

„Der Zahlenteufel“

*Vergleich einer Lernsoftware mit
ihrer literarischen Quelle*

**von
Tobias Hübner**

1. Einleitung

Wie muss eine gute Lernsoftware aussehen? Während sich die Experten in den Verlagen und Schulen noch immer darum streiten, welches Konzept eine solche Software zu verfolgen hat, ist der Markt bereits mit einer Vielzahl an Titeln überschwemmt. Sie geben die unterschiedlichsten Antworten auf die Frage, wie Lernen am Computer zum Erfolg führen kann. Vom stumpfen Auswendiglernen durch ständige Wiederholung bis hin zum entdeckenden, selbst gesteuerten Lernen, ist alles vertreten.

Beim Lernen, auch beim Lernen am Computer, gibt es, was die *Lernmethode* anbelangt, keinen Königsweg. Sie ist immer abhängig vom *Lerngegenstand*, sowie dem Alter und der Sozialisation des Benutzers. Dennoch unterscheiden sowohl Pädagogen als auch Gehirnforscher zwischen guten und schlechten Lernmethoden. Der tägliche, lebendige Umgang mit einer Sprache in einem für den Sprecher neuen Land wird beispielsweise eher zum Erlernen einer Sprache führen, als wenn man sich mit dem Eifer eines Hieroglyphikers an die Lektüre eines fremdsprachlichen Buches macht.

Wann aber ist Lernen erfolgreich? Wenn man anschließend keine weiteren Fragen mehr hat? Wenn es zum Bestehen einer Klausur führt? Wenn man durch den gelernten Stoff ‚fürs Leben lernt‘? Im Bereich Schule lassen sich solcherlei Fragen mit Hilfe eines Lehrplans (vordergründig) beantworten, aber wie sieht es außerhalb dieser starren Institution aus? In der ‚anarchischen‘ Lernwelt außerhalb der Schule existieren Prachtstücke, die Kinder, Jugendliche und Erwachsene ohne jeden institutionellen Zwang kreativ und spannend an neue Themen heranzuführen oder ‚Wissensblockaden‘ einreißen, die aufgrund eines schlechten Lehrers, eines negativen Ereignisses oder aufgrund von einfachem Desinteresse oder gar Ignoranz bestehen. Zu solchen

Kleinodien, die auch kommerziell betrachtet von großem Erfolg gekrönt sind, gehören beispielsweise Jostein Gaarders Roman „Sophies Welt“, Tahar Ben Jellouns Gespräch mit seiner Tochter, das unter dem Namen: „Papa, was ist ein Fremder?“ erschien oder Hans Magnus Enzensbergers ‚Kopfkissenbuch‘: „Der Zahlenteufel“.

Alle diese Beispiele verknüpfen das Wissen um einen Sachverhalt, sei es Philosophie, Völkerverständigung oder Mathematik, mit einer interessanten Geschichte und versuchen, (fast nebenbei) Antworten auf die scheinbar einfachsten Fragen zu geben. Im Falle von Sofies Welt lautet diese einfache Frage, die den Weg für die Beschäftigung mit der Philosophie ebnet: Wer bin ich? Tahar Ben Jelloun beginnt sein Werk mit der Frage: Was ist Rassismus? Hans Magnus Enzensberger lässt in seinem Buch den kleinen Robert den Zahlenteufel fragen, wozu es denn im Zahlensystem eigentlich die ‚0‘ gibt? Bemerkenswert ist, dass sich diese Fragen (leider) deutlich von denen unterscheiden, die in der Schule gestellt werden. Der Grund hierfür ist, dass sie sich sowohl vom Schüler, als auch vom Lehrer nicht so leicht beantworten lassen und dürfen sich Lehrer an Deutschlands Schulen so etwas erlauben - eine Frage zu stellen, auf die sie selbst keine eindeutige Antwort haben?

Dabei sind es diese Fragen, die zum Denken anregen und die Lebenswelt der Schüler in ganz besonderer Weise betreffen. Sie wecken die Neugierde und das kreative Denken. Wo komme ich her und wo gehe ich hin? Hatten Menschen schon immer Vorurteile? Ist doppelt unendlich mehr als nur einmal unendlich? Solche Fragen müssen mit Witz und Kreativität beantwortet werden und Glanzstücke, wie die oben genannten Titel, zeichnet eben diese Fähigkeit der geistreichen Beantwortung einfacher Fragen aus. Solche Glücksfälle sind jedoch auch im 21. Jahrhundert noch fast ausschließlich Bücher. Aber Computerprogramme beginnen hier und dort langsam damit, dieses Monopol zu stürzen. Die Vorteile liegen auf der Hand: Was andere Medien, wie das (Bildungs-) Fernsehen nie geschafft haben, stellt für intelligent programmierte Software kein Problem mehr dar: Sie kann den Rezipienten und seine Handlungen integrieren und darauf reagieren, was ein immenser Vorteil gegenüber dem passiven Betrachten eines Fernsehprogramms ist.

