

# **Entwicklung und Erstellung eines webbasierten Tutoriums für Mathematikausbildung an der Hochschule Merseburg**

Masterarbeit

Hochschule Merseburg (FH)

Fachbereich Informatik und Kommunikationssysteme

Studiengang Informatik

eingereicht von:

Dana Lomott

Matr.-Nr.:

17195

Erstprüfer:

Prof. Dr. rer. nat. habil. Eckhard Liebscher

Zweitprüfer:

Dr. rer. nat. Thomas Meinike

Merseburg, 16. April 2013

# Inhaltsverzeichnis

Einleitung .....	1
1 Didaktische und methodische Grundlagen .....	3
1.1 E-Learning .....	3
1.2 Didaktische Grundlagen.....	9
1.3 Methodische Grundlagen .....	20
2 Umsetzung der didaktisch-methodischer Grundlagen in einem webbasierten Tutorium für Mathematikausbildung .....	30
2.1 Aufbau der Webseite – Groblernziele im Mathe-Tutorium.....	30
2.2 Feinlernziele und gehirngerechtes Lernen im Mathe-Tutorium .....	34
2.3 Lernzielkontrolle im Mathe-Tutorium.....	38
3 Technische Umsetzung der Webseite.....	42
3.1 HTML und CSS .....	45
3.2 JavaScript.....	54
3.3 MySQL - und MS Access Datenbank.....	59
3.4 PHP und SQL.....	65
3.5 Validierung .....	69
4 Ausblick.....	70
5 Anhang .....	I
5.1 Quellen.....	I
5.2 Abbildungsverzeichnis.....	III

## Einleitung

Ein Dozent hält Vorlesungen, gibt Seminare, Tutorien und Übungen, er präsentiert und vermittelt die Inhalte seines Fachgebietes, steht für Fragen zur Verfügung und bereitet Skripte oder Handouts für seine Studenten vor. Zur Nachbereitung steht außerdem noch eine Vielzahl von Fachbüchern zur Verfügung. Warum ein weiteres Tutorium, diesmal in elektronischer Form? Fast alle Studenten bringen ihren Laptop oder ein Smartphone in die Vorlesung oder Übung mit und sind online mit dem Internet verbunden. Bei auftretenden Problemen oder Fragen wird zuerst im Internet nach einer Lösung gesucht und für viele Studenten ersetzt das Smartphone sogar einen Taschenrechner. Der Student von heute hat andere, neue Verhaltensmuster entwickelt und dem trägt ein webbasiertes Tutorium Rechnung. Was bringt ein webbasiertes Tutorium einem Studenten? Ein webbasiertes Tutorium hat gegenüber einer Vorlesung viele Vorteile, aber auch Nachteile. Eine Vorlesung ist meist frontal, das heißt, der Dozent präsentiert sein Wissen. Der Student hört diese neuen Inhalte zum ersten Mal, schreibt mit, wird aber selten zur Mitarbeit aufgefordert. Bei Unklarheiten seitens des Studenten bleibt dem Dozent meist wenig Zeit diese zu klären, da er an enge Zeit- und Inhaltsvorgaben gebunden ist. Ein webbasiertes Tutorium hat genau dort seine Stärken wo eine Vorlesung Unterstützung braucht. Der Student kann mit Hilfe eines webbasierten Tutoriums die Vorlesung aufarbeiten, verstehen und Unklarheiten beseitigen. Die Interaktivität eines webbasierten Tutoriums regt den Studenten zur aktiven Mitarbeit an, der Student arbeitet am Problem und findet mit Hilfe des Tutoriums eine Lösung. Da ein webbasiertes Tutorium didaktisch und methodisch den Inhalt gut aufbereitet darbietet, ist es ein ideales Begleitmaterial zur Vorlesung. Der Student kann das webbasierte Tutorium als Nachschlagewerk benutzen oder als Lernmaterial und kann so neue Erkenntnisse gewinnen oder sein Wissen vertiefen. Ein webbasiertes Tutorium lädt zum „rumstöbern“ ein, es ist geduldig und immer verfügbar. Allerdings ist ein webbasiertes Tutorium auf seine eigenen Inhalte beschränkt, es kann das Wissen nur in der niedergelegten Form darbieten, es ist selten flexibel und nur beschränkt interaktiv. Bei Fehlern seitens des Studenten kann es kaum korrigierend eingreifen und auch keine Denkblockaden lösen. Hier bedarf es menschlicher Hilfe, die ein Dozent z. B. in Seminaren bieten kann.

So wie eine Vorlesung auf ein studienbegleitendes Lehrbuch nicht verzichten kann, ist sie auch auf neue Technologien, wie z. B. ein webbasiertes Tutorium angewiesen. Eine Vorlesung oder ein Lehrbuch allein reichen zur Wissensvermittlung (meist)

nicht aus, es bedarf anderer Unterstützung, die z. B. ein webbasiertes Tutorium geben kann. Vorlesung, Lehrbuch und ein webbasiertes Tutorium bilden eine Einheit, sie gehen Hand in Hand. Und so entstand die Idee, ein webbasiertes Tutorium für die Mathematikausbildung an unserer Hochschule zu erstellen.

# 1 Didaktische und methodische Grundlagen

Webbasierte Tutorien sind eine von vielen Formen des E-Learnings. Um zu klären, was webbasierte Tutorien im Lernprozess leisten können und was nicht, ist als erstes zu untersuchen, was E-Learning ist und welche weiteren Formen von E-Learning-Systemen es gibt.

## 1.1 E-Learning

„E-Learning“<sup>1</sup> ist ein relativ junger Begriff, der aus dem angloamerikanischen Sprachraum kommt. Da es keine allgemein verbindliche Definition des Begriffes gibt, wird dieser sehr unterschiedlich verwendet. Zudem wird er häufig synonym mit „Online-Lehre“, „multimedialem Lernen“, „computergestütztem Lernen“ und „Computer-based-Training“ gebraucht.

Das „E“ steht für „electronic“, so dass der Begriff „Lernen unter Verwendung elektronischer Medien“ bedeutet. Diese Medien wären z. B.: world wide web, Lernsoftware, E-Mail, Chat, Foren, Wikis aber auch Radio, Fernsehen und Telefon. Bei dieser Aufzählung zeichnet sich schon ab, dass der Begriff „E-Learning“, bestimmt man ihn allein über die Anwendung einer elektronischen Technologie beim Lernen, sehr weit gefasst ist. Dann wären selbst das reine Nachschlagen von Wissen im Internet oder Nachhilfe per Telefon Formen von E-Learning.

Zunehmend setzt sich daher ein anderes, engeres Verständnis des Begriffs „E-Learning“ durch. Hierbei wird die technische Seite dem didaktischen Ziel des Lernprozesses untergeordnet. D. h., dass die elektronischen Medien als Instrument der Wissensvermittlung verstanden werden und sich deren Einsatz nach dem didaktischen Ziel richtet und diesem untergeordnet ist.

Es geht beim E-Learning also darum, die elektronischen Medien sinnvoll in einen Lernprozess einzubinden, dabei die Vorteile der verschiedenen Formen des E-Learnings zu nutzen, um dadurch den Lernprozess zu intensivieren und zu verbessern.

---

<sup>1</sup> Nachfolgende Begriffsklärung orientiert sich an : (Seufert, Back, & Häusler, 2001, S. 13-14), (E-Learning, 2013), (Goethe-Universität, 2010)

### **1.1.1 Formen des E-Learning**

Was aber sind die Vorteile und Einsatzmöglichkeiten des E-Learnings? Um diese Frage zu beantworten, sollen im Folgenden einige Formen des E-Learnings vorgestellt werden. Die Aufstellung ist nicht vollständig. Es kam darauf an, Beispiele für die Anwendung verschiedener Lernkanäle (näheres im Kapitel Lernkanäle und Lernstufen) und Lernstufen (näheres im Kapitel 1.2.4 Lernstufen) aufzuzeigen.

#### **E-Lecture**

E-Lecture, oder auch ‚Mobile Lecture‘, sind reine Videoaufzeichnungen von Lehrveranstaltungen, zumeist Vorlesungen. In diese Aufzeichnungen können Anschauungsmaterialien wie Tafelbilder und Präsentationen eingebunden werden. Aufgrund der einfachen Erstellung und den geringen technischen Voraussetzungen (Kamera, Stativ, Mikrofon) sind E-Lecture sehr populär und werden von vielen Hochschulen im Internet angeboten.<sup>2</sup>

Allerdings ersetzen E-Lecture nicht den Besuch von Lehrveranstaltungen, vor allem weil die Konzentration beim Anschauen von Vorträgen am Monitor schneller nachlässt als während des Besuchs einer Lehrveranstaltung. Das liegt an dem Fehlen des unmittelbaren eigenen Erlebens und in dem Fehlen der sozialen Präsenz des Dozenten, dessen unmittelbare Ansprache durch den Monitor ‚blockiert‘ wird.

Dennoch sind E-Lecture ein sinnvolles Mittel zur Nachbereitung von Lehrveranstaltungen, da sie dem Studierenden ermöglichen, unverständene Passagen noch einmal in Ruhe nachzuvollziehen.

#### **Lehrfilm**

Lehrfilme, oder auch Unterrichtsfilme, sind Filme, die speziell für Bildungs- und Schulungszwecke produziert und hergestellt werden.<sup>3</sup> Mittlerweile hat sich der traditionelle Lehrfilm zu einem abendfüllenden Programm in der Sparte Bildungsfernsehen entwickelt. Bekannte Beispiele sind die Serie „History“ von Guido Knopp, in der es um geschichtliche Ereignisse geht, und die Serie „alphacentauri“ von Harald Lesch, in der Fragen aus der Physik und Astronomie beantwor-

---

<sup>2</sup> (E-Lecture, k.A.)

<sup>3</sup> (Unterrichtsfilm, 2012)

tet werden. Obgleich solchen Filmformaten immer wieder vorgeworfen wird, als populärwissenschaftliche Sendungen zu oberflächlich und somit nicht wissenschaftlich zu sein, sind sie zweifellos dafür geeignet, in ein Themengebiet einzuführen und ein Grundverständnis von Zusammenhängen zu entwickeln.

## **Wikis**

Wikis sind Webseiten, deren Inhalte von jedem Benutzer korrigiert, geändert oder gelöscht werden können. Um Vandalismus zu verhindern, sind die Seiten meist durch Benutzerberechtigungen geschützt und so die Bearbeitung der Inhalte nur angemeldeten Nutzern möglich. Ein bekanntes Beispiel ist Wikipedia, eine Online-Enzyklopädie, die unentgeltlich von kollektiv arbeitenden Autoren geschrieben, gemeinschaftlich korrigiert und aktualisiert wird. Dafür bietet Wikipedia eine Diskussionsplattform an, wo die einzelnen Beiträge auf Vollständigkeit, Wissenschaftlichkeit und Exaktheit geprüft werden.<sup>4</sup>

Durch den Erfolg von Wikipedia angeregt, haben viele Unternehmen und Hochschulen begonnen, eigene fachspezifische Wissensdatenbanken aufzubauen. Der Vorteil für die Studierenden ist, dass sie durch das Verfassen eines Artikels und die nachfolgende Diskussion über das Geschriebene ihr eigenes Wissen rekapitulieren, also es sprachlich und fachlich aufbereiten und in größere Zusammenhänge einordnen müssen. Das trägt zur Festigung des Gelernten bei. Zudem fördert die Zusammenarbeit an einem Wiki soziale Fähigkeiten wie Verantwortungsgefühl und Konfliktbereitschaft.<sup>5</sup>

## **Webbasierte Tutorien**

Webbasierte Tutorien, auch ‚Online-Tutorien‘, ‚Online-Lektionen bzw.-Kurse‘ genannt, sind Selbstlernprogramme im Internet, die es dem Nutzer ermöglichen, mittels Lektionen und Übungen eigenständig Wissen zu erwerben. Im Internet finden sich eine ganze Reihe von webbasierten Tutorien; vom Erlernen einer Fremdsprache oder eines Musikinstrumentes bis hin zur Prüfungsvorbereitung für Schüler.

In der Hochschullehre unterstützen webbasierte Tutorien den Lernprozess auf vielfältige Weise. Zum einen ermöglichen sie Studierenden, ihr Grundlagenwissen

---

<sup>4</sup> (Wiki, 2013)

<sup>5</sup> (Universität-Wien, Wiki-Web, 2004)

aufzufrischen. Damit werden Voraussetzungen für Präsenzveranstaltungen geschaffen, wo von einem einheitlichen Kenntnisstand der Studierenden ausgegangen wird, auf dem dann der Lehrstoff aufbaut. Zum anderen begleiten webbasierte Tutorien Vorlesungen und Seminare, indem sie den vermittelten Lehrstoff in einzelnen Lektionen darstellen und der Studierende anhand von Aufgaben das Erlernte selbstständig üben kann. Dadurch besteht für den Studierenden die Möglichkeit, sich unverständliche Passagen anzusehen, sie sich im eigenen Lerntempo anzueignen und den Lernfortschritt in Tests selbstständig zu prüfen, ohne sich dabei in Seminaren oder Vorlesungen durch Fragen bloßzustellen. Zudem tragen die in Tutorien bereitgestellten Übungen zur Festigung und Vertiefung des Gelernten bei.

Webbasierte Tutorien bestehen als Webseiten selbst nur aus strukturiertem und gestaltetem Text, allerdings können andere multimediale Elemente eingebunden werden. Daher kann ein webbasiertes Tutorium wie eine Lernplattform funktionieren, wo der Lehrstoff durch Bilder, Animationen oder Filme veranschaulicht wird. Zudem können Verweise auf weiterführende Lektionen sowie Schlag- und Indexlisten den Studierenden bei der Auswahl der Lektionen helfen.

