

## **Automatische Erzeugung von Aufgaben als Mittel zur Erhöhung von Interaktivität und Adaptivität in digitalen Lernressourcen**

Gregor Damnik<sup>1</sup>, Mark Gierl<sup>2</sup>, Antje Proske<sup>1</sup>, Hermann Kördle<sup>1</sup> und Susanne Narciss<sup>1</sup>

**Zusammenfassung:** Digitale Medien enthalten bislang vor allem Inhalte in verschiedenen Darstellungsformen. Dies allein erzeugt jedoch nur einen geringen Mehrwert zu klassischen Lernressourcen, da die Kriterien der Interaktivität und Adaptivität nicht mit einbezogen werden. Dies scheitert jedoch oft an dem damit verbundenen Erstellungsaufwand. Der folgende Beitrag zeigt, wie durch die automatische Erzeugung von Aufgaben ein hochwertiger Wissenserwerb mit digitalen Medien ermöglicht wird. Ferner werden Vor- und Nachteile der automatischen Erstellung von Aufgaben erörtert.

**Schlüsselbegriffe:** Lernaufgaben, Adaptivität, Interaktivität, digitale Medien, Automatic Item Generation

### **1 Interaktivität und Adaptivität in digitalen Lernressourcen**

Wird die ständig steigende Anzahl an digitalen Medien in der Schule, in der Universität oder im Internet betrachtet, so versuchen diese vor allem dadurch zu bestechen, Lernenden Inhalte in verschiedenster Kodalität (d. h. mittels unterschiedlicher Symbole zur Informationsübermittlung, bspw. Text und Grafik) und Modalität (d. h. unterschiedliche Sinneskanäle ansprechend, bspw. sehen und hören) zu präsentieren [Ke01]. Dies allein erzeugt jedoch nur einen geringen Mehrwert zu klassischen Lernressourcen wie beispielsweise einem Lehrbuch, da Lernende allein durch das Vorhandensein verschiedener Darstellungsformen nicht automatisch dazu angeregt werden, selbstständig Verknüpfungen innerhalb des zu lernenden Themas zu finden oder aktiv Verbindungen zwischen den Lerninhalt und bereits vorhanden Wissen herzustellen. Dies sind jedoch Voraussetzungen für einen hochwertigen Wissenserwerb, der sich durch gut vernetztes und anwendungsbereites Wissen auszeichnet [Gr04; Ki09].

Digitale Medien können jedoch unter bestimmten Bedingungen einen deutlichen Mehrwert zu klassischen Materialien wie Buch und Film bieten und diese hochwertige Art des Lernens fördern. Dies geschieht, wenn neben dem Aspekt der Multimedialität (d. h. Darstellung der Inhalte in verschiedenen medialen Repräsentationsformen) auch die

---

<sup>1</sup> TU Dresden, Professur für die Psychologie des Lehrens und Lernens, Zellescher Weg 17, Dresden, 01062, Email für Korrespondenz: gregor.damnik@tu-dresden.de

<sup>2</sup> University of Alberta, Educational Psychology, Education Centre North 6-110, Edmonton, T6G 2G5, Email für Korrespondenz: mark.gierl@ualberta.ca

Kriterien der Interaktivität und Adaptivität mit in deren Konstruktion einbezogen werden [PR06]. Beide Aspekte sind in traditionellen Lernressourcen kaum oder nicht umzusetzen.

Interaktivität kann als die Eigenschaft eines Mediums verstanden werden, einem Nutzer verschiedene Möglichkeiten der Steuerung und des Eingriffs zu bieten und auf diese Eingabe nach vordefinierten Regeln zu reagieren [Ha02]. Im einfachsten Fall bedeutet dies, dass ein Lernender die Abfolge der Präsentation von Lernmaterial folgenreich beeinflussen kann. Komplexere Varianten sind der Einbezug von Eingabefeldern oder von Aufgaben [Ha02], in welchen der Lernende eine Antwort (d. h. ein Feedback) durch die Lernressource auf seinen Input erhält. Ziel dieses Merkmals von digitalen Medien ist es, die Aktivität des Lernenden bei der Bearbeitung der Inhalte zu erhöhen und diesen zu motivieren, gut vernetztes und anwendungsbereites Wissen aufzubauen.

Adaptivität eines digitalen Mediums bedeutet dagegen, dass sich die Darstellung oder Abfolge des Inhaltes an die Eingabe eines Lernenden selbstständig und unaufgefordert anpasst [Le02]. Dazu können beispielsweise die Ergebnisse der Analyse von Klickpfaden und Lesegeschwindigkeiten oder in komplexerer Art und Weise die Ergebnisse von Aufgaben genutzt werden [PR06]. Erfolgt eine Anpassung, so kann den individuellen Merkmale eines Lernenden (bspw. sein Vorwissen) gewinnbringend Rechnung getragen werden.

Folglich kann sowohl zur Umsetzung von Interaktivität als auch von Adaptivität eine Bereitstellung von Aufgaben in der digitalen Lernressource dienen. Eine Aufgabe besteht im Allgemeinen aus einer Fragestellung, die den Lernenden anregt bestimmte Denkprozesse vorzunehmen, ein Antwortbereich, in welchen der Lernende das Resultat dieser Denkprozesse expliziert sowie mehr oder weniger umfangreichen Feedback-Komponenten [KNP04]. Soll der Lernende durch eine Aufgabe dazu angeregt werden, zusätzliches Wissen zu erwerben oder bestehende Kenntnisse zu vertiefen, so handelt es sich um eine Lernaufgabe, die ein unterstützendes und anleitendes Feedback beinhaltet. Soll dagegen ein Zwischenfazit oder abschließendes Resümee gezogen werden, wie gut der Lernvorgang gelungen ist, so werden Testaufgaben mit wenig Feedback verwendet.