Im Folgenden soll es um den seltenen Fall gehen, dass eines dieser Bücher in ein kommerziell fast ebenso erfolgreiches Computerprogramm umgesetzt worden ist. Es handelt sich um das bereits erwähnte Buch „Der Zahlenteufel. Ein Kopfkissenbuch für alle, die Angst vor der Mathematik haben“ von Hans Magnus Enzensberger. Dabei soll die Frage im Vordergrund stehen, wie die Umsetzung erfolgte und welche Vor- und Nachteile die unterschiedlichen Medien bieten.

Vorweg sei noch ein Wort zur Vorgehensweise dieser Arbeit gesagt: Da sich das Buch und die Lernsoftware von der Gestaltung, dem Aufbau und den Dialogen kaum unterscheiden, wird im Folgenden vorwiegend aus dem Buch zitiert. Dies liegt in der Tatsache begründet, dass Zitate aus Büchern praktikabler, eindeutiger und leichter nachzuschlagen sind, da die Software die Dialoge nur per Sprachausgabe realisiert und nicht als Text auf dem Bildschirm. Nur wenn sich zu einem Dialog aus dem Buch kein ähnliches Äquivalent in der Software findet, wird dies gesondert vermerkt. Im nun kommenden, ersten Teil dieser Hausarbeit steht zunächst das Buch „Der Zahlenteufel“ von Hans Magnus Enzensberger im Vordergrund. Im zweiten Teil wird die Lernsoftware genauer evaluiert und schließlich werden im dritten Teil die beiden Produkte miteinander verglichen.

2. Tabellarischer Überblick über die Geschichte

Im Folgenden soll ein erster Überblick über den Aufbau des Buches gegeben werden, der, wie bereits erwähnt, mit dem der Lernsoftware weitgehend übereinstimmt.¹ Dies soll dazu dienen, einen Referenzrahmen herzustellen, mit dessen Hilfe später gezeigt werden kann, wie bei der Umsetzung des Buches in eine Lernsoftware vorgegangen worden ist und wie diese zu bewerten ist. Die Bilder stammen ebenfalls aus dem jeweiligen Kapitel des Buches. Sie wurden von Rotraut Susanne Berner angefertigt, die auch für die Illustration der Lernsoftware verantwortlich war. Eingeklammerte Seitenangaben in der Tabelle beziehen sich auf: „Hans Magnus Enzensberger, Der Zahlenteufel“

Die erste Nacht

Robert lernt den Zahlenteufel kennen; er zeigt ihm, dass alle Zahlen im Prinzip aus lauter Einsen zusammengesetzt sind und dass es unendlich viele von ihnen gibt; Zahlen können auch unendlich klein sein; als letztes zeigt der Zahlenteufel Robert, wie man alle Ziffern aus Einsen gewinnen kann: $11 \times 11 = 121$, $111 \times 111 = 12321$, $1111 \times 1111 = 1234321$ usw.

Die zweite Nacht

Der Zahlenteufel klärt Robert über den Nutzen der Null auf; das Potenzieren von Zahlen wird mit dem Begriff ‚hopsen‘ eingeführt. An dieser Stelle zeigt sich bereits, dass in dem Buch ein eigenes,

¹ Leider bietet die Lernsoftware nur zehn statt der zwölf Nächte im Buch, doch dazu später mehr.

anschauliches Vokabular für mathematische Vorgänge eingeführt wird. Erst am Ende des Buches werden die in der Schule und Wissenschaft gebräuchlichen Begriffe aufgezählt.

Die dritte Nacht

Der Zahlenteufel zeigt Robert, wie man dividiert, führt Zahlen, die sich nicht teilen lassen, als ‚prima Zahlen‘ ein und erklärt, wie man sie finden kann; es folgen eine handvoll Spielereien mit den Primzahlen, z.B. dass es zwischen einer Zahl und dem Doppelten von ihr immer mindestens eine Primzahl gibt und dass jede gerade Zahl die Summe zweier Primzahlen ist.

Die vierte Nacht

Der Zahlenteufel weist Robert in die Bruchrechnung ein und beweist, dass 0,99999 (vom Zahlenteufel ‚unvernünftige Zahl‘ genannt) genauso viel wie 1 ist; dann führt er das Wurzel ziehen unter dem Namen ‚rückwärtshopsen‘ oder auch ‚Rettich ziehen‘ ein; um die Zahl $\sqrt{2}$ zu erklären, benutzt er die graphische Darstellung eines Quadrats, denn die Diagonale eines Quadrats mit der Kantenlänge eins ist $\sqrt{2}$; Der Zahlenteufel führt schließlich noch den Beweis, indem er ein zweites Quadrat über der Diagonalen konstruiert.