### **Computersimulationen**

In Computersimulationen lassen sich z. B. naturwissenschaftlich-technische Prozesse darstellen und durchprobieren. Bekanntestes Beispiel ist die allabendliche Wetterkarte im Fernsehen, die das erwartete Wetter von morgen zeigt. Zu diesen Wettersimulationen gehört auch die Simulation von Naturkatastrophen, wie die Ausbreitung von Tsunamis nach Erdbeben, aus der sich dann Rückschlüsse auf vorbereitende Maßnahmen treffen lassen.

Die Simulation naturwissenschaftlich-technischer Prozesse dient dazu, komplexe dynamische Prozesse abzubilden, Erkenntnisse über das Zusammenwirken der einzelnen Elemente zu gewinnen und verschiedene Ergebnisse zu simulieren, indem die einzelnen Parameter verändert werden. Da Simulationen ‚gefahrlos‘ sind und Aussagen über (wahrscheinliche) Ergebnisse liefern, ist das Anwendungsfeld im naturwissenschaftlich-technischen Bereich sehr groß. Z. B. gibt es Simulationen über



die Leitung von Verkehrsströmen und Simulationen über Arbeitsabläufe in der technischen oder chemischen Produktion.<sup>6</sup>

## **Planspiele**

Planspiele schaffen je nach Schwerpunkt in einer Mikrowelt ein Abbild der sozialen, politischen oder wirtschaftlichen Wirklichkeit. Bekannte Beispiele sind Unternehmensspiele, in denen die Teilnehmer zu Managern eines Unternehmens werden und in dieser Rolle strategisch kluge Entscheidungen treffen müssen. Der Vorteil dieser simulierten Welten ist, dass der Lernende sein Wissen ‚gefahrlos‘ anwenden und durch Versuch und Irrtum zu neuen Lösungen finden kann. Der Lerneffekt in Planspielen ist sehr hoch, weshalb es mittlerweile in vielen Fachbereichen Planspiele gibt. So die ‚virtuelle Poliklinik‘ für angehende Mediziner oder das ‚virtuelle Labor‘ für angehende Chemiker.<sup>7</sup>

### **1.1.2 Blended Learning**

Entsprechend der Anwendung von E-Learning wird zwischen virtueller Lehre und blended Learning unterschieden. Unter virtueller Lehre werden Lehrformen verstanden, bei denen ausschließlich oder fast ausschließlich E-Learning eingesetzt wird und der Anteil an Präsenzveranstaltungen gering ist. Diese Lehrform findet sich an Fernuniversitäten und bei Weiterbildungen im beruflichen Bereich.

Blended Learning (dt. ‚integriertes Lernen‘) bezeichnet die Kombination von Präsenzlehre und E-Learning, wobei die Vorteile beider Lehrformen verbunden und die Nachteile minimiert werden sollen. Diese Lehrform hat sich mittlerweile an allen Hochschulen durchgesetzt. Allerdings ist anzumerken, dass der Einsatz von E-Learning in der Präsenzlehre nicht automatisch zur Steigerung der Lernerfolge führt. Dafür ist ein Lernprozess zu komplex und hängt im Hochschulbetrieb von vielen Faktoren ab. Z. B. von der Lernbereitschaft und -fähigkeit der Studierenden, den fachlichen und didaktischen Kompetenzen der Lehrenden, aber auch von den strukturellen Bedingungen der Hochschulen, wie dem Personalschlüssel und der finanziellen Ausstattung.

---

<sup>6</sup> (Computersimulation, 2012)

<sup>7</sup> (Planspiel, 2013)

Auch können E-Learning-Formen wie E-Lecture, webbasierte Tutorien oder Simulationen nicht die Probleme mit überfüllten Vorlesungen und Übungen mit zu großen Seminargruppen oder den Mangel an qualitativollen Praktika abfangen.<sup>8</sup> Und, möchte ich hinzufügen, es ist nicht ihre Aufgabe, dies abzufangen.

E-Learning-Formen bieten neue Möglichkeiten in der Gestaltung des Lernprozesses, welche die Möglichkeiten der Präsenzlehre ergänzen. So fördert E-Learning das selbstbestimmte Lernen der Studierenden, da sie zeit- und ortsunabhängig lernen und das eigene Lerntempo bestimmen können. Zudem können sie individuelle Lernschwerpunkte festlegen und ihr Wissen vertiefen oder auffrischen.<sup>9</sup>

Ein weiterer Vorteil von E-Learning ist, dass abstrakte Lehrinhalte oder komplexe Abläufe mithilfe von Animationen oder Filmsequenzen veranschaulicht werden können. Außerdem sprechen audiovisuelle Medien die verschiedenen Sinne an und erhöhen damit den Lerneffekt. Zu den weiteren Vorteilen von E-Learning gehört, dass sich Lehrinhalte mit relativ geringem Aufwand aktualisieren und weiterentwickeln lassen. Damit kann E-Learning dem stetigen Fortschritt in Forschung und Wissenschaft gerecht werden.<sup>10</sup>

Bei all diesen Vorteilen darf man die Nachteile von E-Learning nicht übersehen. So fördert zwar E-Learning die Selbstlernkompetenzen der Lernenden, die Praxis hat allerdings gezeigt, dass Teilnehmer im Internet leicht verloren gehen. Es ist und bleibt daher die Aufgabe des Lehrenden, den Lernenden im Lernprozess zu unterstützen und zu begleiten.

Es geht beim blended Learning, wie es an den Hochschulen praktiziert wird, also nicht um ein reines Nebeneinander von Präsenzlehre und E-Learning, sondern um ein sinnvolles Miteinander bei der Gestaltung des Lernprozesses.

Was aber ist Lernen und wie können E-Learning-Formen, speziell webbasierte Tutorien, optimal in größere Lernprozesse eingebunden werden? Solchen Fragen geht die Didaktik nach, so dass wir uns im Folgenden den didaktischen Grundlagen zuwenden.

---

<sup>8</sup> (Winteler, 2004, S. 70)

<sup>9</sup> (Integriertes Lernen, 2012)

<sup>10</sup> (E-Learning, 2013)

## 1.2 Didaktische Grundlagen

Unter Lernen wird eine „relativ überdauernde Veränderung von Einstellungen und Verhaltensweisen“<sup>11</sup> verstanden, soweit diese Veränderung nicht auf biologische Ursachen wie Verletzungen, Krankheiten, hormonelle Entwicklungen oder Drogen beruht. Lernen als Verhaltensänderung bezieht sich demnach sowohl auf kognitive Fähigkeiten als auch auf Emotionen, Sozialverhalten und Werteorientierung. Bei all diesen Veränderungen wird unterstellt, „dass sich die Veränderung als Zugewinn ereignet, der ein möglichst zweckmäßiges Verhalten in der Lebenswirklichkeit begünstigt.“<sup>12</sup>

Was jedoch als zweckmäßig gilt, hängt vom jeweils vorherrschenden Menschen- und Wertebild ab. Didaktik als Wissenschaft, deren eine Aufgabe es ist, „allgemein verbildliche oberste Bildungsziele zu ermitteln“<sup>13</sup>, steht somit immer in einem sich „stets wandelnden gesellschaftlichen Spannungsfeld.“<sup>14</sup>

Dies trifft auch für die Hochschuldidaktik zu, wobei gerade die Hochschulen in den letzten zehn Jahren im Zuge des Bologna-Prozesses weitgreifende Veränderungen erfahren haben. So kam es nicht nur zu einer strukturellen Umstellung der Studiengänge, sondern auch zu Veränderungen in der didaktischen Ausrichtung der Lehrinhalte. Lag bisher, vor allem an Universitäten, der Schwerpunkt auf dem traditionellen ‚Forschen und Lehren‘, rückte der berufspraktische Aspekt in den Vordergrund. Das beinhaltete aber auch eine stärkere Fokussierung auf ‚soft skills‘, jene sozialen Kompetenzen, die als Schlüsselqualifikationen auf dem Arbeitsmarkt gelten, da sie die Arbeitsleistung des Einzelnen und des Teams beeinflussen.

### 1.2.1 Lernzielbereiche

Das Ziel der Hochschullehre ist es also, Wissen, praktische Fertigkeiten und soziale Kompetenzen zu vermitteln. In der Didaktik entsprechen diese Ziele den drei Lernzielbereichen: dem kognitiven, dem psychomotorischen und dem affektiven Lernzielbereich.

---

<sup>11</sup> (Köck, 2002, S. 435)

<sup>12</sup> (Köck, 2002, S. 435)

<sup>13</sup> (Köck, 2002, S. 135)

<sup>14</sup> (Köck, 2002, S. 297)

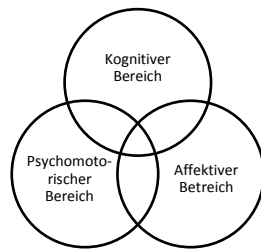


Abbildung 1: Lernzielbereiche

## **Kognitiver Lernzielbereich**

Dem kognitiven Lernzielbereich werden die Lernziele zugeordnet, welche der Kenntnisvermittlung und der Entwicklung der Denkfähigkeit dienen. Es geht also nicht nur um das reine Wissen von Fakten oder Gesetzmäßigkeiten, sondern um die Fähigkeit, diese Fakten oder Gesetzmäßigkeiten zu analysieren und zu interpretieren.

Da die Vermittlung von Wissen eine Aufgabe eines webbasierten Tutoriums ist, wird auf den kognitive Lernbereich im Kapitel 1.2.4 Lernstufen näher eingegangen.

## **Psychomotorischer Lernzielbereich**

Im psychomotorischen Lernzielbereich geht es um motorische Fertigkeiten, also um das bewusste Steuern von Bewegungsabläufen. Dies umfasst das reine Nachahmen von Handlungsabläufen, über deren sichere Beherrschung bis zur Automatisierung dieser Abläufe.<sup>15</sup> Der psychomotorische Lernzielbereich ist vor allem für Fächer interessant, die manuelle Fertigkeiten vermitteln.

Da es in dieser Arbeit aber um ein webbasiertes Tutorium geht und zur Bedienung desselben lediglich motorische Fertigkeiten in der Benutzung von Computer, Tastatur und Maus nötig sind, wird dieser Lernzielbereich nicht weiter untersucht.

## **Affektiver Lernzielbereich**

Dem affektiven Lernzielbereich werden solche Ziele zugeordnet, die dem Verinnerlichen und Festigen von Werten, Normen und Verhaltensweisen dienen, welche als positiv oder im Zusammenleben als angemessen beurteilt werden. In Bezug auf die eigene Person sind es Werte wie Selbstvertrauen, Eigenverantwortlichkeit, Selbstdisziplin, Fleiß und Motivation. Im Umgang mit anderen Menschen wären es Werte wie

---

<sup>15</sup> (Mayer, Hartnagel, & Weber, 2009, S. 37-39)

Achtung, Toleranz und Respekt, und bezogen auf die Zusammenarbeit mit anderen Teamfähigkeit, Kooperation, Konfliktfähigkeit und Kompromissfähigkeit.<sup>16</sup>

Wie diese Kompetenzen im E-Learning, speziell in webbasierten Tutorien gefördert werden können, ist Gegenstand des Kapitels 1.2.4 Lernstufen.

Die Aufteilung des Lernprozesses in die drei Lernzielbereiche ist umstritten<sup>17</sup>, setzt sie doch eine Künstlichkeit voraus, die dem Lernprozess nicht zukommt. Lernen ist immer eine ganzheitliche menschliche Verhaltensweise, in der sich die drei Lernbereiche gegenseitig bedingen und beeinflussen. So wird ein Lernender, der positiv motiviert ist und Freude am Lernen hat, sich Wissen effektiver aneignen als jemand, der nur mit Widerwillen lernt. Gleichzeitig bestärkt ein positiver Lernerfolg das Selbstbewusstsein des Lernenden.

Wie dieses Beispiel zeigt, geht es bei der Aufteilung des Lernprozesses in die drei Lernzielbereiche nicht darum, diese strikt voneinander zu trennen, sondern darum, einzelne Aspekte im Lernprozess beschreiben und analysieren zu können.

### **1.2.2 Lerntheorien**

Lernen wird, wie oben erwähnt, als ein Vorgang begriffen, der auf einer Veränderung beruht, sei es auf einer Veränderung im kognitiven, psychomotorischen oder affektiven Bereich. Kennzeichnend für Veränderung ist ein Unterschied zwischen Ausgangslage und Endzustand.

Was dazwischen passiert, also wie und wodurch eine Veränderung im Lernprozess geschieht und wie diese Veränderung gesteuert werden kann, versuchen Lerntheorien zu erklären. Dabei sind drei Hauptrichtungen zu unterscheiden: die behavioristische, die kognitivistische und die konstruktivistische Lerntheorie.