Lernaufgaben sind vor allem mit dem Merkmal der Interaktivität verknüpft. Sie ermöglichen es einem Lernenden, verschiedene Lösungsschritte und -strategien zu explorieren, zu üben und zu festigen und dabei aktiv mit der Lernressource umzugehen. Testaufgaben passen dagegen eher zum Kriterium der Adaptivität, da nach dessen Beantwortung eine angepasste Darbietung von Teilthemen eines Gegenstandsbereichs aufgrund des Antwortverhaltens der Lernenden möglich wird. Unterlaufen einem Lernenden bestimmte Fehler im Zwischenfazit, so sollte die Lernressource diese Themen wiederholt und vertieft anbieten. Erreicht der Lernende dagegen das Lernziel, so kann das folgende Thema vorgestellt werden.

Komplexere Varianten der Interaktivität und Adaptivität können jedoch nur selten in digitalen Medien beobachtet werden [PR06, Ke02]. Dies liegt vor allem daran, dass das Erzeugen von einem dafür notwendigen Aufgabensatz mit hohem Entwicklungsaufwand verbunden ist [Ke02]. Falls Aufgaben dann doch in eine Lernressource eingebunden

werden, so sind diese oft unsystematisch und rein intuitiv erzeugt wurden, wodurch kaum ein Effekt für das Lernen feststellbar ist oder sie beziehen sich ausschließlich auf die Reproduktion von Faktenwissen anstatt die Lernenden dazu aufzufordern, ihr neu erlerntes Wissen in anderen Kontexten anzuwenden [KNP04]. Ziel des folgenden Beitrags ist es, den Prozess der automatischen Aufgabenerzeugung [Em02, EY07; GLT12, GL13] vorzustellen, mit welchem in kurzer Zeit eine große Menge an qualitätsgesicherten Aufgaben hergestellt und zur Steigerung der Interaktivität und Adaptivität eines Mediums eingesetzt werden kann.

## 2 Automatische Erzeugung von Aufgaben

In traditioneller Art und Weise werden Aufgaben dadurch erzeugt, dass sich ein Experte für einen bestimmten Gegenstandsbereich einzeln verschiedene Aufgabenstellungen und Aufgabeninhalte erarbeitet. Dies ist jedoch ein aufwändiges Vorgehen, da die erstellten Produkte jeweils geschrieben, überprüft und überarbeitet werden müssen [EY07; GLT12]. Folglich werden Aufgaben häufig nicht oder nur in geringer Anzahl in digitale Lernressourcen integriert, da der Entwicklungsaufwand dem erhofften Ertrag nicht gerecht werden kann [Ke02]. Eine Alternative zu diesem Vorgehen bietet ein Prozess, der als automatische Aufgabenerzeugung oder im englischsprachigen Raum als „Automatic Item Generation“ (AIG) beschrieben werden kann [Em02, EY07, GLT12, GL13]. AIG nutzt im Gegensatz zur traditionellen Art und Weise der Aufgabenerstellung Modelle und Software, um Aufgaben zu erzeugen. Ein Experte entwirft hierbei nicht mehr einzelne Aufgaben sondern eine systematische Repräsentation eines Gegenstandsbereichs währenddessen dann die Software dazu genutzt werden kann, um aus dieser Vorgabe einen Aufgabensatz zu entwerfen.

Im Detail ist das Erstellen von Aufgaben mittels AIG stets durch drei grobe Phasen gekennzeichnet. Zunächst wird ein sogenanntes kognitives Modell erzeugt. Das kognitive Modell lässt sich als Repräsentationsmedium definieren, in dem das Wissen, die Fähigkeiten und die Kompetenzen systematisch organisiert sind, die für einen Experten notwendig sind, um in einem bestimmten Themengebiet effektiv handeln oder aufgrund bestimmter Informationen eine fundierte Entscheidung treffen zu können [GL13]. Aus diesem Modell wird ein Aufgabenmodell gestaltet, welches den Wortlaut aller möglichen Aufgaben in Form eines Aufgabenstamm mit sogenannten Leerstellen enthält, in denen bestimmte Informationen variiert werden können. Danach werden das kognitive Modell und das Aufgabenmodell durch die Eingabe in entsprechender Software miteinander in Verbindung gesetzt, sodass in der dritten Phase dann der eigentliche Aufgabensatz erstellt werden kann. Alle drei Phasen gliedern sich wiederum in vierzehn einzelne Teilschritte (vgl. Abbildung 1). Diese werden im Folgenden näher erläutert.