Die fünfte Nacht

In dieser Nacht konstruiert Robert Dreiecke und lässt sich über die Besonderheiten der Dreieckszahlen (vom Zahlenteufel ‚dreieckige Zahlen‘ genannt) belehren; Der Zahlenteufel zeigt, dass sich jede Zahl aus höchstens drei Dreieckszahlen konstruieren lässt und dass zwei nebeneinanderliegende ‚dreieckige Zahlen‘ eine ‚gehopste Zahl‘ ergeben; zum Schluss zeigt er Robert noch, wie Quadrate diese ‚gehopsten Zahlen‘, also die Quadratzahlen, veranschaulichen können.

Die sechste Nacht

Neu eingeführt werden hier die ‚Bonatschi-Zahlen‘, die in der Wissenschaft als Fibonacci-Folge bekannt ist. Hier bei handelt es sich um die Zahlenfolge: 1,1,2,3,5,8,13,21 usw., die entsteht, wenn man folgendermaßen rechnet: $1=1$, $1+1=2$, $1+2=3$, $2+3=5$, $3+5=8$ usw.; diese Zahlenfolge lässt sich in der Natur wiederentdecken, beispielsweise bei der Fortpflanzung von Hasen oder dem Wachstum von Bäumen.

Die siebente Nacht

Der Zahlenteufel macht Robert mit einer merkwürdigen Zahlenpyramide (dem Pascal'schen Dreieck) bekannt, die einem das Rechnen vieler Aufgaben erleichtert. An ihm lassen sich die ‚dreieckigen Zahlen‘, die ‚gehopsten Zahlen‘ und die ‚Bonatschi Zahlen‘ ablesen. Am Ende des Kapitels befindet sich ein weißes Pascal'sches Dreieck zum ausmalen.

Die achte Nacht

Robert befindet sich zusammen mit dem Zahlenteufel plötzlich in der Schule. Hier lernt er, wie viele Möglichkeiten es gibt, drei Mitschüler auf drei Plätze zu verteilen, nämlich genau $1 \times 2 \times 3 = 6$ Möglichkeiten, oder, wie es der Zahlenteufel nennt, ‚drei wumm!‘ (drei Fakultät). Bei elf Leuten (elf wumm!) wären es schon fast vierzig Millionen Möglichkeiten. Viel zu viel, um es auszuprobieren, stellt Robert fest. Aber, wie der Zahlenteufel sagt: „mit ein bißchen Mathematik geht eben alles schneller.“ (S. 157) Will man hingegen nur die Zahl der Händedrucke ausrechnen, kann man sich leicht an dem Zahlendreieck orientieren, denn es handelt sich hierbei um ‚dreieckigen Zahlen‘.

Die neunte Nacht

Robert ist krank. Der Zahlenteufel kommt ihn jedoch auch diese Nacht im Traum besuchen und weiht ihn in das Geheimnis der Unendlichkeit von Zahlenfolgen ein. So wie es unendlich viele natürliche Zahlen gibt, gibt es auch unendlich viele ungerade und gerade Zahlen, unendlich viele ‚dreieckige Zahlen‘, ‚prima Zahlen‘, ‚Bonatschi Zahlen‘ usw.

Die zehnte Nacht

Der Zahlenteufel führt Robert vor, dass, wenn man zwei nebeneinander stehende ‚Bonatschi-Zahlen‘ dividiert (die größere durch die kleinere), sich das Ergebnis, je weiter man die Rechnung fortführt, immer mehr der Zahl 1,618033989... annähert. Dieselbe Zahl ergibt sich auch, wenn man die Linien eines in einem Fünfeck gezeichneten Sterns miteinander vergleicht. Schließlich verallgemeinert der Zahlenteufel dieses Phänomen, indem er sagt, dass die Anzahl der Knotenpunkte einer Figur plus die Anzahl der Flächen einer Figur minus die Zahl der Linien immer eins ergibt. Am Ende des Kapitels befindet sich noch eine Geometriefigur zum Ausschneiden.

Die elfte Nacht

Robert wird im Traum von vielen Klonen seines Mathematiklehrers Dr. Bockel durch die Stadt gejagt, bis ihn der Zahlenteufel rettet und ihm beibringt, wie wichtig in der Mathematik der Beweis ist. Ausprobieren ist zwar schön und gut, aber erst wenn ein Phänomen für alle Zahlen bewiesen ist,

besitzt es Gültigkeit. Dieser Gang der Beweisführung vergleicht der Zahlenteufel mit dem Überqueren eines reißenden Flusses. Einige Steine (=Beweise) liegen bereits im Fluss. Auf ihnen kann man sicher stehen und versuchen, das andere Ufer zu erreichen ohne nass zu werden. Viele mathematische Probleme, die einfach aussehen, sind unglaublich schwer zu beweisen, z.B. dies: „Stell dir vor, du fährst nach Amerika, und dort hast du fünfundzwanzig Bekannte. Jeder von denen wohnt in einer anderen Stadt, und du willst sie alle besuchen. Jetzt nimmst du dir die Landkarte vor und überlegst dir, wie du das am besten anstellst. Möglichst wenige Kilometer, damit du nicht soviel Zeit und nicht soviel Benzin für dein Auto brauchst. Was ist die kürzeste Route? Wie kriegst du das am besten hin? Hört sich ganz einfach an, oder? Aber ich kann dir sagen, an dem Problem haben sich schon viele die Zähne ausgebissen. Die ausgefuchstesten Zahlenteufel haben versucht, diese Nuß zu knacken, doch ganz hat es noch keiner geschafft.“ (S.226)