Die behavioristische Lerntheorie lässt als Lernprozess nur solche Prozesse gelten, die objektiv beobachtbar und somit mess- und überprüfbar sind. Im Gegensatz dazu rückt die kognitivistische Lerntheorie die Informationsaufnahme und -verarbeitung in den Vordergrund des Lernprozesses. Für sie sind die entscheidenden Vorgänge beim Lernen die bewussten und schöpferischen Prozesse wie Aufmerksamkeit, Ein-

---

<sup>16</sup> (Mayer, Hartnagel, & Weber, 2009, S. 35-37), (Schröder, 2002, S. 133-134)

<sup>17</sup> (Schröder, 2002, S. 136-137), (Köck, 2002)

sicht, Verstehen und Planen. Die konstruktivistische Lerntheorie geht davon aus, dass es beim ‚traditionellen‘ Lernen lediglich darum geht, vorgefertigte Antworten wiederzugeben. Dies entspräche aber weder der Komplexität unserer Wirklichkeit noch der kritischen Denkfähigkeit des Menschen. Beim Lernen geht es nach konstruktivistischem Verständnis daher darum, den Lernenden zu einem kritischen Zugriff auf die Wirklichkeit zu befähigen, indem er im Lernprozess Kompetenzen für die Lösung von Problemen erwirbt.<sup>18</sup>

Entsprechend diesen theoretischen Lerntheorien gibt es Befürworter aber auch Gegner von Lernzielen. Ein Einwand gegen Lernziele ist, dass diese sich nur auf lehrbare Inhalte und beobachtbare Veränderungen beziehen können. Die dem Lernprozess innewohnenden Strukturen, wie das Verstehen und Verarbeiten von Informationen, sind eben nicht beobachtbar und in einer Verhaltensänderung mess- und beschreibbar. Ebenso lassen sich Veränderungen im affektiven Bereich nur schwer bzw. gar nicht kontrollieren. Ein weiterer Einwand ist, dass Lernprozesse zu komplex sind, um sie in Lernzielen beschreiben und letztlich im Erreichen des Lernziels überprüfen zu können.<sup>19</sup>

Soll Lernen aber nicht nur ein zufälliger Prozess sein, sondern eine gezielte Handlung, bedarf es eines Zieles beim Lernen. Wenn also im Folgenden von Lernzielen die Rede ist, dann gleichzeitig mit dem Wissen, dass Lernziele den Lernprozess nur bedingt abbilden und dementsprechend die Überprüfung der Lernziele nur die Überprüfung eines Teilaspekts des Lernprozesses darstellt.

Die Formulierung von Lernzielen in Vorbereitung auf eine Unterrichtseinheit hat aber auch einen praktischen Nutzen. So erleichtern sie den Lehrenden die Planung des Lernprozesses, indem sie eine Orientierung bei der Stoffauswahl, der Planung der einzelnen Lernschritte, der Verwendung der Lehrmethoden und letztlich der Kontrolle des Lernziels bieten. Aber auch den Lernenden helfen Lernziele, den Lehrstoff auszuwählen und zu überprüfen, ob das Lernziel erreicht wurde.<sup>20</sup>

---

<sup>18</sup> (Mayer, Hartnagel, & Weber, 2009, S. 13-19), (Köck, 2002)

<sup>19</sup> (Mayer, Hartnagel, & Weber, 2009, S. 19-20)

<sup>20</sup> (Mayer, Hartnagel, & Weber, 2009, S. 5)

### 1.2.3 Lernziele

Entsprechend ihres Präzisierungsgrades werden Lernziele in Richtlernziele, Groblernziele und Feinlernziele unterteilt.<sup>21</sup>

Richtlernziele geben lediglich den Bereich an, in dem der Lernende Wissen erlangen soll. Im Hochschulalltag sind das die in den Modulhandbüchern formulierten Studieninhalte der einzelnen Studiengänge. Groblernziele sind, wie der Name schon sagt, noch sehr weit gefasst, geben jedoch im Gegensatz zu Richtlernzielen bereits konkrete Kenntnisse und Fertigkeiten an, über die der Lernende nach Abschluss des Lernprozesses verfügen soll. Groblernziele sind den Richtlernzielen untergeordnet, wobei ein Richtlernziel mehrere Groblernziele beinhalten kann. So sind den einzelnen Studiengängen mehrere Module zugeordnet, deren Groblernziele im Modulhandbuch unter der Überschrift ‚Lernergebnisse/Kompetenzen‘ zusammen gefasst sind. Diese einzelnen Module gliedern sich wiederum in Lehreinheiten, eben die konkreten Inhalte der Lehrveranstaltung. Die Lernziele dieser einzelnen Lehreinheiten sind die Feinlernziele.

Die Struktur der Lernziele lässt sich wie folgt darstellen:

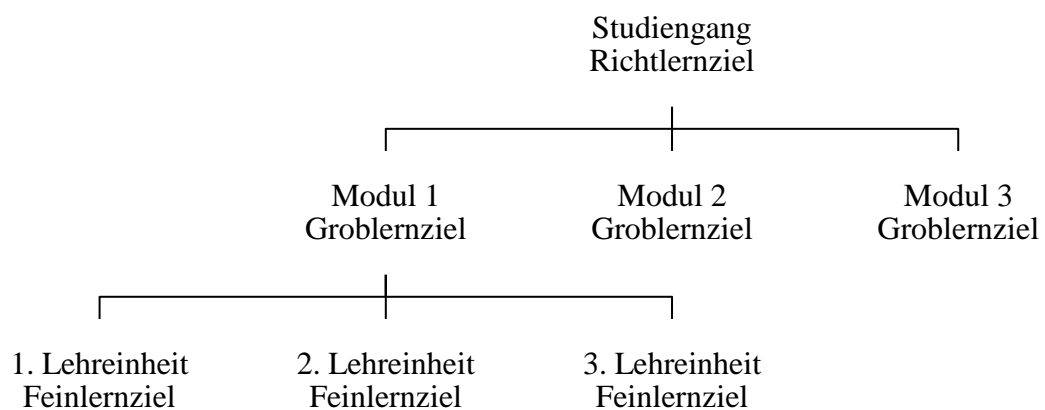


Abbildung 2: Struktur der Richt-, Grob- und Feinlernziele

### 1.2.4 Lernstufen

---

<sup>21</sup> (Mayer, Hartnagel, & Weber, 2009, S. 8-10), (Schröder, 2002, S. 134-135)

Feinlernziele präzisieren Groblernziele und strukturieren eine einzelne Lehrinheit in aufeinander aufbauende Lernschritte. Entsprechend der verschiedenen Lerntheorien (1.2.2 Lerntheorien) gibt es auch verschiedene Modelle, in welchen aufeinander aufbauenden Stufen sich das Lernen vollzieht. Bekanntes Beispiel für Lernzielstufen im kognitiven Lernbereich ist die 6-Stufentaxonomie von Benjamin Bloom, einem Vertreter des Behaviorismus.

Für die folgende Betrachtung soll jedoch ein weit verbreitetes, stark vereinfachtes 3-stufiges Lernmodell verwendet werden, wonach sich der Lernprozess mit wachsender Anforderung in drei Stufen vollzieht: Wissen, Anwenden, Urteilen.

Dieses Lernstufenmodell bezieht sich auf die Feinlernziele, so dass man korrekt von ‚Feinlernzielstufen‘ sprechen müsste. Der Einfachheit und Lesbarkeit halber wird im Folgenden der Begriff ‚Lernstufen‘ verwendet.

### **Erste Lernstufe: Wissen**

Die erste unterste Stufe umfasst das Aneignen von Wissen, das von dem Lernenden abgerufen und wiedergegeben werden kann. Es geht in dieser Lernstufe also um das Vermitteln von Grundwissen wie Begriffen, Definitionen, Fakten, Gesetzmäßigkeiten und Theorien.<sup>22</sup> Ziel dieser Vermittlung ist aber nicht, dass der Lernende alle Konstanten oder Formeln ‚herbeten‘ kann, obgleich das Abspeichern des Faktenwissens wichtig ist; wesentliches Ziel ist die Entwicklung der Fähigkeit, diese Fakten in der entsprechenden Fachliteratur nachschlagen zu können, bezogen auf Konstanten und Formeln eben im Tafelwerk und nicht bei Google. Neben der reinen Vermittlung von Wissen ist es das Ziel dieser Lernstufe, dass der Lernende das neu erworbene Wissen in seiner eigenen Sprache wiedergeben, es in größere Zusammenhänge einordnen und dessen Bedeutung erklären kann.

Über den Inhalt und die Strategie der Lehrstoffvermittlung entscheidet in der ersten Lernstufe allein der Lehrende, weshalb diese Lernstufe als ‚lehrerzentriert‘ bezeichnet wird.<sup>23</sup> Sie entspricht dem Frontalunterricht an Schulen aber auch Vorlesungen an Universitäten. Obgleich der Lehrende in dieser Lernstufe den aktiven Part inne hat, ist die Wissensaufnahme durch den Lernenden nur scheinbar passiv. Denn sie

---

<sup>22</sup> (Mayer, Hartnagel, & Weber, 2009, S. 34)

<sup>23</sup> (Seufert, Back, & Häusler, 2001, S. 57)



setzt beim Lernenden eine positive Lernhaltung voraus, die sich in der Bereitschaft äußert, konzentriert und geistig aktiv den Lehrstoff nachzuvollziehen.

Dies gilt auch für das Lernen mittels E-Learning. Wie Vorlesungen gehören E-Lecture, also die Aufzeichnungen von Vorlesungen, der ersten Lernstufe an. Ebenso sind Lehrfilme und Wikis der ersten Lernstufe zuzuordnen, da sie allein der Wissensvermittlung dienen. Webbasierte Tutorien gehören zur ersten Lernstufe, da sie Grundlagenwissen vermitteln. Zum anderen enthalten sie Übungen und Aufgaben, bei denen der Lernende sein Wissen anwenden soll, und gehören somit auch zur zweiten Lernstufe.

### **Zweite Lernstufe: Anwenden**

In der zweiten Lernstufe geht es um das Anwenden des erworbenen Wissens in neuen Situationen. Das Wissen wird also nicht wie in der ersten Stufe einfach wiedergegeben, sondern ist von dem Lernenden bereits soweit verarbeitet, dass er beurteilen kann, ob das Gelernte zur Lösung eines Problems beiträgt und falls ja, das Gelernte zur Lösung des Problems anwendet.

In dieser Stufe übernimmt der Lernende zunehmend die Kontrolle über den Lernprozess, d.h. dass er eigenverantwortlich und problemorientiert handelt. Daher wird diese Lernstufe auch als ‚lernerzentriert‘ bezeichnet.<sup>24</sup>

Ein weiteres Ziel dieser Lernstufe ist, den Lernenden zu befähigen, sich eigenständig Wissen anzueignen, z. B. indem er bei auftretenden Fragen und Problemen selbstständig nach Lösungen sucht.

Ab der zweiten Lernstufe kann die Lernaktivität von den einzelnen Lernenden auf eine Gruppe von Lernenden übertragen werden. In diesem Fall spricht man von ‚teamorientiert‘. Teamarbeit fördert die Entwicklung von sozialen Kompetenzen, wie Kooperations- und Kompromissfähigkeit. Für Teamarbeiten eignen sich Planspiele und Computersimulationen, wo die Studierenden gemeinsam ein Problem lösen müssen.<sup>25</sup>

---

<sup>24</sup> (Seufert, Back, & Häusler, 2001, S. 57)

<sup>25</sup> (Seufert, Back, & Häusler, 2001, S. 58)

Weiterhin kann ab dieser Lernstufe den Lernenden die Aufgabe gestellt werden, selbstständig Wikis, kurze Lehrfilme oder Tutorieninhalte zu erstellen. Damit wird die in der ersten Lernstufe geförderte Fähigkeit, Wissen in eigenen Worten wiederzugeben und in größere Zusammenhänge einzuordnen, nochmals geübt und gefestigt. Außerdem kann ein Lehrstoff nur dann verständlich vermittelt und in einem anderen Medium dargestellt werden, wenn er wirklich verstanden wurde. Diese Form des Lernens durch Lehren, an Hochschulen durch Referate bekannt, lässt sich somit auch auf E-Learning anwenden. Es fördert Methodenkompetenzen, wie die Fähigkeit, Wissen entsprechend dem verwendeten Medium zu präsentieren.

Der Lehrende sollte in dieser Lernphase als Ansprechpartner zur Verfügung stehen, Hilfestellungen leisten und gegebenenfalls korrigierend eingreifen.

### **Dritte Lernstufe: Urteilen**

Die dritte Lernstufe kennzeichnet die eigenständige Konstruktion von Wissenszusammenhängen. Dies setzt die Fähigkeit zur Analyse, z. B. dem Zerlegen eines Begriffs oder eines Prozesses in seine Teile, und zur Synthese, also dem Zusammensetzen einzelner Teile zu einem neuen Sinnzusammenhang bzw. Prozessablauf, voraus. Dadurch kann der Lernende zu neuen Lösungswegen für praktische Fragen oder zu begründeten Hypothesen für theoretische Betrachtungen kommen.<sup>26</sup>

Die Aufgaben in dieser Lernstufe sollten komplex sein und vielfältige Herangehensweisen und Lösungen zulassen. Außerdem sollten sie sich auf berufspraktische oder wissenschaftliche Problemstellungen beziehen.

Für berufspraktische Aufgaben eignen sich Planspiele und Computersimulationen. Während es aber in der zweiten Lernstufe darum ging, in Planspielen und Simulationen Lösungen anzuwenden, ist es nun die Aufgabe des Einzelnen oder des Teams, neue Lösungsstrategien zu entwickeln und auszuprobieren. Die dafür benötigten Informationen müssen sich die Lernenden in dieser Lernstufe selbstständig beschaffen und aneignen.

Auch kann die Erstellung von Wikis, Lehrfilmen und Tutorieninhalten in dieser Lernstufe weitergeführt werden, allerdings auf einem höheren Niveau als auf der

---

<sup>26</sup> (Mayer, Hartnagel, & Weber, 2009, S. 34-35)

zweiten Lernstufe. Z. B. kann es Aufgabe der Studierenden sein, zwei theoretische Modelle zu beschreiben und zu vergleichen oder die Anwendung einer Theorie auf bestimmte praktische Probleme zu untersuchen und zu beurteilen. Diese Aufgaben aus dem wissenschaftlichen Bereich setzen eine hohe fachliche Kompetenz und die Fähigkeit zum abstrakten Denken voraus.

Der Lehrende übernimmt wie in der zweiten Lernstufe die Rolle des Coachs, der den Lernprozess unterstützend begleitet.

Die folgende Abbildung zeigt die Zuordnung der E-Learning-Formen zu den einzelnen Lernstufen.