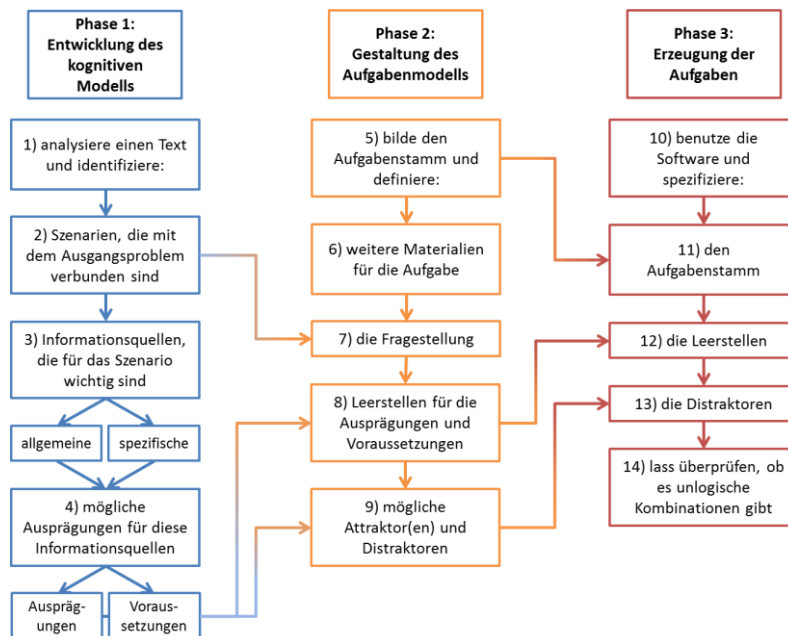


Abb. 1: 14 Teilschritte des AIG Prozesses

## 2.1 Entwicklung des kognitiven Modells

Wie bereits beschrieben, beinhaltet das kognitive Modell das Wissen, die Fähigkeiten und die Kompetenzen, die für einen Experten notwendig sind, um in einem bestimmten Themengebiet effektiv handeln oder aufgrund bestimmter Informationen eine fundierte Entscheidung treffen zu können [GL13]. Folglich zeigt das kognitive Modell damit auch die Lehrziele auf, die Lernende in diesem Gegenstandsbereich bestenfalls erreichen sollten. Dabei kann dieser Gegenstandsbereich stark variieren, da es AIG möglich ist, mit einer breiten Palette an Inhalten umzugehen. Ausgangspunkt für die Entwicklung eines kognitiven Modells ist dabei die Analyse eines Ausgangsmaterials wie beispielsweise eines Lehrbuchtextes oder mehrerer digitaler Lernressourcen. Für den vorliegenden Beitrag wurde ein Text zum Thema träges Wissen [Re96] gewählt, um beispielhaft aufzuzeigen, wie Aufgaben nach AIG erzeugt werden können.

Das Vorhandensein von trägem Wissen beschreibt die Situation, dass ein Lernender zwar Kenntnisse in einem Lernvorgang erworben hat, dieses jedoch aus scheinbar unerklärlichen Gründen nicht anwenden kann. Gerade für Studierende des Lehramts und der Psychologie ist dies ein interessantes Thema, da mögliche Interventionen für den Klassenraum abgeleitet werden können, wenn klargestellt ist, warum die erworbenen Kenntnisse nicht zur Anwendung gelangten [Re96]. Das kognitive Modell zu diesem Thema kann in Abbildung 2 betrachtet werden.

Das Ausgangsmaterial wird in einem ersten Teilschritt des AIG Prozesses hinsichtlich der in ihm beschriebenen Problemstellung untersucht. Dies meint, dass der Text bezüglich einer in allen Kapiteln des Textes wiederkehrenden Thematik analysiert wird. Der hier verwendete Ausgangstext beschäftigt sich unter den einzelnen Teilüberschriften stets mit den verschiedenen Arten von trägem Wissen. Diese Problemstellung bildet die Basis des kognitiven Modells. Anschließend werden Szenarien (d. h. Beispiele mit unterschiedlichen Charakteristiken) innerhalb des Textes identifiziert, die mit der Problemstellung zusammenhängen. Im hier gewählten Fall zeigt der Text sieben verschiedene Szenarien auf, wie und warum es zu trägen Wissen kommen kann (der Lernende hat beispielsweise keine Motivation das Wissen einzusetzen oder verfügt nicht über die Information, unter welchen Bedingungen sich ein Einsatz lohnen würde). Diese Szenarien sind im oberen Teil der Abbildung 2 dargestellt. Im dritten Schritt des AIG Prozesses werden auf Basis dieser Szenarien, Informationsquellen aus dem Text herausgearbeitet, die innerhalb der Szenarien eine Rolle spielen. Dabei wird zwischen allgemeinen und spezifischen Informationsquellen unterschieden [GLT12].

Allgemeine Informationsquellen beziehen sich auf alle der sieben Szenarien. So kann träges Wissen in verschiedenen Fächern (bspw. Mathematik, Physik oder Französisch) vorkommen und Personen mit unterschiedlichsten Eigenschaften (bspw. Personen mit unterschiedlichen Namen und Alter) unabhängig davon betreffen, welches Szenario und damit welche Art des trägen Wissens vorhanden ist. Spezifische Informationsquellen beziehen sich dagegen immer nur auf eine kleine Anzahl oder sogar nur auf eins der Szenarien. Bspw. sind einige Arten von trägem Wissen darin begründet, dass das Wissen zwar eigentlich anwendungsbereit ist, aber durch bestimmte Faktoren nicht angewendet wird. Andere Arten gehen dagegen davon aus, dass das Wissen überhaupt nicht anwendungsbereit erworben wurde und somit niemals zur Anwendung gelangen kann [Re96].

Sind diese Informationsquellen gefunden, so gilt es, mögliche Ausprägungen für diese Informationsquellen zu definieren. Der Ausgangstext beinhaltet bereits eine explizite Benennung der meisten Ausprägungen innerhalb der verschiedenen Originalbeispiele, sodass diese einfach übernommen werden konnten. Andere Ausprägungen (wie unterschiedliche Namen) wurden dagegen neu erzeugt, da sie in den vorhandenen Szenarien nicht ausdrücklich beschrieben waren. Für die Ausprägungen der spezifischen Informationsquellen ist außerdem zu hinterlegen, auf welches der Szenarien sie sich beziehen und welche Voraussetzungen damit erfüllt sein müssen, damit diese Ausprägung eintreten kann. Die Ausprägungen (und ihre Voraussetzungen) sind im unteren Teil der Abbildung 2 dargestellt.