Die zwölfte Nacht

Zum ersten Mal seit Beginn der Erzählung hat Robert keine Alpträume mehr. Der Zahlenteufel besucht ihn ein letztes Mal und bringt ihm eine Einladung mit. Robert erfährt, dass der Zahlenteufel Teplotaxl heißt und fliegt mit ihm ins Zahlenparadies. Hier treffen die beiden viele bekannte Mathematiker und erfahren, worüber sie sich den Kopf zerbrechen, Dort ist z.B. Lord Rüssel (Bertrand Russell), der behauptet: „Alle Engländer sind Lügner. Aber was ist, wenn *ich* das sage? Ich bin schließlich selber ein Engländer. Also lüge ich auch. Aber dann kann das, was ich eben behauptet habe, nicht stimmen: daß alle Engländer lügen. Wenn sie aber die Wahrheit sagen, dann muß auch das, was ich vorhin gesagt habe, wahr sein. Also lügen wir doch!“ (S. 238) Sie treffen außerdem Dr. Klein (Felix Klein), Professor Cantor (Georg Cantor), Eule (Leonhard Euler), Professor Gauß (Carl Friedrich Gauß), Bonatschi (Leonardo von Pisa) und andere. Es gibt auch ein Oberhaupt im Zahlenhimmel: „Der Allergrößte wohnt ganz da oben, wo die Treppe aufhört, in den Wolken. [...] Den haben wir noch kein einziges Mal zu Gesicht bekommen. Aber wir verehren ihn alle. Er ist das Oberhaupt aller Zahlenteufel, denn er hat die Eins erfunden. Wer weiß, vielleicht ist er ja gar kein Mann. Vielleicht ist er eine Frau!“ (S. 245 f.) Robert bekommt den ‚pythagoräischen Zahlenorden fünfter Klasse‘ verliehen und muss sich von Teplotaxl verabschieden. Als er am nächsten Tag wieder in der Klasse bei Dr. Bockel sitzt und eine schwere Aufgabe ausrechnen muss, erinnert er sich an die Tricks des Zahlenteufels und rechnet sie schneller als alle anderen aus. „Woher weißt du das? Fragte Dr. Bockel. Ooch, antwortete Robert, das rechnet sich doch fast von selber. Und er griff nach dem kleinen Sternchen unter seinem Hemd und dachte dankbar an den Zahlenteufel.“ (S. 253)

Anhang

Im Anhang befindet sich noch eine Warnung:

„Im Traum ist alles ganz anders als in der Schule oder in der Wissenschaft. Wenn sich Robert und der Zahlenteufel miteinander unterhalten, drücken sie sich manchmal ziemlich sonderbar aus. Das ist auch kein Wunder, denn *Der Zahlenteufel* ist eben eine merkwürdige Geschichte. Aber glaubt nur nicht, daß alle Leute die Traumwörter, die die beiden in den Mund nehmen, verstehen! Euer Mathematiklehrer zum Beispiel, oder eure Eltern. Wenn ihr zu denen *hopsen* oder *Rettich* sagt, dann verstehen sie gar nicht, was das heißen soll. Bei den Erwachsenen hört sich das nämlich ganz anders an: Statt *hopsen* sagen sie *quadrieren* oder *potenzieren*, und statt *Rettich* schreiben sie *Wurzel* an die Tafel. Die *prima Zahlen* heißen im Mathematikunterricht *Primzahlen*, und nie und nimmer wird euer Lehrer *fünf wumm!* sagen, denn dafür hat er ein Fremdwort, und das heißt: *fünf Fakultät*. Im Traum gibt es allerdings solche Fachausdrücke nicht. Kein Mensch träumt in lauter Fremdwörtern. Wenn sich also der Zahlenteufel bildlich ausdrückt und die Zahlen hopsen lässt. Statt sie zu potenzieren, dann ist das kein bloßer Kinderkram: Im Traum machen wir alle, was wir wollen. Im Unterricht aber wird nicht geschlafen und selten geträumt. Deshalb hat euer Lehrer recht, wenn er sich so ausdrückt wie alle Mathematiker auf der Welt. Bitte richtet euch danach, sonst könnte es in der Schule Ärger geben.“ (S. 254)

Im Anschluss findet sich außerdem noch eine ‚Such- und Findeliste‘, in der alle Ausdrücke, die im Buch verwendet werden, zu finden sind und mit einer Seitenangabe und dem dafür gebräuchlichen Fachwort auftauchen.

