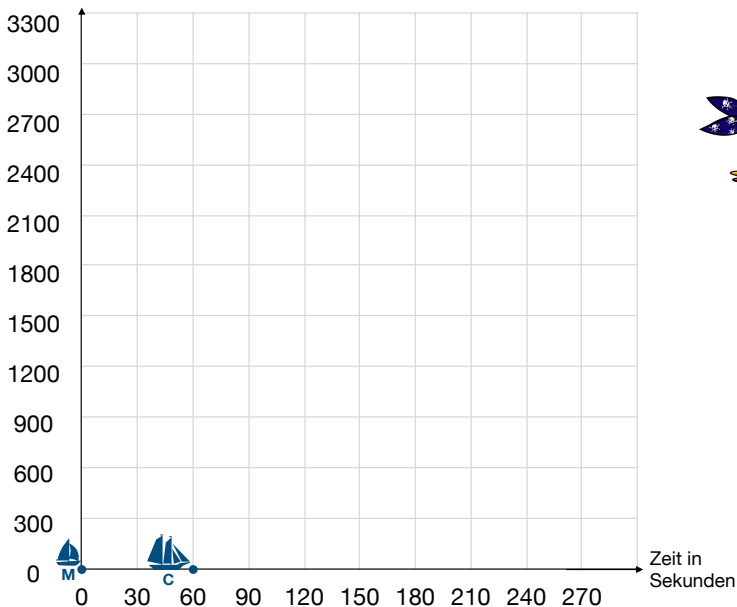
ii. Die *Cruiser* legt **60 Sekunden nach der Meridith** ab. Fülle die

Wertetabelle aus und **zeichne** den Graphen in dasselbe

Koordinatensystem ein.

Zeit in Sekunden	0	30	60	90	120			210
Entfernung in in Metern				600		1800		

Entfernung zum Hafen
in Metern



Kreativ-Aufgabe

Glaubst du, dass du den Traum in die Wirklichkeit umsetzen könntest? An welchen Stellen könnte der Plan scheitern? Was würdest du verbessern?

Querdenker-Aufgabe

Kannst du aus den angegebenen Daten herauslesen, an welcher Stelle (örtlich) sich die beiden Schiffe treffen? Wenn der Kontext nicht da wäre, müssten sich die beiden Schiffe dann überhaupt treffen?



b) **Zu welchem Zeitpunkt** könntest du dann das Schiff wechseln? Wie weit entfernt seid ihr dann vom Hafen?

Der Weg zur Insel



Du bist auf dem Weg zur Insel, wo du deine Besatzung wieder treffen sollst. Du siehst in der einen Richtung bereits eine Insel, bist dir aber unsicher, ob es die richtige es, denn du kennst eigentlich einen anderen Weg.

a) **Zeichne** die Insel und den Standort des Schiffs (S) in ein Koordinatensystem in dein Heft ein. Verbinde die Punkte I₁₋₇ zu der Ziel-Insel.

S(2|14) I₁(11|3) I₂(12|2) I₃(14|1) I₄(15|2) I₅(15|4) I₆(14|6) I₇(12|5)

b) **Zeichne** nun deine möglichen Wege ein. Kommst du an der richtigen Insel an?

Variante 1: Du siehst die Insel in südöstlicher Richtung von dir aus. Der Norden entspricht dabei der positiven y-Richtung.

Variante 2: Mit dem dir bekannten Weg fährst du bis Punkt P(10|11) die Route i) und ab Punkt P Route ii).

i)

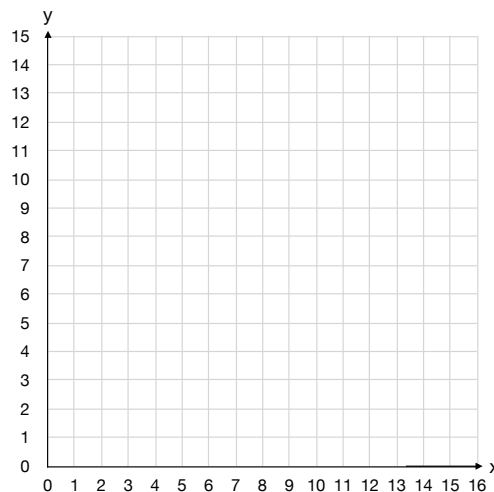
x	2	10
y	14	11

ii)

x	10	11
y	11	8



Querdenker-Aufgabe
Was ist der von euch schnellste Weg zur Insel?



Schießübungen



In Vorbereitung auf den anstehenden Kampf machst du nochmal Schießübungen. Du stehst am Punkt P(1|2).

Deine Ziele sind an den Punkten A(1|6), B(3|5), C(4|3), D(7|4), E(6|2) und F(5|1).