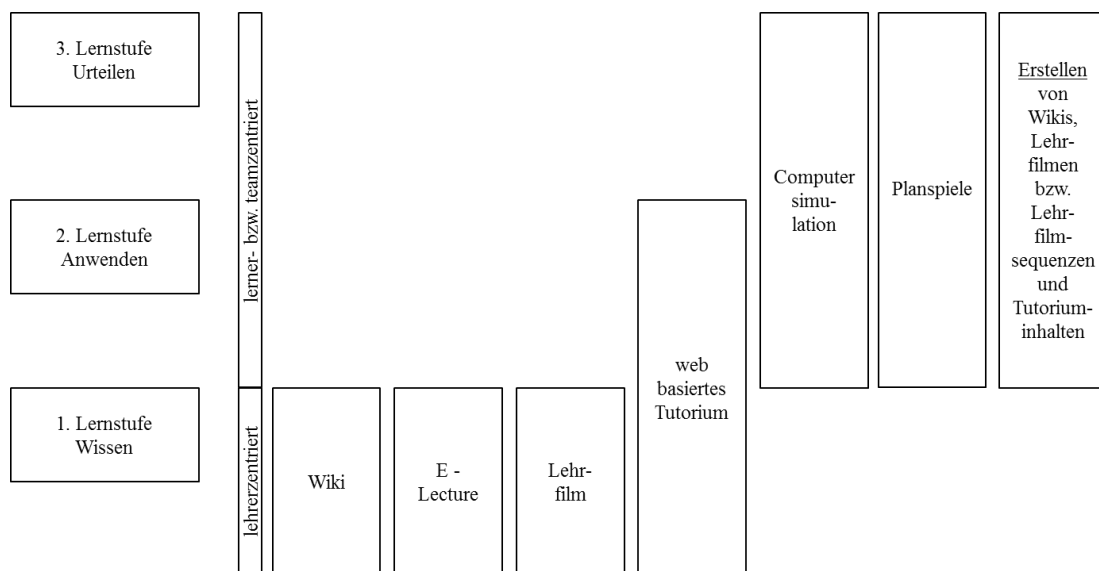


Abbildung 3: E-Learning-Formen entsprechend der Lernstufen

### 1.2.5 Lernzielkontrolle

Die Lernzielkontrolle erfolgt schlicht dadurch, dass dem Lernenden eine Aufgabe gestellt wird, die dieser lösen muss. Die Aufgaben als solches lassen sich entsprechend der Möglichkeit ihrer Beantwortung in geschlossene, halboffene und offene Aufgaben einteilen.<sup>27</sup>

#### Geschlossene Aufgaben

Bei geschlossenen Aufgaben sind mehrere Antwortmöglichkeiten vorgegeben, die von dem Lernenden dann ausgewählt oder in eine bestimmte Ordnung gebracht wer-

<sup>27</sup> (Mayer, Hartnagel, & Weber, 2009, S. 78)

den müssen. Bekannte Beispiele für diese Aufgabenform sind Multiple-Choice-Aufgaben und Zuordnungsaufgaben.

*Multiple-Choice-Aufgaben:* Multiple-Choice-Aufgaben sind Aufgaben, bei denen mehrere Antworten vorgegeben werden, wobei eine oder mehrere richtig sind. Wichtig bei der Formulierung dieser Aufgaben ist, dass die falschen Antworten plausibel erscheinen, so dass der Lernende sein Wissen aktivieren muss, um die richtigen Antworten zu finden. Natürlich kann der Lernende dann immer noch die richtigen Antworten erraten, indem er einfach das, was ihm unwahrscheinlich erscheint, ausschließt. Diese Zufallslösungen können nicht vollständig verhindert werden, dennoch erlauben Multiple-Choice-Aufgaben Rückschlüsse auf den Wissensstand der Lernenden.<sup>28</sup> Da sie zudem von dem Lehrenden einfach und schnell zu kontrollieren sind, haben sich Multiple-Choice-Aufgaben als Prüfungsaufgaben an Hochschulen durchgesetzt.

Multiple-Choice-Aufgaben eignen sich sehr gut zur Lernzielkontrolle auf der ersten und zweiten Lernstufe. Für die dritte Lernstufe müssten die Aufgaben und Antwortmöglichkeiten so komplex sein, dass sie von den Lernenden Fertigkeiten, wie analysieren oder urteilen, abverlangen.

*Zuordnungsaufgaben:* Bei Zuordnungsaufgaben werden den Lernenden verschiedene Elemente, z. B. Begriffe, vorgegeben. Diese Begriffe müssen sie dann anderen vorgegebenen Begriffen, z. B. Konkreta oder Oberbegriffen, oder einer vorgegebenen Graphik, z. B. technischen Zeichnung, zugeordnen. Eine weitere Variante dieses Aufgabentyps ist, dass verschiedene Begriffe und eine Begriffsstruktur vorgegeben werden und der Lernende die Begriffe in die Struktur einordnen muss.<sup>29</sup>

Dieser Aufgabentyp kann zur Lernzielkontrolle in allen drei Lernbereichen eingesetzt werden. Der Vorteil gegenüber Multiple-Choice-Aufgaben ist, dass bei Zuordnungsaufgaben der Antwortspielraum größer ist und damit Zufallslösungen geringer werden.

---

<sup>28</sup> (Mayer, Hartnagel, & Weber, 2009, S. 81-85)

<sup>29</sup> (Mayer, Hartnagel, & Weber, 2009, S. 89-90)

## **Halboffene Aufgaben**

Bei halboffenen Aufgaben wird die Antwort durch den Lernenden frei formuliert, während der Kontext der Antwort vorgegeben ist. Bekanntestes Beispiel ist der Lückentext.

*Lückentext:* Lückentexte sind im Fremdsprachenunterricht weit verbreitet, lassen sich aber auch in anderen Lehrbereichen einsetzen. So kann es Aufgabe des Lernenden sein, in eine Abbildung eines technischen Gerätes die Bezeichnung der einzelnen Teile einzutragen, oder in einen Ausschnitt aus einem Programmiercode die fehlenden Kommandos.<sup>30</sup> In Lückentexte können aber nicht nur Wörter, sondern auch Zahlen eingesetzt werden. Sie eignen sich daher auch zur Überprüfung der Lösungen mathematischer Berechnungen.

Dieser Aufgabentyp eignet sich zur Lernzielkontrolle in der ersten und zweiten Lernstufe, wobei im Gegensatz zu den geschlossenen Aufgabenformen der Lückentext den Vorteil hat, dass das Raten und Abwägen von vorgegebenen Antworten entfällt.

## **Offene Aufgaben**

Bei offenen Aufgaben gibt der Lehrende lediglich den Aufgabenrahmen und die Aufgabenstellung vor; die Beantwortung durch den Lernenden ist dadurch relativ frei.

Der Aufgabenrahmen beschreibt, wie der Name schon sagt, den Rahmen, in dem die Aufgabe bearbeitet werden soll. Das kann eine Klausur sein, wobei aufgrund der Zeitbegrenzung die Antwort relativ kurz ausfällt, oder eine Seminar- oder Hausarbeit, die umfangreich sein kann. Offene Aufgaben eignen sich für alle drei Lernstufen, werden aber optimal in der dritten Lernstufe eingesetzt, da hier der Lernende eigenständig Lösungen für Probleme entwickeln kann.

Die genannten Aufgabenformen samt Aufgabentypen finden sich in Prüfungen an Hochschulen wieder. Während aber offene Antwortformen vom Lehrenden eine zeitintensive Kontrolle verlangen, lässt sich die Lernzielkontrolle bei geschlossenen und halboffenen Aufgaben, eben weil sie nur eine Lösung bzw. eine begrenzte Anzahl an Lösungen erlauben, vollständig automatisieren.

---

<sup>30</sup> (Mayer, Hartnagel, & Weber, 2009, S. 92-93)

Die elektronische Auswertung hat sowohl für den Lehrenden als auch für den Lernenden Vorteile. So kann der Lehrende, gerade in Massenveranstaltungen, durch sogenannte ‚E-Prüfungen‘ den Kenntnisstand jedes Teilnehmers effektiv kontrollieren. Die Prüfungsfragen können dann für das nächste Semester als Prüfungsvorbereitungen ins Netz gestellt werden. Computergestützte Auswertungen lassen sich aber auch in webbasierte Tutorien einbinden und ermöglichen es damit den Lernenden, seine eigenen Lernfortschritte zu kontrollieren.

### **1.3 Methodische Grundlagen**

Während die Didaktik beschreibt, was und mit welchem Ziel gelernt werden soll, beschreibt die Methodik, wie dieses Ziel erreicht werden kann. Dafür ist es wichtig zu verstehen, wie lernen funktioniert, d.h. welche biologischen Vorgänge beim Lernen ablaufen.

#### **1.3.1 Biologische Aspekte des Lernens**

##### **Lernkanäle und Lerntypen**

Informationen oder Reize werden vom Menschen über die Sinne wahrgenommen. Diese Sinne sind das Sehen, Hören, Fühlen, Schmecken und Riechen. Sehen, Hören und Fühlen sind beim Lernen von besonderer Bedeutung, wobei man beim Lernen diese Sinne als ‚Eingangskanäle‘ bezeichnet. Jeder Mensch entwickelt eine besondere Vorliebe für eine bestimmte Wahrnehmungsart und man unterscheidet grundsätzlich drei Lerntypen<sup>31</sup>:

*Auditiver Lerntyp:* Der auditive Lerntyp nimmt Informationen durch Hören auf. Damit ist er in der Präsenzlehre im Vorteil, da in Vorlesungen und Seminaren hauptsächlich Wissen akustisch vermittelt wird. Zur Vertiefung des Lehrstoffes eignen sich für diesen Lerntyp E-Lecture und Lehrfilme; sie sollten daher im E-Learning angeboten werden.

*Visueller Lerntyp:* Visuelle Lerntypen besitzen das sogenannte ‚optische Gedächtnis‘, weil sie Texte oder Bilder vor ihrem ‚inneren Auge‘ sehen und die Inhalte

---

<sup>31</sup> (Lerntypen, 2012)

regelrecht ablesen können. Sie lernen also, indem sie Texte durchlesen oder sich visuelle Medien wie Tafelbilder, Präsentationen oder Modelle intensiv anschauen. Für diesen Lerntyp sind webbasierte Tutorien, Wikis oder Lehrfilme besonders geeignet.

*Haptischer Lerntyp:* Beim haptischen Lerntyp hat das Begreifen wörtliche Bedeutung. Er lernt, indem er Dinge berührt und anfasst, er experimentiert gerne und will Dinge selbst ausprobieren. Haptische Lerntypen sind meist sehr gute Praktiker und entscheiden sich daher selten für ein Hochschulstudium.

Diese drei Lerntypen beschreiben die Wahrnehmungsarten, die je nach Person besonders bevorzugt werden. Allerdings steht jedem Menschen jeder Lernkanal zur Verfügung und wird von diesem auch genutzt. Lernpsychologische Tests haben ergeben, dass der Mensch:

- 20% von dem behält, was er *hört*,
- 30% von dem, was er *sieht*,
- 50% von dem, was er *hört* und *sieht*,
- 70% von dem, worüber er *redet* und
- 90% von dem, was er *selbst tut*.<sup>32</sup>

Man erkennt sehr leicht, dass Lernen umso erfolgreicher wird, je mehr Sinne angesprochen werden. So spricht schon die 50-prozentige Merkfähigkeit vom dem, was man hört und sieht, dafür, traditionelle Lehrformen wie Vorlesung und Seminar durch visuelle Medien zu bereichern. Das heißt aber auch, dass in textbezogenen Web-Tutorien E-Lecture oder Lehrfilme eingebunden werden sollten, um den Lerneffekt zu erhöhen. Außerdem sollten webbasierte Tutorien Übungen mit unterschiedlichem Schwierigkeitsgrad und mit unterschiedlichen Aufgabenformen (siehe Kapitel 1.2.5 „Lernzielkontrolle“) enthalten, um den Studierenden zum aktiven ‚selbst tun‘ anzuregen.

Durch die Sinne werden die Informationen aufgenommen. Was aber geschieht im Gehirn mit diesen Informationen? Und wie funktioniert Merken und Vergessen? Diesen Fragen geht die Gehirnforschung nach. Entsprechend der Antworten wurden bestehende Lerntheorien erweitert und neue begründet. Dazu gehört das gehirngerechte Lernen, das im Folgenden vorgestellt werden soll.

---

<sup>32</sup> (Menzel, 2008)

## **Gehirngerechtes Lernen**

Das gehirngerechte Lernen<sup>33</sup> bezieht sich auf neuronale Abläufe im Gehirn und entwickelt daraus Methoden, wie Lernen leicht gemacht werden kann. Bekannte Vertreter dieses Ansatzes sind Vera F. Birkenbihl und Manfred Spitzer. Anwendung findet diese Methode in Buchreihen zum Selbststudium wie die Reihe „Von Kopf bis Fuß“ (O'Reilly Verlag) und „Für Dummies“ (Wiley-VCH Verlag).

Die Theorie vom gehirngerechten Lernen beruht auf der Funktionsweise unseres Gehirns, dem sich vier wesentliche Eigenschaften zuordnen lassen:

- Das Gehirn besteht aus zwei miteinander verbundenen Hälften
- Das Gehirn arbeitet wie ein assoziativer Speicher
- Das Gehirn organisiert sich selbst
- Lernen ist mit Lust verbunden

Was das im Einzelnen heißt, soll im Folgenden ausgeführt werden.

### **Das Gehirn besteht aus zwei miteinander verbundenen Hälften**

Unser Gehirn ist polar aufgebaut, die zwei Hälften sind durch einen Balken miteinander verbunden und können so Informationen austauschen. Die linke Gehirnhälfte ist zuständig für das Verarbeiten von Sprache, Logik und Zahlen. Sie arbeitet vorwiegend linear, d.h. sie vollzieht die Kette von Ursache und Wirkung und hat ihre Stärken in der Analyse und im Detail. Mit Hilfe der rechten Gehirnhälfte können wir rechnen, lesen, schreiben, Texte und Grammatik analysieren oder auswendig lernen. Die linke Gehirnhälfte steuert die rechte Körperseite.