Achtung: Zu dieser Phase des AIG Prozesses ist anzumerken, dass es möglich ist, kein kognitives Modell zu kreieren sondern das nachfolgende Aufgabenmodell direkt aus vorhandenen Aufgaben zu einem Themenbereich abzuleiten [GL13]. Dies würde jedoch bedeuten, dass bereits vorhandene Fehler oder Unvollständigkeiten in der Repräsentation des Gegenstandsbereichs in den Ausgangsaufgaben, auch in den automatisch-generierten Aufgabensatz Einzug halten. Nur die aufwändige aber systematische (Neu-)Betrachtung des Gegenstandsbereichs in Form des kognitiven Modells kann hier Abhilfe schaffen.

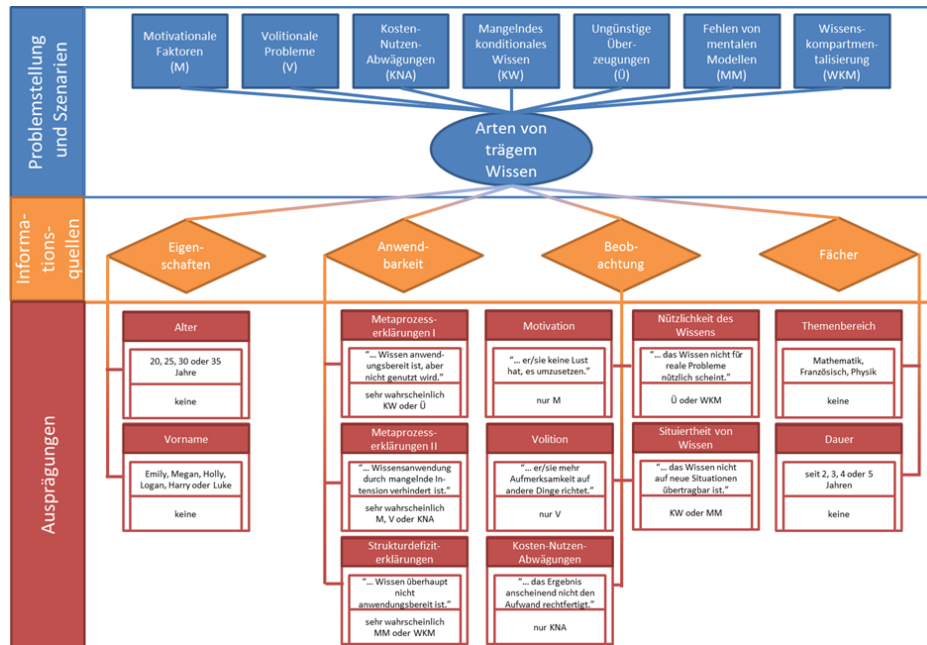


Abb. 2: Kognitives Modell zum Thema trages Wissen

## 2.2 Gestaltung des Aufgabenmodells

Das Aufgabenmodell beinhaltet einerseits die Informationen aus der Analyse des Gegenstandsbereichs, die bestenfalls mittels des kognitiven Modells oder zumindest mittels bereits bestehender Aufgaben absolviert wurde. Andererseits werden im Aufgabenmodell der Aufgabenstamm, weitere Materialien für den Aufgabensatz, die Fragestellung und mögliche Antwortalternativen (sofern das Multiple-Choice Format genutzt werden soll) präsentiert [GLT12]. Prinzipiell können mittels AIG sowohl Aufgaben erstellt werden, die auf eine einfache Reproduktion von Faktenwissen (Faktenaufgaben) abzielen als auch Aufgaben, für die eine Umsetzung der erworbenen Kenntnisse notwendig ist (Anwendungsaufgaben). Die Art der Aufgaben beeinflusst lediglich die „Leserichtung“ im kognitiven Modell.

Eine Faktenaufgabe fragt nach einzelnen Merkmalsausprägungen eines spezifischen Szenarios. Die Person, die eine solche Aufgabe beantworten wird, muss sich also nur an eine bestimmte Anzahl von Merkmalen erinnern, wenn ein Szenario vorgegeben ist. Eine Anwendungsaufgabe gibt dagegen eine bestimmte Kombination von Merkmalsausprägungen vor und der „Beantwortende“ der Aufgabe muss in diesem Problemraum nach einer möglichst passenden Antwort suchen. Hierbei wird also nach einem Szenario gefragt. Abbildung 3 stellt ein Aufgabenmodell für Anwendungsaufgaben bezüglich des Themas trages Wissen dar.