3. Besondere Merkmale des Buches

Das Buch erzählt, was zunächst einmal wenig spektakulär und außergewöhnlich ist, eine *Geschichte*. Es ist die Geschichte von Robert, der an Albträumen leidet, den Zahlenteufel kennen lernt und das im Traum gewonnene Wissen schließlich auch in der Schule einsetzen kann. Es ist somit gewissermaßen auch eine ‚Bildungserzählung‘, die von der Überwindung von Ängsten berichtet. Die mathematischen Übungen, die Robert erfolgreich löst, führen dazu, dass er schließlich „zum großen Abendessen in der Zahlenhöhle / im Zahlenhimmel“² eingeladen wird, wo er lauter bekannte Mathematiker mitsamt ihren Studien kennen lernt und den „pythagoräischen Zahlenorden fünfter Klasse“³ erhält.

Die Umsetzung des Buches in ein Softwareprodukt für den Computer bot sich geradezu an, denn bereits das Buch ist auf Interaktivität mit dem Leser ausgelegt. Immer wieder finden sich Aufgaben,

² Hans M. Enzensberger, *Der Zahlenteufel*, S. 235.

³ Ebd. S. 248.

die der Leser (indem er in das Buch hineinschreibt oder Tabellen ausmalt) lösen soll, bevor er weiterliest. Diese Aufgaben wurden für die elektronische Version erheblich ausgebaut und mit Spielen ergänzt, die als Belohnung dienen. Der Untertitel des Buches lautet: „Ein Kopfkissenbuch für alle, die Angst vor der Mathematik haben.“ Was ist ein Kopfkissenbuch? Sicherlich eines, das für die abendliche Lektüre von Lesern gedacht ist, die vor dem Einschlafen noch einmal in eine andere Welt entführt werden, in der andere Gesetze und Regeln herrschen. Es bietet sich an, jede Nacht ein Kapitel zu lesen und sich in die phantasievolle Welt der Zahlen entführen zu lassen. Es ist auch sehr gut zum Vorlesen geeignet, wobei die Eltern eventuell vorhandene Verständnisschwierigkeiten beseitigen und schwierige Passagen erläutern können.

Am Ende eines Kapitels bietet das Buch sogar manchmal eine Bastel- oder Malvorlage, die, um es vorwegzunehmen, in der Softwareversion leider fehlt. Dabei wäre es ohne Probleme möglich gewesen, Vorlagen zum Ausdrucken in das Programm zu integrieren.

4. Die Struktur des Programms

Zunächst ist ein klassischer Aufbau von Darbietung, Einübung und Kontrolle bei der Software zu erkennen. Die einzelnen Nächte sind so aufgebaut, dass der Benutzer zunächst eine gegliederte Darbietung des Inhalts durch den Zahlenteufel erhält. Damit orientiert sich die Software in der inhaltlichen Gestaltung, (wie das Buch mit seiner Unterteilung in Kapitel), an der Zerlegung in „*Konzeptuelle Einheiten*“⁴. Diese nehmen in ihrer Komplexität sukzessive und aufeinander aufbauend⁵ zu und lassen damit eine Hierarchie der Lernziele erkennen. Bei der Darbietung, oder, um es konkreter zu formulieren, bei der fremdgesteuerten Step-by-Step-Präsentation⁶, lässt sich den kognitiven Lehr-Lern-Theorien zuzurechnende Konzeption des so genannten Cognitive

⁴ Vgl. Süß / Freitag, S. 113: „Eine konzeptuelle Einheit lässt sich als kleinster thematisch hinreichend abgeschlossener Baustein definieren.“

⁵ Beispielsweise knüpft die zweite Nacht an die erste Nacht, in der die Einsen behandelt wurden, an, indem das Hintergrundbild der Gesprächssituation Einsen in Baumform aufweist.

⁶ Vgl. Weidenmann u.a., Reduktion der Komplexität von Text-Bild-Kombinationen, S. 74. Unter anderem wird hier auch auf S 75 auf die Vorteile einer Sequenzierung hingewiesen, die in der Entlastung des „Entcodieren[s] sowohl im Hinblick auf das Strukturieren (Reihenfolge erkennen, Erfassen von Relationen usw.) wie auf das Erfassen der einzelnen Bildelemente (die Gefahr etwas zu übersehen, wird reduziert).“ bestehen.