In der rechten Gehirnhälfte werden Bilder verarbeitet. Sie ist zuständig für Phantasie, Musik und Rhythmus. In der linken Gehirnhälfte werden Informationen intuitiv verarbeitet, d.h. ohne das Prinzip von Ursache und Wirkung nachzuvollziehen; die Stärke liegt im Zusammenfügen von Informationen. Mit Hilfe der rechten Gehirnhälfte können wir uns etwas räumlich vorstellen, uns überhaupt etwas vorstellen, phantasieren und den Sinn von Metaphern verstehen. Die linke Gehirnhälfte steuert

---

<sup>33</sup> Nachfolgende Informationen zum gehirngerechten Lernen aus: (Birkenbihl, 2009, S. 65-73; 311-325), (Rückert, 2001)



die rechte Körperseite. Der Balken, der beide Hälften miteinander verbindet, koordiniert sie gleichzeitig.

Beim herkömmlichen Lernen wird vorwiegend die linke Gehirnhälfte gebraucht. Ziel des gehirngerechten Lernens ist es, beide Hälften in den Lernprozess einzubeziehen und somit das gesamte Gehirnpotential zu nutzen. Man kann nur dann erfolgreich lernen, wenn man sich eine Vorstellung von dem macht, was man lernen soll. Dabei ist die Vorstellung hier wörtlich gemeint: Man soll sich das zu Lernende vor dem geistigen Auge vorstellen, sich ein Bild machen. Durch das Bild wird die rechte Gehirnhälfte aktiv in den Lernprozess einbezogen und das Lernen fällt leichter. Bilder sind zudem leichter zu speichern und abzurufen. Gedächtniskünstler verblüffen mit ihren Leistungen, indem sie jede Information mit einem Bild verknüpfen und sich das Bild merken.

### **Das Gehirn arbeitet wie ein assoziativer Speicher**

Um Informationen zu speichern, nutzt unser Gehirn Assoziationen. Mittels dieser Assoziationen verknüpft das Gehirn vorhandenes Wissen mit dem neu erlernten. Keine Information steht losgelöst von anderen Informationen da, sondern ist über ein sogenanntes Wissensnetz mit anderen Informationen verbunden. Je größer und vernetzter unser Wissen ist, desto leichter kann neues Wissen aufgenommen werden. Wer z. B. schon drei Fremdsprachen beherrscht, wird sich mit einer vierten Fremdsprache leicht tun, da bereits ein großes Vorwissen verfügbar ist.

Während des Lernprozesses entsteht ein immer feiner werdendes Wissensnetz mit immer mehr Anknüpfungspunkten für neues Wissen. Dieses Netz beeinflusst aber auch unsere Wahrnehmung. In einer fremden Sprache sind Wörter für uns nur Geräusche und die Schriftzeichen nur bedeutungslose Linien. Sobald wir aber etwas in dieser Sprache können, können wir auch mehr wahrnehmen. Dieses Phänomen ist aus anderen Situationen jedem bekannt: Wenn wir planen, uns ein neues Auto zu kaufen und mit einem bestimmten Modell liebäugeln, sehen wir auf der Straße auf einmal unzählige dieser Autos (die uns vorher nie aufgefallen sind). Unser Wissensnetz steuert also unsere bewusste Wahrnehmung und was wir bewusst wahrnehmen, das kann in das Wissensnetz eingebunden werden und dieses immer mehr verfeinern.

## **Das Gehirn organisiert sich selbst**

Wie schon erwähnt, steht jede Information in Bezug zu anderen. Bekommt unser Gehirn eine neue Information, wird eine neue Verbindung zwischen den Gehirnzellen angelegt, welche jedoch noch sehr instabil ist. Je öfter wir aber mit dieser neuen Information arbeiten, desto stabiler wird die Verbindung – wir haben etwas gelernt. Sobald wir einen Denkprozess vollziehen, werden bereits vorhandene Verbindungsbahnen aktiviert. Man kann das mit dem Bauen einer befestigten Straße durch häufiges Nutzen eines Trampelpfades vergleichen. Das heißt nichts anderes als das: Je mehr ich mein Gehirn benutze, desto besser kann ich es nutzen, und je mehr ich etwas über Etwas weiß, umso mehr Neues kann ich dazu abspeichern.

## **Lernen ist mit Lust verbunden**

Lernen gehört wie Essen, Trinken und Fortpflanzung zu den grundlegenden Überlebensmechanismen. Z. B. wissen wir seit der Zeit der Jäger und Sammler, dass die schönen roten Pilze mit den weißen Punkten giftig sind, weil diese Information seit Generationen gehört, gemerkt und weiter erzählt wird; zur Absicherung des eigenen Überlebens und der eigenen Art. Wie alle Grundbedürfnisse, die das Überleben sichern, ist Lernen mit Lust verbunden. Sobald wir denken, wird im Gehirn Dopamin freigesetzt. Dieser Botenstoff stellt die Verbindung zwischen den einzelnen Gehirnzellen her und sorgt dafür, dass wir uns konzentriert und wach fühlen. Ist das Lernziel erreicht, wird Endorphin und Serotonin freigesetzt; ‚Glücksdrogen‘, die uns zufrieden bis euphorisch werden lassen. Langeweile hingegen führt zur Ausschüttung von Adrenalin, das den Informationsfluss hemmt und Trübsinn bis Stress verursachen kann.

Aber nicht bei allem Lernen wird Dopamin freigesetzt. Es kommt darauf an, was und wie man lernt. Informationen, die uns sehr wichtig erscheinen, speichert das Gehirn problemlos ab. Wichtig ist z. B. die Information über den giftigen Pilz. Als wichtig stuft unser Gehirn aber auch Informationen ein, die mit starken Emotionen verbunden sind. So kann jemand, der ein schlechtes Namensgedächtnis hat, sich sehr schnell den Namen der Angebeteten merken und sich auch Jahre später daran erinnern. Wichtig sind für das Gehirn aber auch Dinge, die merk-würdig sind; also neu, unerwartet, spannend oder interessant. Also das, was unsere Aufmerksamkeit erregt und dem wir uns neugierig zuwenden. Stures Auswendiglernen oder Routineaufga-

ben hingegen langweilen unser Gehirn. Es setzt Adrenalin frei, das uns daran hindert, die Dinge zu lernen, die wir eigentlich lernen wollten.

### **1.3.2 Methoden der Lehrstoffvermittlung**

Aus den genannten biologischen Vorgängen beim Lernen lassen sich zwei wesentliche Methoden zur Lehrstoffvermittlung ableiten: das Prinzip der Redundanz und das Prinzip der Veranschaulichung. Beide Prinzipien sind in der Methodik nicht neu, erhalten aber durch das gehirngerechte Lernen eine andere Bedeutung und Gewichtung.

#### **Prinzip der Redundanz**

Redundanz heißt wörtlich ‚Überfüllen‘ und bezeichnet die Weitschweifigkeit einer Nachricht, d.h., dass eine Nachricht Teile enthält, die keine Information vermitteln und damit eigentlich überflüssig sind. In der Methodik geht es somit um die Frage, wie viele Informationen notwendig sind, um das Verstehen des Lehrstoffes zu sichern. Das führt aber häufig zu der Annahme, dass Lehrstoff am besten verstanden wird, wenn er auf die wesentlichen Fakten reduziert ist.<sup>34</sup>

Aber Verstehen einer Information bedeutet nicht Merken dieser Information. Um im Bild des Wissensnetzes zu bleiben, würde eine reine Sachinformation wie ein einseitig angeknöteter Faden im Gehirn rumhängen. Redundanz, also die Anreicherung der Sachinformation mit anderen, nicht zum eigentlichen Verständnis der Sache beitragenden Informationen, ermöglicht es aber, die Sachinformation mit anderen Wissensknoten zu verknüpfen. Dadurch kann die neue Information abgespeichert und zudem auf verschiedenen Wegen wieder abgerufen werden.

Diese Zusatzinformationen wären z. B. Hintergrundinformationen. Das können historische Anekdoten oder eigene Erlebnisse sein. Meist sind diese kurzen Erzählungen amüsant oder interessant und regen damit unsere Aufmerksamkeit an und schaffen ein entspanntes, freundliches Lernklima.<sup>35</sup>

---

<sup>34</sup> (Köck, 2002)

<sup>35</sup> (Seufert, Back, & Häusler, 2001, S. 104)

Zu diesen Zusatzinformationen zählen auch Merksätze und Eselsbrücken.<sup>36</sup> In der Grundschule gehörten sie zum Lernalltag. So vermittelten uns Eselsbrücken, z. B. „Wer ‚nämlich‘ mit ‚h‘ schreibt ist dämlich“ oder „Differenzen und Summen kürzen nur die Dummen“, wie wir ordentlich schreiben und rechnen. Eingeprägt haben sich diese Sätze, weil sie durch Rhythmus und Reim unsere rechte Gehirnhälfte ansprechen, aber nicht, weil der Inhalt uns wichtig erschien. Mittlerweile ist uns der Inhalt ‚in Fleisch und Blut‘ übergegangen, so dass wir die Eselsbrücken nicht mehr hervorholen müssen.

Auch wenn vieles gegen den Vergleich von Grundschule und Hochschule spricht, z. B. dass Grundschulkindern über ein sehr geringes Wissen verfügen und noch nicht abstrakt denken können, ist der Vergleich bewusst gewählt. Kindern wird in der Grundschule Grundlagenwissen beigebracht, für Studienanfänger gibt es das Grundstudium (auch wenn es heute nicht mehr so heißt). Das bedeutet, dass bei Studienanfängern das fachliche Wissensnetz erst noch angelegt werden muss. Es ist durch geringes Vorwissen aus Schule und Praktika noch sehr ‚grobmaschig‘ und ‚löchrig‘. Es ist also sinnvoll, durch Hintergrundinformationen, Merksätze und Eselsbrücken ‚Hilfsfäden‘ zu knüpfen.

Zum Prinzip der Redundanz gehört auch Lehrstoffwiederholung in unterschiedlicher Form. Das bedeutet nicht nur die Verwendung verschiedener Medien, um so viele Sinne wie möglich anzusprechen, sondern auch, dass in diesen Medien der Lehrstoff unterschiedlich vermittelt wird. Z. B. indem verschiedene Beispiele gebracht werden, die Vermittlung des Lehrstoffes durch unterschiedliche Herangehensweisen geschieht und auch andere Worte beim Erklären benutzt werden. Dadurch bleibt unser Gehirn auch bei Wiederholungen aufmerksam, während es sich bei gleichbleibenden Wiederholungen langweilen würde.

### **Prinzip der Veranschaulichung**

Veranschaulichung meint nicht nur die Anschauung eines unmittelbar sinnlich wahrnehmbaren Objekts, sondern auch die Veranschaulichung von abstrakten Sachverhalten, die mittels Sprache (Begriffen) und Symbolen (Pfeilen, Mengen, Diagrammen) geschieht.

---

<sup>36</sup> (Seufert, Back, & Häusler, 2001, S. 104)

In Lernprozessen sollte der direkten Anschauung der Vorzug gegeben werden. Denn Objekte, die unmittelbar wahrnehmbar sind, können mit vielen Sinnen erfasst werden: man kann sie sehen, hören, fühlen und riechen. Wenn dann noch die Möglichkeit besteht, dass der Lernende selbst mit dem dargebotenen Objekt etwas tun kann, erhöht sich der Lerneffekt, denn der Mensch merkt sich 90 % von dem, was er tut (siehe Unterkapitel „Lernkanäle und Lerntypen“ auf Seite 20).

Allerdings besteht nur in wenigen Fällen die Möglichkeit, am realen Objekt zu lernen. Daher eignen sich zur Veranschaulichung von Objekten Modelle oder Abbildungen.

Modelle sind wie das reale Objekt, das sie darstellen, unmittelbar wahrnehmbar, während es sich bei Abbildungen um Fotos oder Grafiken handelt, die das Objekt zeigen. Da unser Gehirn Bilder leichter speichern kann als Text (Kapitel gehirngerechtes Lernen), sollte das zu Lernende immer wieder in Abbildungen dargeboten werden. Dabei ist zu beachten, dass erläuternde Begriffe und Bezeichnungen in der Darstellung stehen sollten und nicht mit Pfeilen markiert daneben. Denn unser Gehirn konzentriert sich auf das Bild und speichert dieses ab, nicht aber den Raum um das Bild, auch wenn dort die Erklärungen vermerkt sind.<sup>37</sup> Stehen die Begriffe direkt in der Abbildung, speichert das Gehirn auch diese mit ab, zwar nicht als Text, sondern als Bild. Wenn man das Bild dann vor seinem ‚inneren Auge‘ sieht, können die Begriffe abgelesen werden.

Ebenso wie Objekte können Prozesse und Abläufe anhand von Modellen oder Abbildungen, speziell bewegte Bilder wie Animationen und Filme, veranschaulicht werden. Auch hier gilt, dass unser Gehirn Bilder besser abspeichert als Text. Hinzu kommt, dass unser Gehirn den Dingen Aufmerksamkeit schenkt, die sich verwandeln oder bewegen. Daher sollte bei der Beschreibung von Abläufen Animationen den Vorzug gegeben werden vor erklärenden Einzelbildern.

Prozesse und Abläufe lassen sich aber auch sprachlich veranschaulichen und zwar durch Analogien und Metaphern. Z. B. kann ein Kochbuch mit den darin enthaltenen Rezepten als Metapher für das Erstellen von E-Learning-Produkten dienen, wie in

---

<sup>37</sup> (Griffiths, 2009 S. xxx)

dem Buch, das gerade als Quelle genutzt wird.<sup>38</sup> Ein anderes Beispiel ist der Vergleich zwischen einem Netz und den Abläufen in unserem Gehirn, wie beim gehirngerechten Lernen. Die Metaphern und Analogien erleichtern das Verständnis eines komplexen Prozesses und helfen, indem sie ‚Hilfsfäden‘ zu bekannten Abläufen knüpfen, die Information abzuspeichern.