Aufgabenstamm	Ein(e) (1)-jährige(r) Lernende(r), der/die (2) genannt wird, lernt das Fach (3) seit (4) Jahren. (2) kann jedoch die darin erworbenen Kenntnisse nicht anwenden, wenn es im wirklichen Leben notwendig wäre. Ein Lehrender, der (2) beobachtete, stellte fest, dass (2)s (5). Dies ist der Fall, weil (6). Welche der folgenden Erklärungen für träges Wissen passt am besten zum gegebenen Problem?
Ausprägungen	(1): "20, 25, 30, 35" (2): "Emily, Megan, Holly, Logan, Harry, Luke" (3): "Mathematik, Französisch, Physik" (4): "2, 3, 4, 5" (5): "Wissen anwendungsbereit ist, aber nicht genutzt wird.", "Wissensanwendung durch mangelnde Intension verhindert ist.", "Wissen überhaupt nicht anwendungsbereit ist." (6): "er/sie keine Lust hat, es umzusetzen.", "er/sie mehr Aufmerksamkeit auf andere Dinge richtet.", "das Ergebnis anscheinend nicht den Aufwand rechtfertigt.", "das Wissen nicht für reale Probleme nützlich scheint.", "das Wissen nicht auf neue Situationen übertragbar ist."
Distraktoren	Motivationale Faktoren, Volitionale Probleme, Kosten-Nutzen-Abwägungen, Mangelndes konditionales Wissen, Ungünstige Überzeugungen, Fehlen von mentalen Modellen, Wissenskompartimentalisierung

Abb. 3: Aufgabenmodell für Anwendungsaufgaben

Als fünfter Teilschritt im AIG Prozess ist der Aufgabenstamm zu bilden. Er enthält die sogenannten Leerstellen, deren Inhalt später durch die Software manipuliert werden wird [GL13]. Die dazu notwendigen Informationen können den Informationsquellen, die im kognitiven Modell hinterlegt sind, entnommen werden. Im hier genutzten Beispiel sind diese Informationsquellen das betroffene Fach, die Eigenschaften einer Person, die Frage nach der Anwendbarkeit des Wissens und die Beobachtung der diagnostizierenden Person.

Danach können weitere Materialien für den Aufgabensatz integriert werden. Dies könnte eine Abbildung, eine Grafik oder ein Raum für das Berechnen von Zwischenlösungen sein. Im hier vorgestellten Fall zum Thema träges Wissen ist dies jedoch nicht notwendig, da der Ausgangstext weder Bilder noch sonstige Informationen enthielt. Andere Themenbereiche (bspw. Themen der Mathematik) benötigen demgegenüber mit höherer Wahrscheinlichkeit zusätzliches Material.

Im siebten Teilschritt wird dann die Fragestellung in das Aufgabenmodell einbezogen. Wie bereits beschrieben, ist die Art der Aufgabe (Faktenaufgabe oder Anwendungsaufgabe) dafür verantwortlich, was in einer Aufgabe gegeben ist oder gesucht wird. Folglich unterscheidet sich auch die konkrete Formulierung der Fragestellung danach. Letztlich werden im Aufgabenmodell mögliche Antwortalternativen und die korrekte Lösung der Aufgabe hinterlegt, sofern es sich bei dem erstellten Aufgabensatz um Multiple-Choice Aufgaben handeln soll. Dabei ist es eine Stärke des AIG Prozesses, dass auch Distraktoren für diese Aufgaben einfach dem kognitiven Modell entnommen werden können. Die falschen Lösungen können gewissermaßen auf der gleichen Ebene des kognitiven Modells wie die richtigen Informationen gefunden werden. Bei einer Faktenaufgabe sind dies alle weiteren Ausprägungen der spezifischen Informationsquellen, deren Voraussetzungen nicht mit dem beschriebenen Fall übereinstimmen. Bei den Anwendungsaufgaben sind es dagegen alle Szenarien, außer dem Szenario, welches in der Aufgabe verwendet wurde (vgl. Abbildung 3). Das Aufgabenmodell welches nun neben

dem Aufgabenstamm und den Leerstellen auch die Fragestellung und die Distraktoren enthält, ist nun vollständig und kann in der dritten Phase von AIG in die Software übernommen werden.

### 2.3 Erzeugung der Aufgaben

Um nun den Aufgabensatz zu erzeugen, werden die Informationen des Aufgabenmodells in eine Software überführt. Diese erstellt den Satz an Aufgaben, indem sie alle möglichen Kombinationen von Ausprägungen der Informationsquellen in den Leerstellen des Aufgabenstamms alterniert. Die Software, die im hier vorliegenden Beispiel genutzt wurde, heißt Item Generator bzw. IGOR. IGOR basiert auf Java und kann auf allen Desktopcomputern ausgeführt werden [GLT12]. Die Software erzeugt den Aufgabensatz mit den Lösungen im HTML oder Word-Format (vgl. Abbildung 4).

<p>Eine 20-jährige Lernende, die Megan genannt wird, lernt das Fach Mathematik seit 2 Jahren. Megan kann jedoch die darin erworbenen Kenntnisse nicht anwenden, wenn es im wirklichen Leben notwendig wäre. Ein Lehrender, der Megan beobachtete, stellte fest, dass Megans Wissensanwendung durch mangelnde Intension verhindert ist. Dies ist der Fall, weil sie mehr Aufmerksamkeit auf andere Dinge richtet. Welche der folgenden Erklärungen für träges Wissen passt am besten zum gegebenen Problem?</p>	
Motivationale Faktoren	Ungünstige Überzeugungen
Volitionale Probleme*	Fehlen von mentalen Modellen
Kosten-Nutzen-Abwägungen	Wissenskompartimentalisierung
Mangelndes konditionales Wissen	
<p>Ein 35-jähriger Lernender, der Harry genannt wird, lernt das Fach Physik seit 5 Jahren. Harry kann jedoch die darin erworbenen Kenntnisse nicht anwenden, wenn es im wirklichen Leben notwendig wäre. Ein Lehrender, der Harry beobachtete, stellte fest, dass Harrys Wissen anwendungsbereit ist, aber nicht genutzt wird. Dies ist der Fall, weil das Wissen nicht für reale Probleme nützlich scheint. Welche der folgenden Erklärungen für träges Wissen passt am besten zum gegebenen Problem?</p>	
Motivationale Faktoren	Ungünstige Überzeugungen*
Volitionale Probleme	Fehlen von mentalen Modellen
Kosten-Nutzen-Abwägungen	Wissenskompartimentalisierung
Mangelndes konditionales Wissen	