Apprenticeship⁷ wieder finden. Diese zeichnet sich aus durch ein „Verständnis von Lehren und Lernen als dem gemeinsamen methodischen Handeln zweier oder mehrere Partner, durch das einer von ihnen sich ‚Lerngegenstände‘ (hier als praktische oder theoretische Fertigkeiten definiert) aneignet und dabei vermittels geeigneter Handlungen des anderen (z.B. durch Vormachen und Hilfestellung bei der Ausführung einer Fertigkeit) angeleitet und unterstützt wird.“⁸ Diesem Ansatz entsprechend findet sich bei den Lehr-Lern-Methoden die Abfolge von 1. ‚Modeling‘ (Beobachten eines Experten) und ‚Articulation‘ (Verbalisierung eigener Gedanken), 2. ‚Coaching‘ (Nachahmung unter Hilfestellungen des Programms) und 3. ‚Exploration‘ (bei ähnlichen Aufgaben werden erworbene Lösungsstrategien angewandt).⁹ Wie im Buch werden die Inhalte in unterschiedlichen Darstellungsweisen anschaulich präsentiert.¹⁰ Der Inhalt wird dabei im Hinblick auf die Wahl der sprachlichen und bildlichen Darstellungsmittel adressatengerecht vermittelt. Allerdings erfolgt die Präsentation weitgehend ohne eindeutige Zielformulierung und Hinweise auf die benötigten Voraussetzungen. Ohne zu wissen, was auf einen selber zukommt, beginnt der ‚Traum‘ und erst nach und nach versteht man, um was es sich dabei genau handelt.

Dies hat jedoch für den Lernprozess vor allem Vorteile, denn zunächst einmal wird so der Gefahr entgegengewirkt, den Benutzer zu demotivieren. Wird die Software von einer Person genutzt, die im Bereich der Mathematik Verständnisschwierigkeiten hat, würde die direkte Benennung des Inhaltes, beispielsweise mit dem Begriff des ‚Potenzierens‘ oder der ‚Bruchrechnung‘, wahrscheinlich demotivieren. Durch die interessante Verpackung des Inhalts und die lustige Ausdrucksweise des Zahlenteufels wird einer ‚Abstoßungsreaktion‘ entgegengewirkt. Indem das Programm also zunächst geschickt von der eigentlichen Mathematik ablenkt, führt es den Benutzer auf anderem Weg eigentlich erst zu ihr.

Gleichzeitig erhöht es die Spannung und damit die Aufmerksamkeit des Lernenden, hinter den Sinn des Vorhabens vom Zahlenteufel zu kommen. Ein weiterer Aspekt, der das Aktivitätspotential steigert, ist die Unabsehbarkeit der Aufgaben am Ende einer jeden Nacht. Nur mit den vom Zahlenteufel erhaltenen Informationen kann die jeweilige Aufgabe gelöst werden. Darüber hinaus dient sie der Abwechslung. Es handelt sich also meist um Wiederholungsaufgaben, die zudem durch

⁷ Vgl. dazu ausführlich Seel u.a., Didaktisches Design multimedialer Lernumgebungen, S. 87-119.

⁸ Ebd., S. 91.

⁹ Vgl. dazu Seel u.a., Didaktisches Design multimedialer Lernumgebungen, S.92. Auch die zunehmende Schwierigkeit und Komplexität der Inhalte entspricht dem Sequenzierungsdenken des Cognitive Apprenticeship (Ebd., S. 92 f.).

¹⁰ Diese Aspekte werden auch in der Expertenbefragung als ausschlaggebend für die Akzeptanz genannt. Vgl. Tergan, Bildungssoftware im Urteil von Experten, S. 141f.

ihren geringen Anforderungsgrad ein Erfolgserlebnis garantieren kann und den Benutzer motiviert. Zudem stellen sie innerhalb des Programms eine fremdbestimmte Pause dar, in der der Benutzer nochmals die vorangegangene Sequenz resümieren kann.

Die Aufgaben müssen aber nicht zwangsweise durch den Benutzer selbst gelöst werden. Es besteht auch die Möglichkeit, diese durch „Robert“ (also durch das Programm) lösen und damit vorführen zu lassen. Des Weiteren schließt jede Nacht mit einem Spiel ab, in der der zuvor dargelegte Sachverhalt, mit dem Anreiz, Punkte zu sammeln, spielerisch verpackt eingeübt werden soll.

5. Auszeichnungen der Software

Im direkten Vergleich zu anderer Lernsoftware setzt sich „der Zahlenteufel“ bereits durch seinen finanziellen Erfolg und die durchweg positive Resonanz in der Fachpresse ab. Bestätigt wird dies durch die zahlreichen Preise, die das Programm bereits gewonnen hat: die ‚Giga-Maus 2003‘, den ‚Tommi 2003‘, die Höchstauszeichnung (6 Mäuse) von Thomas Feibel und als Krönung sogar den Digita-Preis 2004. Die Kinderjury, die dem Programm den ‚Tommi‘ verlieh, nannte folgende Gründe für ihre Wahl:

Beim "Zahlenteufel" wird der Spieler in die Geschichte einfach hineingezogen und vergisst dabei fast, dass es um Mathematik geht. Mathe wird hier verblüffend leicht erklärt. Wir waren ziemlich überrascht, dass der Teufel so manche mathematische Nuss verständlich erklären konnte. Gut fanden wir auch, dass man sich aussuchen kann, ob der Spieler selbst rechnet oder Robert rechnen lässt. Nach jedem Thema gibt es ein Spiel: Das macht viel Spaß und man kann sich selbst kontrollieren. Durch die Spiele prägt man sich die Rechenkombinationen besser ein. Selbst, wenn man nicht alle Aufgaben beherrscht, kann man weiterspielen. Das Lexikon erklärt alles noch einmal kurz und trotzdem genau. Wir werden es sicher für Mathe noch mal gebrauchen können oder einfach nur so spielen. Der Witz, der vom Zahlenteufel ausgeht, macht das Lernen viel interessanter als bei so manchem Mathelehrer in der Schule.¹¹

Dieses Zitat beweist, dass das Konzept der Software überaus erfolgreich ist. Die „10 coolen Mathe-Spiele“¹² und das Sammeln „wertvoller Punkte“¹³ sind Komponenten, ohne die zwar ein Buch erfolgreich sein kann, nicht aber eine für Kinder produzierte Software.

¹¹ <http://www.deutscherkindersoftwarepreis.de/ksp/preise2003.htm>.

¹² Vgl. Packungsrückseite.

¹³ Vgl. Packungsrückseite.

6. Abschließender Vergleich

Der Vergleich zwischen dem Buch und der Software ist überaus aufschlussreich, wenn man verstehen möchte, worin die Vorzüge und Nachteile der beiden Medien bestehen. Während das Buch, wie bereits erwähnt, zunächst einmal **eine Geschichte erzählt**, ist die Lernsoftware in erster Linie eine **Sammlung von mathematischen Spielereien**, die mit einer Hintergrundgeschichte angereichert ist und darauf abzielt, mathematische Fertigkeiten zu vermitteln und deren Anwendung zu überprüfen. Ein Vorteil der Software liegt allerdings in der spezifischen Form des Storyboardings.

Die dargestellten Situationen können durch den Einsatz von Intonation dramaturgisch ergänzt und bereichert werden. Dadurch kann das Interesse und die Motivation gesteigert werden. Zudem kann dadurch bestimmten Aussagen der Figuren ein besonderes Gewicht beigemessen werden. Beispielsweise kann die Intonation auch die verschiedenen Positionen vom Zahlenteufel, dessen oberstes Gebot die Genauigkeit ist, und von Robert, der diesbezüglich weniger Sorgfalt walten lässt, verstärken.¹⁴

Völlig unverständlich ist es, warum die Software den großartigen „transzendenten“ Schlussteil des Buches außer Acht lässt. Statt der zwölf Nächte im Buch bietet die Software nur zehn Nächte. In der elften Nacht werden die bereits vorher im Programm auftauchenden Spiele gegen den Zahlenteufel oder einen menschlichen Gegner gespielt, um sich bei entsprechend hoher Punktezahl in eine Highscoreliste im Internet einzutragen zu können.

Der große Vorteil der Software gegenüber dem Buch liegt natürlich darin, dass der Benutzer selber beweisen kann, ob er das Gelernte verstanden hat. Erwähnt sei hier besonders das Spiel: „Der Schatz des Teplotaxl“¹⁵, in dem man römische Zahlen aus Buchstaben zusammensetzen muss. Diese Art des ‚drill and practice‘ ist sicherlich die effektivste Methode, um dieses und andere mathematische Themen, wie etwa die Primzahlen, zu lernen.

Obwohl sich das Programm inhaltlich sehr stark an dem Buch orientiert, ist es im Hinblick auf die mediale Gestaltung, sowohl in technischer, wie auch in didaktischer Hinsicht, eine generell positiv

¹⁴ Vgl. den Dialog auf S. 7 im Buch und innerhalb der Software zum Ende der ersten Nacht. Vgl. auch: Issing, Instruktionsdesign für Multimedia, S. 211.

¹⁵ Auch wenn in der Software der wirkliche Name des Zahlenteufels nicht bekannt gegeben wird, ermöglicht es ein genaues Aufpassen bei diesem Spiel dem Benutzer, den Namen des Teufels dennoch herauszufinden. Die Steinplatten, die innerhalb dieses Spiels durch die richtigen Zahlenkombinationen weggeschoben werden müssen, und so den Schatz freilegen, enthalten nämlich ein Bild des Zahlenteufels.

zu bewertende Umsetzung. Der Inhalt wird nicht einfach, wie heute noch oft anzutreffen¹⁶, im Design elektronischer Bücher dargestellt. Vielmehr wurde bei der Umsetzung eine Vielzahl medientechnischer und mediendidaktischer Kriterien beachtet, die zudem sinnvoll in die Software integriert wurden.

¹⁶ Schulmeister, Grundlagen hypermedialer Lernsysteme, S. 299.

Literatur

Baumgartner, Peter: Didaktische Anforderungen an (multimediale) Lernsoftware. In: Issing, Ludwig J.; Klimsa, P.(Hrsg.): Information und Lernen mit Multimedia., Weinheim 1995, S. 241-252.