### **Prinzip der Strukturierung**

Neben den beiden ausgeführten Prinzipien gibt es in der Methodik noch weitere Prinzipien, z. B. das der Motivierung, das der Angemessenheit, das der Selbsttätigkeit, das der Erfolgssicherung<sup>39</sup> – um nur einige zu nennen. Alle diese Prinzipien zu erläutern, würde den Rahmen dieser Arbeit sprengen. Es soll aber im Folgenden das Prinzip der Strukturierung kurz vorgestellt werden, da es die generelle Gliederung einer Lehreinheit und des Lehrstoffes beschreibt.

Jede Lehreinheit ist in drei aufeinander folgende Schritte gegliedert: Die Einleitung, den Hauptteil und den Schluss.

Die Einleitung sollte Vorwissen aktivieren, entweder indem es einen Überblick über bekannte fachliche Zusammenhänge gibt und verdeutlicht, wohin das neu zu Lernende gehört oder indem es durch einen Eingangstest das Wissen prüft, das zum Verständnis der Lehreinheit nötig ist. Damit dient die Einleitung dazu, das Interesse der Studierenden zu wecken und die Aufmerksamkeit auf den Lehrstoff zu lenken.<sup>40</sup>

Im Hauptteil wird der neue Lehrstoff dargestellt. Was vermittelt wird, ist in den Lernzielen festgelegt worden, nach welchen Grundregeln die Vermittlung geschieht, beschreiben die methodischen Prinzipien. Der Lehrstoff selbst kann auf nachfolgende Weise vermittelt werden, wobei auch deren Umkehrungen möglich sind:

- Vom Bekannten zum Neuen
- Vom Allgemeinen zum Detail
- Vom Einfachen zum Komplizierten
- Vom Abstrakten zum Konkreten<sup>41</sup>

---

<sup>38</sup> (Seufert, et al., 2001 S. 101)

<sup>39</sup> (Köck, 2002)

<sup>40</sup> (Macke, et al., 2008 S. 148)

<sup>41</sup> (Seufert, et al., 2001 S. 98-99)

Der Schlussteil sollte die vermittelten Lehrinhalte kurz zusammenfassen, nochmals die Bedeutung des Gelernten verdeutlichen und eventuell durch einen Abschlusstest das Erreichen des Lernziels überprüfen.<sup>42</sup>

---

<sup>42</sup> (Macke, et al., 2008 S. 149)

## **2 Umsetzung der didaktisch-methodischer Grundlagen in einem webbasierten Tutorium für Mathematikausbildung**

Webbasierte Tutorien sind, wie ausgeführt, zum einen Teil nach einem didaktischen Grundkonzept, zum anderen aber auch selbst nach didaktischen Regeln aufgebaut. Wie diese Umsetzung der didaktischen-methodischen Grundlagen konkret erfolgt, hängt vom Medium ab, mit dem der Lehrstoff vermittelt werden soll. Beim Mathe-Tutorium handelt es sich um eine Webseite, die wiederum eigenen Regeln unterliegt. Daher wird im Folgenden als erstes der Aufbau der Webseite beschrieben und anhand dieses Aufbaus werden Aspekte der didaktischen-methodischen Umsetzung verdeutlicht.

### **2.1 Aufbau der Webseite – Grobziele im Mathe-Tutorium**

#### **2.1.1 Kopf- und Navigationsbereich**

Webseiten werden anders wahrgenommen als z. B. gedruckte Texte, woraus sich eigene Konventionen zum Aufbau von Webseiten entwickelten. So überschaut der Nutzer zuerst den oberen und dann den linken Rand der Seite auf der Suche nach relevanten Begriffen.<sup>43</sup>

Dementsprechend befindet sich beim Mathe-Tutorium im Seitenkopf die Hauptüberschrift: ‚Mathematik-tutorium. FB Informatik und Kommunikationssysteme. Hochschule Merseburg‘. Der Hinweis auf die Hochschule spricht für die Seriosität der Seite und dafür, dass die Inhalte fachlich richtig sind. Da es sich laut Überschrift um ein Mathematik -Tutorium handelt, ist auch klar, für wen die Seite konzipiert ist, nämlich für Studierende. Dank dieser Informationen im Seitenkopf kann der Nutzer entscheiden, ob es sich für ihn lohnt, sich weiter mit der Seite zu beschäftigen.

Die Navigation selbst befindet sich auf der linken Seite, wobei diese in vier voneinander getrennte Navigationsblöcke unterteilt ist (Abbildung 4: Startseite Mathe-Tutorium).

---

<sup>43</sup> (Thissen, 2001 S. 36)





Abbildung 4: Startseite Mathe-Tutorium

Der erste Navigationsblock beinhaltet die Suchfunktion. Da sich das Mathe-Tutorium noch im Aufbau befindet, ist diese Funktion noch nicht aktiv. Jedoch ist geplant, die Suchfunktion und zusätzlich noch ein Schlagwortverzeichnis anzulegen, damit die Studierenden gezielt nach Begriffen und den dazugehörigen Beiträgen suchen können.

Der nächste Navigationsblock umfasst die eigentliche Seitennavigation, die sich an den Lernzielen orientiert. Wie im Kapitel 1.2.3 „Lernziele“ dargelegt, sind die Groblernziele der einzelnen Module eines Studiengangs im Modulhandbuch formuliert. Diese Groblernziele sind an konkrete Inhalte gekoppelt. So sollen laut Handbuch die Studierenden nach Beendigung des Moduls Mathematik „über diejenigen Grundkenntnisse in der angewandten Mathematik, die für die Modellierung betrieblicher Leistungsprozesse, für Wirtschaftlichkeits- und Optimierungsrechnungen sowie für Statistik/Marktforschung erforderlich sind verfügen“<sup>44</sup>. Inhalt des Moduls sind Lineare Algebra/Analytische Geometrie, konkret: Funktionen, Vektoren, Matrizen<sup>45</sup> usw. Diese konkreten Inhalte des Moduls bilden die Hauptpunkte der Navigation und werden beim Start der Webseite angezeigt (Abbildung 4: Startseite Mathe-Tutorium). Der Lernende kann nun entscheiden, welches Thema ihn interessiert. Fährt er mit der Maus über den entsprechenden Hauptpunkt, werden die dazugehörigen Unterpunkte angezeigt, die sich je nach Komplexität des Lehrstoffes in weitere Unterpunkte gliedern (Abbildung 5: Navigation mit Untermenü, Beispiel Vektoren).

<sup>44</sup> (2012 S. 9)

<sup>45</sup> (2012 S. 9)

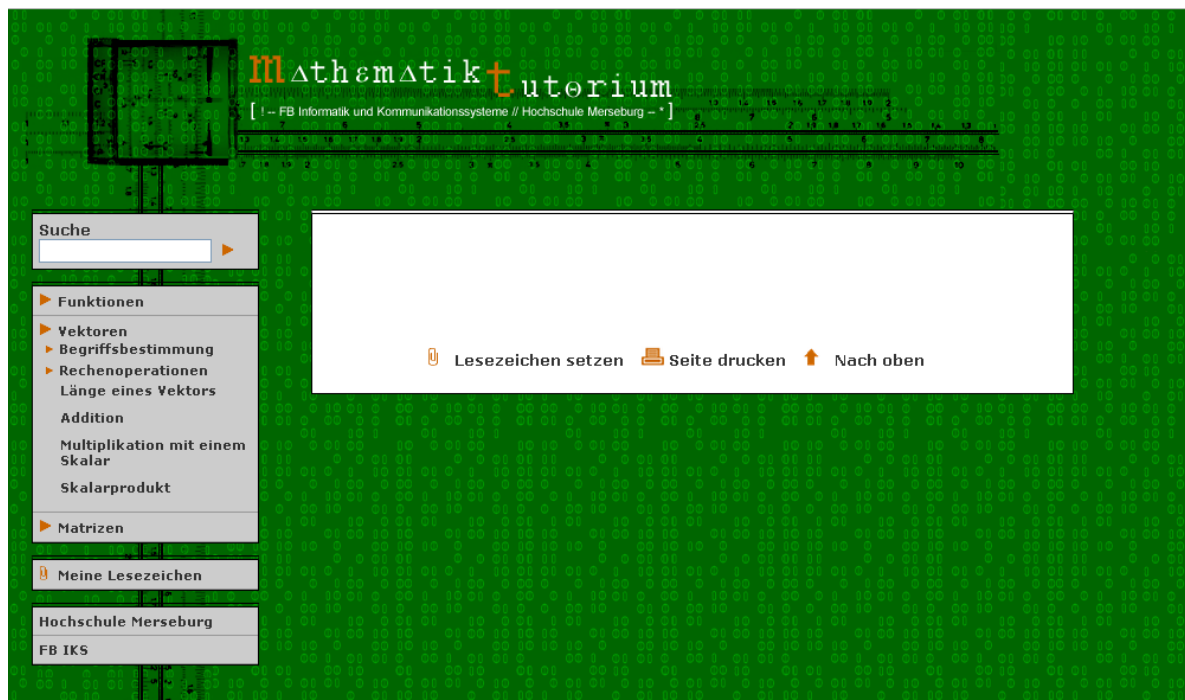


Abbildung 5: Navigation mit Untermenü, Beispiel Vektoren

Durch dieses Aufklappmenü wird zum einen der stufenweise Aufbau des Lehrstoffs deutlich, zum anderen bleibt die Navigation übersichtlich, da nur die Unterpunkte angezeigt werden, deren Hauptpunkt gerade aktiviert ist. Wie dieses Aufklappen technisch realisiert wurde, wird im Kapitel 3.2.2 „jQuery“ erläutert.

Durch die Ausrichtung der Navigationspunkte an den im Modulhandbuch genannten Lernzielen, werden die Inhalte von Präsenzveranstaltung und webbasierten Tutorium aufeinander abgestimmt. Dies ermöglicht es den Studierenden, im Sinne von blended learning (siehe Kapitel 1.1.2 „Blended Learning“), sich schnell auf der Webseite zurechtzufinden und leichter eine Lektion zur Wiederholung oder Festigung des Lehrstoffes auszuwählen.

Der nächste Navigationsblock stellt, wie die Suchfunktion, einen Anwenderservice bereit, nämlich das Setzen individueller Lesezeichen. Zwar kann man in jedem Browser über Favoriten bestimmte Seiten speichern, die Lesezeichenfunktion auf der Tutoriumseite soll jedoch die Möglichkeit bieten, direkt auf der Seite Lesezeichen anzulegen und diese dann direkt aufzurufen. Da jedoch die Lesezeichenfunktion technisch aufwändig ist und sich das Mathe-Tutorium noch in der Entwicklungsphase befindet, wurde bisher auf eine Umsetzung verzichtet. Ziel ist es jedoch, dass die Navigation dem Nutzer drei Wege anbietet, um auf eine Seite zu kommen: über die Suchfunktion, über die Hauptpunkte und über individuell gesetzte Lesezeichen.

Der letzte Navigationsblock umfasst die Hyperlinks zur Homepage der Hochschule Merseburg, dem Anbieter des Mathe-Tutoriums, und zur Homepage des Fachbereiches IKS, der für den Inhalt und die Umsetzung der Webseite zuständig ist. Beide Verweise sind ein Service für die Nutzer und dienen der Werbung der Hochschule und des Fachbereichs.

### **2.1.2 Inhaltsbereich**

Wie im Kapitel 1.1.1 „Formen des E-Learning“ erläutert, sind webbasierte Tutorien Selbstlernprogramme, die es dem Nutzer ermöglichen, mittels Lektionen und Übungen eigenständig Wissen zu erwerben. In dieser Hinsicht ähneln sie Lehrbüchern, die durch einen systematischen Aufbau und ein durchgängiges, übersichtliches Layout Lehrstoff vermitteln. So haben sich, vor allem im Schulbuchbereich, eigene Konventionen bei der Gestaltung heraus gebildet: Fett gedruckter Text ist wichtig; Merksätze sind farblich oder durch Umrahmungen hervorgehoben; jede Lerneinheit schließt mit Übungen ab und die Lösungen stehen am Ende des Buches.

Auch wenn es sich beim Mathe-Tutorium um eine Webseite handelt, wurden einige Gestaltungselemente übernommen. Zum einen, weil die Studierenden nach einer 12-jährigen Schulbildung mit dem Layout vertraut sind und sich daher auch auf der Webseite schneller orientieren können. Es geht also nicht nur darum, bei den Inhalten an Vertrautes anzuknüpfen, wie im Unterkapitel „Gehirngerechtes Lernen“ ab Seite 22 erläutert, sondern auch bei der Gestaltung. Zum anderen wurden Gestaltungselemente übernommen, weil das in Lehrbüchern angewandte Layout eine gute Grundlage zur übersichtlichen Textgestaltung bietet, die auf Webseiten übertragen werden kann.

Allerdings gibt es auch wesentliche Unterschiede zwischen Webseiten und gedrucktem Text. Da die Konzentration beim Lesen am Computer schneller nachlässt, sollten die Texte aus kurzen Absätzen bestehen und durch häufige Zwischenüberschriften aufgelockert werden. Auch gibt es Unterschiede in der Gestaltung von Textfarbe und Hintergrund. Da Papier Licht reflektiert, der Monitor hingegen Licht ausstrahlt, sollten auf Webseiten hohe Kontraste vermieden werden.<sup>46</sup>

---

<sup>46</sup> (Thissen, 2001 S. 74-76, 137)

Entsprechend diesen Überlegungen wurden für den Inhaltsbereich eine helle Hintergrundfarbe und eine dunkelgraue Textfarbe gewählt. Von diesem normalen Text sind die Überschriften durch Textfarbe und -größe angehoben, aber auch Definitionen und Merksätze, die durch Umrandung und einem hellgelben Hintergrund ‚ins Auge springen‘ (Abbildung 6: Gestaltung des Inhaltbereiches, Beispiel Funktionen).