Abb. 4: Beispiel für Anwendungsaufgaben aus dem Aufgabensatz

Nach dem Eintragen der Informationen des Aufgabenmodells in die Eingabefelder für den Aufgabenstamm, für die Leerstellen sowie für die Distraktoren erzeugt IGOR zunächst alle theoretisch möglichen Aufgaben. Danach wird durch die Software überprüft, ob die Voraussetzungen für eine spezifische Kombination an Ausprägungen nicht erfüllt sind. Diese werden dann automatisch wieder aus dem Aufgabensatz entfernt. Bei dem hier abgebildeten Beispiel könnten theoretisch 4320 Anwendungsaufgaben erstellt werden. 2304 Aufgaben verletzen jedoch Voraussetzungen bestimmter Merkmalsausprägungen. Die verbleibenden 2016 Anwendungsaufgaben sind damit der letztendliche Aufgabensatz zum Thema träges Wissen. Weitere Faktenaufgaben wären darüber hinaus durch die Eingabe in IGOR einfach zu realisieren, da sie bereits im kognitiven Modell repräsentiert sind.



### 3 Vergleich traditioneller und automatisch erzeugter Aufgaben

Bevor Aufgaben mittels AIG erzeugt wurden, sind bereits sechs Anwendungsaufgaben in traditioneller Art und Weise für eine ältere Version einer digitalen Lernressource zum Thema träges Wissen entworfen worden. Dies meint, dass ein Experte für den Gegenstandsbereich jeweils einzeln Aufgabenstellungen und Aufgabeninhalte erarbeitete. Zwei der sechs Aufgaben sind in Abbildung 5 dargestellt.

<p>Eltern können in der Regel gut einschätzen, ob das Verhalten ihrer Kinder angemessen ist oder nicht: Sie haben eine Vorstellung davon, was prinzipiell ein geeignetes Verhalten von Kindern in einer bestimmten Situation ist. Ebenfalls kennen sie verschiedenste Möglichkeiten, Kinder von unangemessenem Verhalten abzuhalten, z.B. durch Ermahnen, Festhalten oder durch Androhen von Strafen. Trotzdem sind sich Eltern oft nicht sicher, unter welchen Umständen der Einsatz solcher Maßnahmen angebracht ist. Aber auch wenn sie diese kennen, zeigen sie oft kein konsequentes Verhalten, da sie glauben, dass die Mühe einer Bestrafung sich für den geringen Erfolg bei Ihren Kindern nicht lohnen würde.</p>	Wissenskompartimentalisierung	<input type="checkbox"/>
	mangelndes konditionales Wissen	<input checked="" type="checkbox"/>
	Kosten-Nutzen-Abwägungen	<input checked="" type="checkbox"/>
	motivationale Faktoren	<input type="checkbox"/>
	mangelnde Entwicklung von mentalen Modellen	<input type="checkbox"/>
	volitionale Probleme	<input type="checkbox"/>
	dysfunktionale Überzeugungen	<input type="checkbox"/>
	Wissenskompartimentalisierung	<input type="checkbox"/>
	mangelndes konditionales Wissen	<input type="checkbox"/>
	Kosten-Nutzen-Abwägungen	<input type="checkbox"/>
<p>Ein Schüler der sechsten Klasse kommt nach Schulende nach Hause. Er weiß, dass er seine Hausaufgaben erledigt haben soll, bevor seine Eltern von der Arbeit kommen. An diesem Tag hatte er Hausaufgaben in Latein und Biologie. Sein Freund hatte ihn jedoch für den Nachmittag auch noch zu einem Fußballspiel eingeladen. Die Bio-Hausaufgaben erledigte er noch, bevor er zum Fußballspielen ging. Die Hausaufgaben in Latein, die er mit wenig Mühe auch noch hätte machen können, blieben jedoch unerledigt, da er Latein überhaupt nicht leiden kann.</p>	motivationale Faktoren	<input checked="" type="checkbox"/>
	mangelnde Entwicklung von mentalen Modellen	<input type="checkbox"/>
	volitionale Probleme	<input checked="" type="checkbox"/>
	dysfunktionale Überzeugungen	<input type="checkbox"/>

Abb. 5: Anwendungsaufgaben, die in traditioneller Art und Weise erzeugt wurden

Eine Anwendung oder ein Transfer von Wissen verlangt von einem Lernenden, dass er gemeinsame Tiefenstrukturen zwischen einem neuen Problem (der aktuellen Aufgabe) und von ihm bereits erworbenen Inhalten erkennt und aufeinander bezieht, um dadurch die aktuelle Anforderung meistern zu können [HG09]. Neben diesen Tiefenstrukturen enthält eine komplexere Anwendungsaufgabe stets Oberflächenmerkmale, die für die Lösung weniger wichtig sind, aber der Aufgabe einen Kontext in Form einer Art Geschichte („Cover-Story“) bietet.

Werden die traditionellen und automatisch erzeugten Aufgaben verglichen, so fällt auf, dass die beiden traditionellen Aufgaben einen deutlich größeren Umfang an „Cover-Story“ aufweist, die zentralen Tiefenstrukturen jedoch beinahe identisch sind. So werden in beiden Aufgabenpaaren jeweils zwei Teilsätze dazu verwendet, dem Lernenden einen wichtigen Anhaltspunkt zu bieten, um welche Art von trägem Wissen es sich handelt. Folglich ist die Anforderung vergleichbar.