- a) **Trage** die Punkte in das Koordinatensystem ein und beschrifte sie.
- b) Du kannst nur Ziele treffen, deren Schussbahn von dir zur Zielscheibe **eine Funktion** ergeben. Damit kannst du aus deiner Position nur vier der sechs Zielscheiben treffen. **Welche zwei Ziele** kannst du nicht treffen und **weshalb?**
- c) Ermittle aus den folgenden Wertetabellen, die jeweils für einen Schussgraphen stehen, **welche beiden Ziele du zuerst triffst**.

i)

x	2,5	5,5
y	2,5	3,5

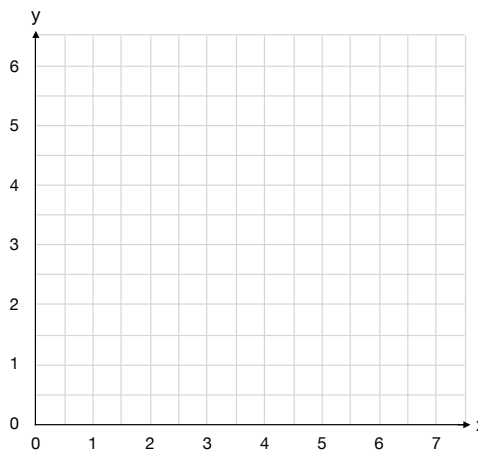
ii)

x	1	2
y	2	3,5

- d) Fertige für die übrigen Ziele ebenfalls Wertetabellen an, die die Schussgraphen darstellen.
Verwende dabei **nicht** den Punkt P oder die Koordinaten des Ziels.



Kreativ-Aufgabe
Wohin müsstest du dich bewegen, damit du nun auch die beiden anderen Ziele treffen kannst?
Gibt es mehrere Positionen, aus denen das möglich ist?



Schwere Waffen



Für den Finalen Kampf laden deine Crew und du Kanonenkugeln auf das Schiff. Nach jeweils zehn an Bord verstaute Kanonenkugeln sinkt das Schiff wegen des Gewichts um 50cm. Ohne die Kanonenkugeln befand sich die Reling in 6m Höhe über dem Meeresspiegel.

a) **Entwickle eine Geschichte**

passend zum Graphen. Mache dir Stichpunkte, was in den einzelnen Zeitabschnitten passieren könnte.

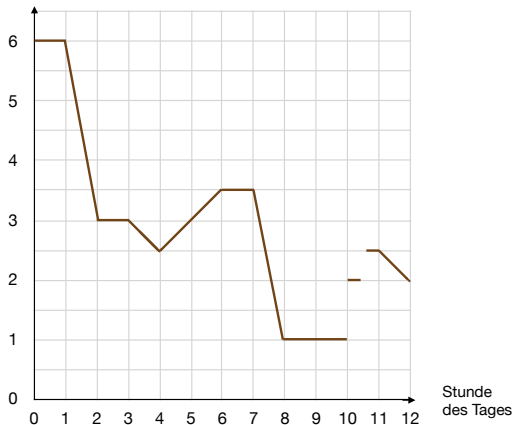
b) **Fülle** die folgende Wertetabelle anhand des Graphen **aus**.

c) Du magst nun wissen, wie viele Kanonenkugeln ihr zu welchem Zeitpunkt an Board hattet.

Erstelle dazu nun **selbst ein Koordinatensystem**, das die Anzahl der Kanonenkugeln in Abhängigkeit von der Zeit darstellt.

Stunde des Tages	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Anzahl der Kanonenkugeln													

Höhe der Reling über dem Meeresspiegel in Metern



Der Traum einer Verfolgungsjagd

Graphische Lösungen sind auch Lösungen!

Die Verwendung des Dreisatzes kann dir ebenfalls helfen!

- a) - Wenn 2 Knoten $1 \frac{m}{s}$ entsprechen, wie viel $\frac{m}{s}$ entsprechen dann 20 Knoten?
- Zeichne die Punkte aus der Wertetabelle in das Koordinatensystem ein und verbinde sie. So kannst du die fehlenden Werte aus dem Graphen ablesen.
- b) - Du kannst die Schiffe nur wechseln, wenn sie nah beieinander sind, sich also treffen. Zu welchem Zeitpunkt treffen sich denn die beiden Schiffe, wenn die *Cruiser* der *Meridith* direkt hinterherfährt?

Der Weg zur Insel

- a) - Überlege, in welcher Reihenfolge Koordinaten angegeben werden.
- b) - Überlege dir, in welchen Richtungen du auf deinem Koordinatensystem Norden, Osten, Süden, Westen findest. Trage dann die südöstliche Richtung von dem Punkt S aus ab.
- Trage die jeweils die beiden Werte aus der Tabelle in dein Koordinatensystem ein und verbinde sie zu einer Route.
 - Du kommst an, wenn sich die eingezeichneten Wege mit der Insel in einem Punkt oder in einem Verbindungsstück schneiden.

Schießübungen

- a) - Überlege, in welcher Reihenfolge Koordinaten angegeben werden.

- b) - Was kennzeichnet eine Funktion?
 - Hast du immer eine freie Schussbahn?