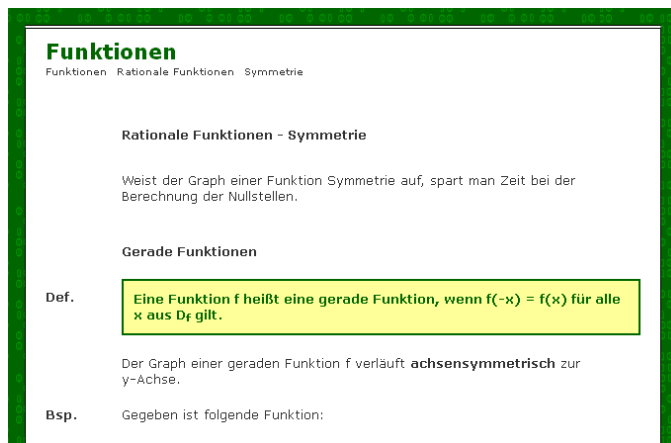


Abbildung 6: Gestaltung des Inhaltbereiches, Beispiel Funktionen

Generell sollte man auf Webseiten dem Text ‚Luft‘ lassen, denn zu enge Textabstände sind schwer lesbar. Leere Flächen hingegen vermitteln Ruhe und Übersichtlichkeit, was letztlich das Lernen am Monitor erleichtert.<sup>47</sup> Aus diesem Grund wurde die Hauptseite nochmals in zwei Bereiche unterteilt: den eigentlichen Inhalt und einen schmalen Randbereich. Auf diesem wird durch geläufige Abkürzungen, wie ‚Def.‘, ‚Bsp.‘, ‚Übg.‘, auf den nebenstehenden Inhalt verwiesen. Dies erleichtert die Orientierung auf der Seite und ermöglicht es, schnell und unkompliziert bestimmte Seiteninhalte zu finden.

## 2.2 Feinlernziele und gehirngerechtes Lernen im Mathe-Tutorium

Hat der Studierende ein Thema ausgewählt und fährt mit der Maus über den entsprechenden Navigationspunkt, erscheinen die Unterkapitel zu diesem Thema (Abbildung 5: Navigation mit Untermenü, Beispiel Vektoren). Wie bereits dargestellt, sind den Themen Groblernziele und den Unterthemen Feinlernziele zugeordnet. Die Unterthemen sind wiederum in einzelne Lektionen gegliedert, die

<sup>47</sup> (Thissen, 2001 S. 91)


das Feinlernziel nochmals verfeinern. Wie die Feinlernziele konkret lauten, richtet sich danach, zu welcher Lernstufe die Lehreinheit gehört. Im Kapitel 1.2.4 „Lernstufen“ wurde bereits dargelegt, dass webbasierte Tutorien Lektionen der ersten und zweiten Lernstufe enthalten, also Wissen vermitteln und Aufgaben zur Anwendung des neu erworbenen Wissens anbieten.

Dies soll an einem Beispiel veranschaulicht werden. Die Lehreinheit ‚Vektoren‘ untergliedert sich in die zwei Lektionen ‚Begriffsbestimmung‘ und ‚Rechenoperationen‘. In der ersten Lerneinheit ‚Begriffsbestimmung‘ geht es darum, dass die Studierenden lernen, was Vektoren sind. Das Feinlernziel lautet daher: Die Studierenden wissen, was ein Vektor ist und können selbständig einen Vektor darstellen.

Strukturell ist die Lektion so aufgebaut, dass sie vom Bekannten zum Neuen übergeht (siehe Unterkapitel „Prinzip der Strukturierung“ ab Seite 28). Das Bekannte ist dabei ein Obstsalat. Dieses Beispiel aus dem Alltag erstaunt sicherlich manchen Studierenden, denn was hat ein Obstsalat mit Mathematik zu tun? Das Erstaunen erhöht jedoch die Aufmerksamkeit, denn Unerwartetes findet unser Gehirn interessant (siehe Punkt „Lernen ist mit Lust verbunden“ auf Seite 24 ).An dem Beispiel Obstsalat wird dann die Definition eines Vektors erläutert (siehe Abbildung 7: Einführung in Vektoren“).

**Vektoren**  
Vektoren Begriffsbestimmung

Bevor wir uns der mathematischen Definition eines Vektors zuwenden, werden wir uns mit einem kleinen Obstsalat stärken.  
Wir brauchen einen Apfel und zwei Bananen.



Diese Zutaten lassen sich nun auch als Vektor darstellen. Dafür definiere ich mir einfach einen Vektor "lecker Obstsalat":

$$\vec{\text{lecker Obstsalat}} = \begin{pmatrix} \text{Apfel} \\ \text{Banane} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \text{Anzahl der Äpfel} \\ \text{Anzahl der Bananen} \end{pmatrix}$$

$$\vec{\text{lecker Obstsalat}}_1 = \begin{pmatrix} 1 \\ 2 \end{pmatrix}$$


Abbildung 7: Einführung in Vektoren

Im Sinne des gehirngerechten Lernens ist es wichtig, gerade bei Einführungen in ein neues Stoffgebiet, von Alltagserfahrungen auszugehen und an ihnen anzuknüpfen.

Dies kann ein Beispiel sein, aber auch Alltagswissen über das die Lernenden verfügen.

Das zeigt das folgende Beispiel aus dem Mathe-Tutorium (Abbildung 8: Matrizen). Den Studierenden wird es nicht schwer fallen auszurechnen, wo es die Zutaten für den Obstsalat günstig zu kaufen gibt; dass es sich bei der Rechnung um eine Matrizenmultiplikation handelt, erfahren die Studierenden nun zum ersten Mal. Auf dieser neuen Information baut dann der eigentliche Lernschritt auf, nämlich die Erklärung, was Matrizen sind.

Auch beim Thema Matrizen werden wir zuerst einen Obstsalat brauchen. Das stärkt, gibt Kraft und Energie. Matrizen sind schon etwas mehr als Vektoren, also sollte unser Obstsalat auch etwas reichhaltiger sein. Wir brauchen zu dem Apfel und den zwei Bananen noch vier Erdbeeren.



Da die Zutaten nicht im Haus sind, müssen wir noch schnell einkaufen gehen. Aber halt, nicht einfach in den erst besten Markt. Wir sind preisbewusst und vergleichen die verschiedenen Angebote der Supermärkte (wobei wir einfach von Stückpreisen ausgehen).

Stückpreise	Netto	Penny	Aldi
Apfel	0,20	0,30	0,15
Banane	0,50	0,30	0,60
Erdbeere	0,15	0,10	0,20

Wieviel müssen wir bei Netto, Penny und Aldi bezahlen? Und wo bekommen wir unsere Zutaten am günstigsten?

✓ Lösung

Richtig.  
Bei Netto kostet es 1,80 bei Penny 1,30 und bei Aldi 2,15. Das günstigste Angebot hat Penny.  
Glückwunsch! Sie haben soeben die Matrizenmultiplikation gemeistert.

Abbildung 8: Matrizen

Es soll nochmal betont werden, dass es bei der Verwendung von Alltagsbeispielen wie dem Obstsalat nicht darum geht, komplexe Lerninhalte in ihrem Anspruch zu verflachen. Es geht beim gehirngerechten Lernen darum, neue Lerninhalte so darzustellen, dass sie durch die Knüpfung von ‚Hilfsfäden‘ zu vorhandenem Wissen einfacher im Gehirn abgespeichert werden können und so der Lerneffekt erhöht wird.

Daher ist es bei der Verwendung von Beispielen wichtig, zu Beginn immer wieder auf sie zurück zu kommen. Wie im Punkt „Das Gehirn arbeitet wie ein assoziativer Speicher“ auf Seite 23 erläutert, sind im Gehirn die Verbindungen zwischen bekanntem und neuem Wissen noch sehr instabil, weshalb neu erworbenes Wissen leicht vergessen werden kann. Werden diese Verbindungen jedoch immer wieder aktiviert, festigt sich das neue Wissen bis es so weit abgespeichert ist, dass es auch ohne den

Umweg über ‚Hilfsfäden‘ abgerufen werden kann. Dementsprechend wird im Mathe-Tutorium bei den Rechenoperationen mit Vektoren immer wieder auf das Beispiel mit dem Obstsalat zurückgegriffen (Abbildung 9: Rechenoperationen mit Vektoren).

**Vektoren**  
Vektoren Rechenoperationen Multiplikation mit einem Skalar

**Rechenoperationen - Multiplikation mit einem Skalar**

Nehmen wir noch einmal das Rezept mit dem Apfel und den zwei Bananen für den Obstsalat. Das ergibt eine Portion. Was machen Sie, wenn Sie sieben Portionen brauchen?  
Richtig. Die Zutaten einfach mit 7 multiplizieren. Das ergibt 7 Äpfel und 14 Bananen.

$$7 * \vec{v} \begin{pmatrix} 1 \\ 2 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 7 * 1 \\ 7 * 2 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 7 \\ 14 \end{pmatrix}$$

Die Zahl, mit der ein Vektor multipliziert wird, heißt in der Mathematik Skalar. Deshalb redet man bei dieser Rechenoperation auch von skalarer Multiplikation.

**Merke** Vektoren werden Komponentenweise mit dem Skalar multipliziert. Das Ergebnis ist wiederum ein Vektor.

Abbildung 9: Rechenoperationen mit Vektoren

Es geht beim gehirngerechtem Lernen nicht allein darum, neues Wissen an vorhandenem anzuknüpfen, sondern auch darum, dass neu zu Lernende anschaulich darzustellen. So finden sich im Mathe-Tutorium Grafiken von Funktionen; geplant sind weiterhin 3D-Grafiken von Körpern, Bilder zu Beispielen aus der Praxis sowie Animationen. Auch ist zu überlegen, inwieweit es möglich ist, in Zusammenarbeit mit anderen Fachbereichen der Hochschule E-Lectures und Filme zu erstellen, um diese in das Mathe-Tutorium einzubinden. Diese Anschauungsmaterialien würden den Lerneffekt erhöhen, da sie auf verschiedene Weise den Lehrstoff vermitteln und unterschiedliche Lernkanäle ansprechen.

Zur Veranschaulichung von Lehrinhalten gehört auch die Gestaltung der Lektionen selbst, u. a. die von Rechenoperationen. In Präsenzveranstaltungen entwickelt der Lehrende an der Tafel den Lösungsweg, indem er jeden einzelnen Rechenschritt erklärt und gegebenenfalls in einer Nebenrechnung erläutert. Diese Methode lässt sich auch auf ein webbasiertes Tutorium übertragen. So wird beispielsweise im Mathe-Tutorium die Polynomdivision Schritt für Schritt erklärt, wobei die Elemente, die für den entsprechenden Rechenschritt wichtig sind, farblich gekennzeichnet sind (Abbildung 10: Rechenaufgabe Schritt für Schritt erklärt, Beispiel Polynomdivision). Dies ermöglicht den Lernenden, die einzelnen Schritte nachzuvollziehen.

Verfolgen Sie hier die zwei Schritte der Polynomdivision

**1. Schritt:**

$$(x^3 - 8x^2 + 5x + 14) : (x + 1)$$

Die höchste Potenz des Zählers ( $x^3$ ) wird durch die höchste Potenz des Nenners ( $x$ ) dividiert und das Ergebnis ( $x^2$ ) notiert.

$$(x^3 - 8x^2 + 5x + 14) : (x + 1) = x^2$$

**2. Schritt:**

Das Ergebnis der Division ( $x^2$ ) wird mit dem Nenner ( $x + 1$ ) multipliziert und das Ergebnis ( $x^3 + x^2$ ) vom Zähler **subtrahiert**.

$$(x^3 - 8x^2 + 5x + 14) : (x + 1) = x^2$$
$$-(x^3 + x^2)$$

Wir erhalten somit das Restpolynom

$$-9x^2 + 5x + 14$$

Abbildung 10: Rechenaufgabe Schritt für Schritt erklärt, Beispiel Polynomdivision

## 2.3 Lernzielkontrolle im Mathe-Tutorium

Lernzielkontrollen helfen den Studierenden zu überprüfen, ob sie den Lehrstoff verstanden haben und in Übungen selbstständig anwenden können. Bei einem Selbstlernprogramm wie dem Mathe-Tutorium ist es daher wichtig, dass der Lernende unmittelbar vom System die Rückmeldung erhält, ob die Aufgabe richtig gelöst wurde. Das bedeutet, dass die Antworten maschinell überprüft werden müssen. Diese maschinelle Überprüfung ist jedoch nicht bei allen Aufgabentypen (siehe Kapitel 1.2.5 „Lernzielkontrolle“) möglich. So könnte zwar bei offenen Aufgaben kontrolliert werden, ob bestimmte Schlagwörter im Text vorkommen, ob diese aber sinnvoll verwendet werden oder die Textaussage sachlich richtig ist, lässt sich nicht maschinell prüfen. Daher scheiden offene Aufgaben für eine Überprüfung durch das System aus.