Deutlich unterschiedlich zwischen beiden Ansätzen war jedoch der Aufwand zur Erstellung. Pro Aufgabe, die in traditioneller Art und Weise erzeugt wurde, benötigte der Autor circa zwei Stunden, um eine hochwertige Formulierung des Ausgangsproblems und der Distraktoren aus dem Ausgangstext abzuleiten. Folglich betrug der Gesamtaufwand

zur Erstellung ungefähr 12 Stunden. Im Vergleich dazu dauerte die Entwicklung des kognitiven Modells ungefähr drei Stunden, die Gestaltung des Aufgabenmodells zwei Stunden und die Erzeugung des Aufgabensatz unter Verwendung der Software nur wenige Minuten. Damit konnten Anwendungsaufgaben mittels AIG in nicht einmal sechs Stunden erzeugt werden.

Darüber hinaus standen den Lernenden ursprünglich nur sechs Anwendungsaufgaben zur Verfügung, die ihnen maximal ein abschließendes Resümee über ihren Lernvorgang bieten konnten. Ein mehrmaliges Abprüfen der erworbenen Kenntnisse, ein gezieltes Üben der Inhalte oder die adaptive Darbietung von Teilthemen aufgrund des Antwortverhaltens der Lernenden war damit undenkbar, da nach einmaliger Bearbeitung die richtigen Antworten bereits bekannt waren. Nun sind durch AIG 2016 parallele Anwendungsaufgaben entstanden, die zu einer intensiveren Auseinandersetzung mit der Thematik des trägen Wissens anregen können.

Kritisch anzumerken ist jedoch, dass die traditionell erstellten Aufgaben jeweils zwei Ursachen für das Zustandekommen von trägem Wissen beinhalteten. Dies wurde in die Konstruktion einbezogen, um die in der Realität häufige vorherrschende Verknüpfung unterschiedlicher Arten trägen Wissens darzustellen [Re96]. Diese Verknüpfung ist in AIG nicht möglich, da die Software für alle Aufgaben einen identischen Aufgabenstamm benötigt, der somit eher allgemein gehalten werden muss. Dies stellt einen Nachteil gegenüber der traditionellen Art und Weise dar.

Auch ist zu beachten, dass sich der AIG Prozess nicht für alle Aufgabentypen eignet, sondern besonders Vorteile im Bereich von halboffenen und geschlossenen Aufgabenformaten (z. B. Lückentexte und Ergänzungsaufgaben sowie Auswahl- und Zuordnungsaufgaben) nicht jedoch im Bereich von offenen Aufgabenformaten (z. B. Freitext, Zeichnungen oder Mindmaps) bringt. Dies ist der Fall, da die erstgenannten Formate nicht nur systematisch erstellt sondern auch automatisch ausgewertet und rückgemeldet werden können. Ferner kann AIG besonders bei Single und Multiple Choice Aufgaben Punkten, da die Formulierung von Distraktoren durch die Erstellung des kognitiven Modells während des AIG Prozesses erheblich vereinfacht werden kann. Wäre ursprünglich also ein anderes Aufgabenformat vorhanden gewesen, so wäre der Vergleich zwischen den Verfahren unter Umständen weniger positiv ausgefallen.

#### **4 Beispiel für die Umsetzung in einer digitalen Lernressource**

In der folgenden Abbildung ist eine Lernressource zu sehen, die mit der TEE-Maschine (<http://studierplatz2000.tu-dresden.de/tm>) erstellt wurde. Der Text zum Thema träges Wissen wurde in Vorbereitung nach zentralen Konzepten durchsucht und in sogenannte Wissensbausteine zerlegt. Diese Wissensbausteine wurden anschließend im Sinne der Relation „ist Vorwissen von“ miteinander verbunden und mit Lernmaterial in Form von Texten, Videos und Grafiken ausgestattet. Nun könnten jedem Wissensbaustein passende AIG Aufgaben zugeordnet werden. Würde ein Lernender nun mit der Lernressource

arbeiten, so könnte er oder sie zunächst nur einige Bausteine betrachten. Erst wenn die an die Bausteine geknüpften Aufgaben richtig bearbeitet wurden, öffnen sich weitere Wissensbausteine. So kann in diesem Beispiel durch automatisch erzeugte Aufgaben sichergestellt werden, dass die Lernenden jeweils genügend Vorwissen aufgebaut haben, um die nachfolgenden Lernziele bestmöglich erreichen zu können.