- c) - Zeichne die zugehörigen Punkte in dein Koordinatensystem ein und verbinde sie mit deinem Standpunkt.
Welches Ziel liegt auch auf der Geraden?

- d) - Für eine Wertetabelle brauchst du Punkte, die auf dem Schussgraphen liegen. Es bietet sich an, deine Position P mit dem Ziel zu verbinden und zwei Punkte auf dem Graphen abzulesen oder aber du versuchst, einen Zusammenhang zu errechnen.

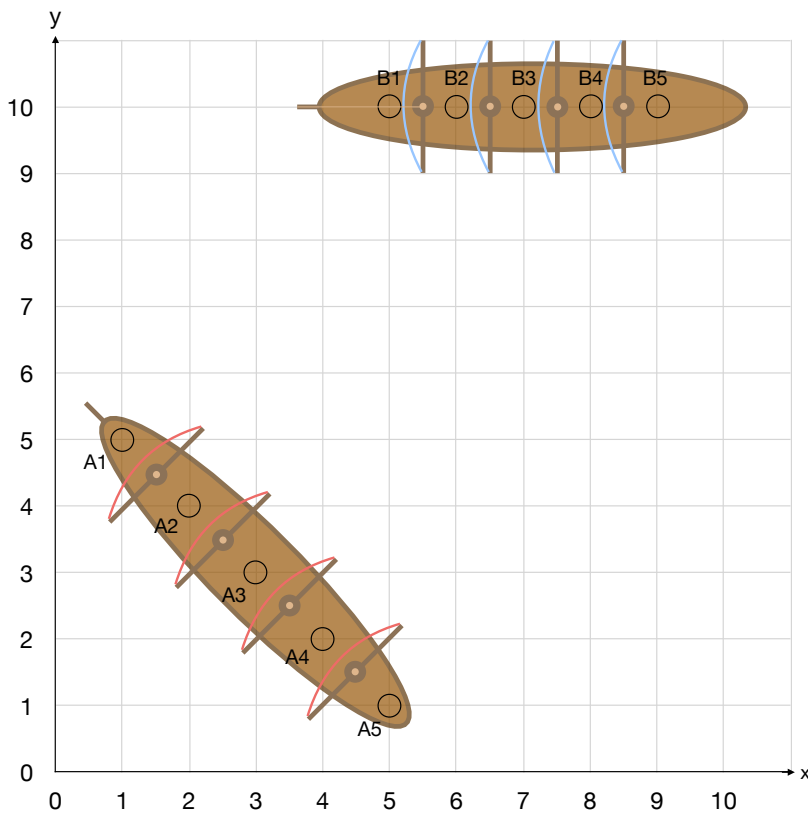
Schwere Waffen

- a) - Was bedeuten die verschiedenen Anstiege des Graphen im Kontext?

- b) - In welcher Reihenfolge werden Koordinaten angegeben?
 - Trage die zugehörigen Werte des Graphen in die Tabelle ein.

- c) - Wenn die Reling um 1m näher am Meeresspiegel ist,
wie viele Kanonenkugeln wurden dann aufgeladen?
 - Hast du an die Beschriftung der Koordinatenachsen gedacht?

Der Finale Kampf



1. Jede:r entwickelt mindestens **zwei Angriffe**: je einer verbal und tabellarisch. Schreibe sie einzeln auf kleine Zettel.

Nur ein Angriff pro Zettel!

Die Angriffe müssen lineare Funktionen sein!

Die Angriffe gehen von einem Kanonenpunkt zu einem anderen!

2. Die Angriffe werden gefaltet, gesammelt und abwechselnd gezogen.
3. Eine Kanone kann nur schießen, wenn sie maximal einmal getroffen wurde.



Gewonnen hat die Crew, die das gegnerische Schiff drei Mal an der gleichen Stelle getroffen hat oder wenn das gegnerische Schiff kampfunfähig gemacht wurde, also keine Kanone mehr schießen kann.

8 Selbstständigkeitserklärung

Hiermit versichere ich, Dorothee Sophie Dahl, dass die vorliegende Arbeit „Let’s have FUN! Gamification im Mathematikunterricht“ selbstständig und ohne Zuhilfenahme anderer als der angegebenen Quellen und Hilfsmittel angefertigt habe. Wörtlich oder inhaltlich entnommene Stellen der verwendeten Quellen sind als solche kenntlich gemacht.

Weiterhin versichere ich, dass weder ich noch andere diese Arbeit bereits in der vorliegenden oder in einer abgewandelten Form als Leistungsnachweis in einer anderen Veranstaltung verwendet haben.

Die „Richtlinie zur Sicherung guter wissenschaftlicher Praxis für Studierende an der Universität Potsdam (Plagiatsrichtlinie) - Vom 20. Oktober 2010“ habe ich zur Kenntnis genommen.

Es handelt sich bei dieser Arbeit um meinen ersten Versuch.

Ort, Datum

Studierende