Bodendorf, Freimut: Computer in der fachlichen und universitären Ausbildung. München, Wien 1990. (= Handbuch der Informatik, Bd. 15.1)

Enzensberger, Hans Magnus: Der Zahlenteufel [Software]. Das Mathematik-Erlebnis auf CD-ROM. Illustriert von Rotraut Susanne Berner, München 2003.

Enzensberger, Hans Magnus: Der Zahlenteufel. Ein Kopfkissenbuch für alle, die Angst vor der Mathematik haben, München 1999.

Fricke, Reiner: Qualitätsbeurteilung durch Kriterienkataloge. Aus der Suche nach validen Vorhersagemodellen. In: Schenkel, Peter/ Tergan, Sigmar-Olaf/ Lottmann, Alfred (Hrsg.): Qualitätsbeurteilung multimedialer Lern- und Informationssysteme. Evaluationsmethoden auf dem Prüfstand. Nürnberg 2000, S.75-88. (=Reihe multimediales Lernen in der Berufsbildung).

Götz, Klaus: Zur Evaluierung beruflicher Weiterbildung. Band 1. Theoretische Grundlagen. Weinheim 1998².

Issing, Ludwig J.: Instruktionsdesign für Multimedia. In: Issing, Ludwig J.; Klimsa, P.(Hrsg.): Information und Lernen mit Multimedia., Weinheim 1995, S. 195-220.

Leutner, Detlev: Adaptivität und Adaptierbarkeit multimedialer Lehr- und Informationssysteme. In: Issing, Ludwig J.; Klimsa, P.(Hrsg.): Information und Lernen mit Multimedia., Weinheim 1995, S. 139-149.

Maier, Wolfgang: Mit Medien motivieren. Beispiele für den Unterricht. Wiesbaden 2001.

Malinowski, Tanja; Gersch, Martin: Didaktische Aufbereitung zur Gestaltung von Lernsoftware – Dargestellt an einem konkreten WTB-Entwicklungsbeispiel., Bochum 2003.

Mandl, Heinz; Gruber, Hans; Renkl, Alexander: Situiertes Lernen in multimedialen Lernumgebungen. In: Issing, Ludwig J.; Klimsa, P.(Hrsg.): Information und Lernen mit Multimedia., Weinheim 1995, S. 167-178.

Schenkel, Peter: Ebenen und Prozesse der Evaluation. In: Schenkel, Peter/ Tergan, Sigmar-Olaf/ Lottmann, Alfred (Hrsg.): Qualitätsbeurteilung multimedialer Lern- und Informationssysteme. Evaluationsmethoden auf dem Prüfstand. Nürnberg 2000, S.52-74. (=Reihe multimediales Lernen in der Berufsbildung).

Schulmeister, Rolf: Grundlagen hypermedialer Lernsysteme. Theorie – Didaktik – Design. Bonn, Paris u.a. 1996.

Seel, Norbert M.; Al-Diban, Sabine; Held, Susanne; Hess, Claudia: Didaktisches Design multimedialer Lernumgebungen. Theoretische Positionen, Gestaltungsprinzipien, empirische

Befunde. In: Dörr, Günter/ Jüngst, Karl Ludwig (Hrsg.): Lernen mit Medien. Ergebnisse und Perspektiven zu medial vermittelten Lehr- und Lernprozessen. Weinheim, München 1998, S. 7-120.

Süß, Christian; Freitag, Burkhard: Entwicklung und Nutzung von Teachware. In: Kammerl, Rudolf (Hrsg.): Computerunterstütztes Lernen. München, Wien 2000, S.110-129.

Tergan, Sigmar-Olaf: Bildungssoftware im Urteil von Experten. 10 + 1 Leitfragen zur Evaluation. In: Schenkel, Peter/ Tergan, Sigmar-Olaf/ Lottmann, Alfred (Hrsg.): Qualitätsbeurteilung multimedialer Lern- und Informationssysteme. Evaluationsmethoden auf dem Prüfstand. Nürnberg 2000, S.137-163. (=Reihe multimediales Lernen in der Berufsbildung).

Tergan, Sigmar-Olaf: Grundlagen der Evaluation: ein Überblick. In: Schenkel, Peter/ Tergan, Sigmar-Olaf/ Lottmann, Alfred (Hrsg.): Qualitätsbeurteilung multimedialer Lern- und Informationssysteme. Evaluationsmethoden auf dem Prüfstand. Nürnberg 2000, S.22-51. (=Reihe multimediales Lernen in der Berufsbildung).

Weidenmann, Bernd; Paechter, Manuela; Hartmannsgruber, Klaus: Reduktion der Komplexität von Text-Bild-Kombinationen durch Strategien der Sequenzierung und Strukturierung. In: Dörr, Günter/ Jüngst, Karl Ludwig (Hrsg.): Lernen mit Medien. Ergebnisse und Perspektiven zu medial vermittelten Lehr- und Lernprozessen. Weinheim, München 1998, S.67-85.