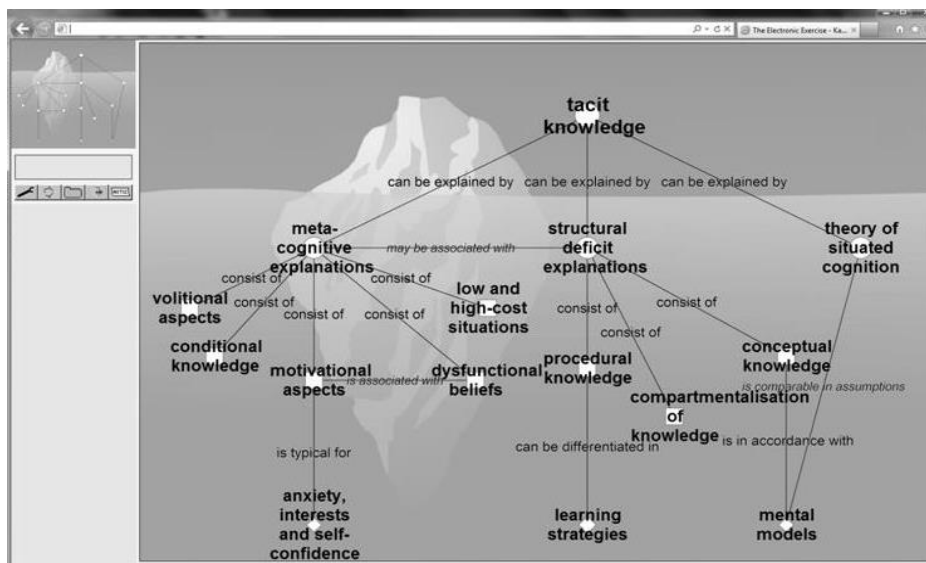


Abb. 6: Beispiel für eine Lernressource mit adaptiven Aufgaben

## 5 Fazit

Wissen wird vor allem durch Interaktion eines Lernenden mit einem Medium erworben. Die Art und Weise dieser Interaktion bestimmt jedoch die Qualität des dazugehörigen Lernvorgangs [PB06]. Gut vernetztes und anwendungsbereites Wissen kann erworben werden, wenn das Medium auf die Eingabe des Lernenden nach vordefinierten Regeln reagieren kann und damit interaktiv ist oder wenn sich die digitale Lernressource adaptiv an das Verhalten des Lernenden anzupassen vermag [PR06]. Dies scheitert jedoch oft an dem damit verbundenen Erstellungsaufwand oder an der mangelnden Qualität des Aufgabensatzes [Ke02]. In diesem Beitrag wurde gezeigt, wie mittels automatischer Aufgabenerstellung systematisch und unaufwändig Anwendungsaufgaben erzeugt werden können. Dazu wurde nicht nur das Resultat des Erstellungsprozesses aufgezeigt, sondern auch die einzelnen Teilschritte der Erzeugung dargestellt, die andere Autoren von digitalen Medien anleiten sollen, selbst Aufgaben mittels AIG zu erstellen.

## Literaturverzeichnis

- [Em02] Embretson, S. E.: Generating Abstract Reasoning Items with Cognitive Theory. In: Item Generation for Test Development. Erlbaum Publishers, Mahwah, NJ, S. 219–250, 2002.
- [EY07] Embretson, S. E.; Yang, X.: Automatic Item Generation and Cognitive Psychology. In: Handbook of Statistics: Psychometrics 26, Elsevier, North Holland, UK, S. 747–768, 2007.
- [GL13] Gierl, M. J.; Lai, H.: Using Weak and Strong Theory to Create Item Models for Automatic Item Generation: Some practical Guidelines with Examples. In: Automatic Item Generation: Theory and practice. Routledge, New York, S. 26–39, 2013.
- [GLT12] Gierl, M. J.; Lai, H.; Turner, S. R.: Using Automatic Item Generation to Create Multiple-Choice Test Items. Medical Education 46/8, S. 757–765, 2012.
- [Gr04] Grabowski, B. L.: Generative Learning Contributions to the Design of Instruction and Learning. In: Handbook of Research on Educational Communications and Technology. Erlbaum, Mahwah, New Jersey, S. 719–743, 2004.
- [Ha02] Haak, J.: Interaktivität als Kennzeichen von Multimedia und Hypermedia. In: Information und Lernen mit Multimedia und Internet. Beltz, Weinheim, S. 127–136, 2002.
- [HG09] Hasselhorn, M.; Gold, A.: Pädagogische Psychologie: Erfolgreiches Lernen und Lehren. W. Kohlhammer Verlag, Stuttgart, 2009.
- [Ke01] Kerres, M.: Multimediale und telemediale Lernumgebungen: Konzeption und Entwicklung. Oldenbourg Verlag, München, 2001.
- [Ke02] Kerres, M.: Online- und Präsenzelemente in hybriden Lernarrangements kombinieren. In: Handbuch E-Learning. Fachverlag Deutscher Wirtschaftsdienst, Köln, S. 1–19, 2002.
- [Ki09] Kintsch, W.: Learning and Constructivism. In: Constructivist Instruction: Success or Failure? Routledge/Taylor & Francis Group, New York, S. 223–241, 2009.
- [KNP04] Körndle, H.; Narciss, S.; Proske, A.: Konstruktion interaktiver Lernaufgaben für die universitäre Lehre. In: Campus 2004. Kommen die digitalen Medien an den Hochschulen in die Jahre? Waxmann, Münster, S. 57–67, 2004.
- [Le02] Leutner, D.: Adaptivität und Adaptierbarkeit multimedialer Lehr- und Informationssysteme. In: Information und Lernen mit Multimedia und Internet. Beltz, Weinheim, S. 127–136, 2002.
- [PR06] Petko, D.; Reusser, K.: Das Potenzial interaktiver Lernressourcen zur Förderung von Lernprozessen. In: E-Learning – Eine multiperspektivische Standortbestimmung. Haupt Verlag, Bern, S. 183–207, 2006.
- [PB06] Preussler, A.; Baumgartner, P.: Qualitätssicherung in mediengestützten Lernprozessen – zur Messproblematik von theoretischen Konstrukten. In: Qualitätssicherung im E-Learning. Waxmann, Münster, S. 73–85, 2006.
- [Re96] Renkl, A.: Träges Wissen: Wenn Erlerntes nicht genutzt wird. Psychologische Rundschau 47, S. 62–78, 1996.