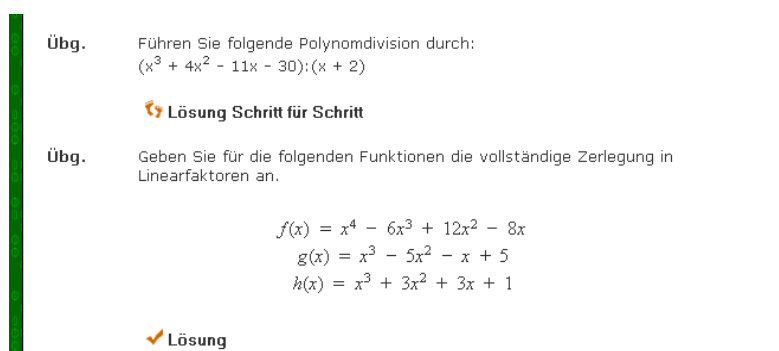
Hingegen können geschlossenen Aufgaben maschinell geprüft werden, da bei diesen die Antworten vorgegeben sind und nur noch angeklickt werden müssen. Zu diesen Aufgaben gehören Multiple-Choice-Aufgaben und Zuordnungsaufgaben (siehe Kapitel 1.2.5 „Lernzielkontrolle“). Beide Aufgabenformen ermöglichen verschiedene Variationen in der Vorgabe von Antworten. So können in Multiple-Choice-Aufgaben Texte, Zahlen, Funktionen, Grafiken oder eine Kombination dieser Antworten vorgegeben werden, wobei eine oder mehrere Antworten richtig sein können. Dadurch kann der Schwierigkeitsgrad von Multiple-Choice-Aufgaben den Lernfortschritten



angepasst werden. Ebenso können bei Zuordnungsaufgaben verschiedene Antwortarten und deren Kombination vorgegeben werden, die dann der Lernende mit der Maus entsprechend verschieben und platzieren muss.


Weiterhin ist geplant, im Mathe-Tutorium die Lernzielkontrolle durch halboffene Aufgaben durchzuführen, da sich auch halboffene Aufgaben maschinell überprüfen lassen. Bei den halboffenen Aufgaben, speziell beim Lückentext, sollen die Studierenden Zahlen oder Wörter in einen vorgegebenen Text, z. B. in einen Antwortsatz, eingeben. Dadurch wird nicht nur überprüft, ob der Studierende richtig gerechnet hat, sondern auch, ob er weiß, was er berechnet hat. Auch können die Rechenergebnisse Maßeinheiten haben, die zusammen mit dem Ergebnis in den Lückentext eingetragen werden müssen. Da es jedoch verschiedene Schreibweisen für Maßeinheiten geben kann (,km/h‘, ,km:h‘), ist es wichtig, diese Schreibweisen bei der maschinellen Prüfung zu berücksichtigen.

Neben den ausgeführten Möglichkeiten zur automatischen Lernzielüberprüfung gibt es noch die ‚traditionelle‘ Methode zur Kontrolle von Ergebnissen: Die Lösung samt Lösungsweg wird einfach angezeigt, damit der Lernende diese mit seiner Lösung vergleichen kann. Bekannt ist diese Form der Lernzielüberprüfungen aus Lehrwerken, an deren Ende in einem Kapitel alle Lösungen ggf. mit Lösungsweg zusammengefasst sind. Dementsprechend findet sich im Mathe-Tutorium nach jeder Übung ein Button mit ‚Lösung‘ bzw. ‚Lösung Schritt für Schritt‘ (Abbildung 11: Lösungs-Button, Beispiel Polynomdivision). Klickt der Studierende auf den Button erscheint unmittelbar unter der Aufgabe die entsprechende Lösung.



The screenshot shows a user interface for a math exercise. It features two exercise blocks, each with a description, mathematical formulas, and a solution button. The first block is for polynomial division, and the second is for linear factorization. The solution buttons are labeled 'Lösung Schritt für Schritt' and 'Lösung'.

**Übg.** Führen Sie folgende Polynomdivision durch:  
 $(x^3 + 4x^2 - 11x - 30):(x + 2)$

 **Lösung Schritt für Schritt**

**Übg.** Geben Sie für die folgenden Funktionen die vollständige Zerlegung in Linearfaktoren an.

$$f(x) = x^4 - 6x^3 + 12x^2 - 8x$$
$$g(x) = x^3 - 5x^2 - x + 5$$
$$h(x) = x^3 + 3x^2 + 3x + 1$$


 **Lösung**

Abbildung 11: Lösungs-Button, Beispiel Polynomdivision

Die ‚Lösung Schritt für Schritt‘ bildet, den Lösungsweg in den einzelnen Rechenschritten ab. Zum besseren Verständnis sind die Elemente, die für den jeweiligen Rechenschritt wichtig sind, farblich gekennzeichnet (Abbildung 12: Lösung Schritt

für Schritt, Beispiel Polynomdivision). Diese Darstellungsweise ermöglicht dem Lernenden, den Lösungsweg eigenständig nachzuvollziehen und eventuelle Fehler in der eigenen Berechnung zu erkennen und zu beheben.

Übg. Führen Sie folgende Polynomdivision durch:  
 $(x^3 + 4x^2 - 11x - 30) : (x + 2)$

**Lösung Schritt für Schritt**

1.)  $(x^3 + 4x^2 - 11x - 30) / (x + 2) =$   
 $x^3 / x = x^2$   
 $(x^3 + 4x^2 - 11x - 30) / (x + 2) = x^2$

2.)  $(x^3 + 4x^2 - 11x - 30) / (x + 2) = x^2$   
 $x^2(x + 2) = x^3 + 2x^2$

3.)  $(x^3 + 4x^2 - 11x - 30) / (x + 2) = x^2$   
 $\begin{array}{r} - (x^3 + 2x^2) \\ \hline 0 + 2x^2 \end{array}$   
 $(2x^2 - 11x - 30) / (x + 2) = x^2$

4.)  $(2x^2 - 11x - 30) / (x + 2) = x^2$   
 $2x^2 / x = 2x$   
 $(2x^2 - 11x - 30) / (x + 2) = x^2 + 2x$   
 $(2x^2 - 11x - 30) / (x + 2) = x^2 + 2x$   
 $2x(x + 2) = 2x^2 + 4x$

5.)  $(2x^2 - 11x - 30) / (x + 2) = x^2 + 2x$

Abbildung 12: Lösung Schritt für Schritt, Beispiel Polynomdivision

Der Button ‚Lösung‘ bietet allein das Ergebnis einer Übung an, ohne detailliert den Lösungsweg darzustellen. Diese Methode findet sich im Mathe-Tutorium bei einfachen aber auch bei komplexen Aufgaben, insofern bei letzteren der Lösungsweg im vorangegangenen Text ausführlich erläutert wurde. So wird in der Lektion ‚Rationale Funktionen – Polynomdivision‘ an einem Beispiel die Polynomdivision Schritt für Schritt vorgestellt (Abbildung 10: Rechenaufgabe Schritt für Schritt erklärt, Beispiel Polynomdivision). Dieser Erklärung folgt eine Übung, deren Lösung wiederum Schritt für Schritt angegeben wird (Abbildung 12: Lösung Schritt für Schritt, Beispiel Polynomdivision). Da in der Polynomdivision immer wieder die gleichen Rechenschritte vollzogen werden, wird nach der zweimaligen ausführlichen Darstellung in den darauf folgenden Übungen nur noch das Ergebnis angezeigt (Abbildung 13: Lösung nur mit Ergebnis, Beispiel Polynomdivision).

**Übg.** Geben Sie für die folgenden Funktionen die vollständige Zerlegung in Linearfaktoren an.

$$f(x) = x^4 - 6x^3 + 12x^2 - 8x$$

$$g(x) = x^3 - 5x^2 - x + 5$$

$$h(x) = x^3 + 3x^2 + 3x + 1$$

✓ **Lösung**

$$f(x) = x(x - 2)^3$$

$$g(x) = (x - 1)(x + 1)(x - 5)$$

$$h(x) = (x + 1)^3$$

Abbildung 13: Lösung nur mit Ergebnis, Beispiel Polynomdivision

Lernzielkontrollen helfen den Lernenden zu überprüfen, ob sie den Lehrstoff verstanden haben und selbständig anwenden können. Lernziele, die den Lernzielkontrollen zugrunde liegen, erleichtern den Lehrenden die Planung des Lernprozesses, indem sie eine Orientierung bei der Stoffauswahl und -aufbereitung, bei der didaktischen Planung der einzelnen Lernstufen und Lernschritte und bei der Verwendung der Lehrmethoden bieten.

Dies sollte in der hier vorliegenden Arbeit im ersten Teil, ‚Didaktische und methodische Grundlagen‘, und im zweiten Teil anhand des Mathe-Tutoriums ausführlich dargestellt werden. Wie das Mathe-Tutorium technisch umgesetzt wurde, ist Thema des folgenden dritten Teils.

### 3 Technische Umsetzung der Webseite

Das folgende Kapitel beschreibt die Umsetzung des Mathe-Tutoriums unter technischen Gesichtspunkten. Es werden alle Komponenten vorgestellt, welche für eine funktionsfähige Webseite notwendig waren und beschreibt deren Zusammenspiel zum Aufbau der Inhalte der Webseite.

In Anlehnung an ein Content-Management-System sollten alle Daten der Webseite zentral in einer Datenbank verwaltet werden. Ein Content-Management-System, kurz CMS, dient zum Erstellen, Bearbeiten und Organisieren von Internetseiten und deren zentraler Verwaltung. Dabei werden die Inhalte, das Layout und die technischen Funktionen strikt voneinander getrennt. Über eine graphische Benutzeroberfläche kann ein Autor einen Webauftritt erstellen, auch ohne dass er über HTML- oder Programmierkenntnisse verfügt. Durch die Trennung des Inhalts von den anderen Komponenten einer Webseite kann sich der Autor auf die Erstellung der Inhalte konzentrieren, da z. B. die Einbindung von Navigationselementen vollautomatisch erfolgt. Die Grundlage eines CMS sind eine Datenbank mit verschiedenen Tabellen für die Inhalte, das Layout und die technischen Funktionen. Die eigentliche Webseite wird erst auf Grund einer Abfrage der Datenbank generiert, alle Komponenten werden dann zusammengeführt und dargestellt.

Auf Grund dieser Überlegungen wurden die Komponenten des Mathe-Tutoriums ebenfalls getrennt; die einzelnen Komponenten werden im Folgenden kurz vorgestellt und dann in den nachfolgenden Kapiteln ausführlich behandelt.

- Webseite       HTML
- Layout         CSS
- Funktionalität   JavaScript  
                  PHP
- Inhalt         MySQL Datenbank  
                  Bearbeitung mittels MS Access

#### HTML

Möchte man Texte im Web publizieren, müssen diese in einer Markup Language aufbereitet sein. HTML ist die gebräuchlichste Sprache um Webseiten zu erstellen. Dem entsprechend besteht das „Mathe-Tutorium“ aus einem HTML Grundgerüst.

HTML bestimmt die Struktur der Inhalte und definiert was z.B. eine Überschrift, ein Text oder ein Hyperlink ist, damit der Inhalt von jedem Browser einheitlich und übersichtlich abgebildet werden kann. Ein wohl strukturierter Aufbau zeugt nicht nur von gutem Stil, er ist auch wichtig für Suchmaschinen und nicht zuletzt ein ‚Muss‘ für barrierefreies Webdesign. In HTML erstellte Texte können auch problemlos auf den verschiedensten Ausgabemedien, wie z. B. Monitor, Smartphone oder Drucker dargestellt werden. Alle Elemente welche kein Text sind, z. B. Bilder oder Animationen, werden eingebunden, so dass auch bei nicht grafikfähigen Ausgabemedien der Text noch sinnvoll angezeigt wird. Ein wichtiges Element der HTML Struktur sind die Hyperlinks zur Navigation innerhalb der Seite selbst, besonders aber für die Navigation im Netz, weil erst durch diese Hyperlinks das Web seinen Sinn und seinen netzartigen Aufbau erhält.

## **CSS**

Mittels HTML wird die Struktur der Inhalte definiert, gestaltet werden die Seite selbst und die einzelnen Elemente mit CSS (Cascading Stylesheet). So werden ein einheitliches Design und Positionierung aller Überschriften, Hyperlinks usw. erreicht. Durch die Trennung von Struktur und Format lassen sich unkompliziert Änderungen im Aussehen der Elemente verwirklichen, indem einfach das CSS der entsprechenden Elemente geändert wird. Auch kann ein HTML Dokument mehrere CSS verwenden, z. B. eines für die Ausgabe am Monitor und ein anderes für die Ausgabe über den Drucker.

## **JavaScript**

JavaScript ist, wie der Name schon sagt eine Skriptsprache, welche HTML erweitert und in dieses einfach eingebunden werden kann. Mit JavaScript können z. B. Elemente animiert oder mathematische Formeln dargestellt werden. Auf der Webseite des Mathe-Tutoriums kommen die beiden Bibliotheken jsMath und jQuery zum Einsatz.

## **MySQL-Datenbank und Access**

Als Testumgebung habe ich XAMPP verwendet, welches einen lokalen Webserver bereitstellt und somit einen Zugriff auf eine MySQL-Datenbank und PHP ermöglicht. XAMPP ist ein Open Source Softwarepaket bestehend aus Apache, MySQL,

PHP und Perl und kann z. B. von „<http://www.apachefriends.org/de/xampp.html>“ bezogen werden. MySQL ist, plattformunabhängig und hervorragend für Client-Server-Anwendungen geeignet. Eine MySQL-Datenbank bietet viele Vorteile: Abfragen werden sehr schnell bearbeitet, sie arbeitet auch noch stabil bei sehr hohem Datenvolumen, ebenso arbeitet sie eng zusammen mit vielen Programmier- oder Skriptsprachen und verfügt über Zusatzfunktionen, wie z. B. Vergleiche über Strings oder reguläre Ausdrücke.

Sämtliche Inhalte der Webseite sind in einer MySQL-Datenbank hinterlegt, welche zur einfacheren Bearbeitung mit Access verknüpft sind.

## PHP

PHP (PHP Hypertext Preprocessor) generiert dynamisch HTML-Code, wird aber im Gegensatz zu JavaScript auf dem Server ausgeführt. Dadurch ist ein unkomplizierter Zugriff auf die Datenbank, die ebenfalls auf dem Server liegt, möglich. PHP sendet an die Datenbank eine SQL Abfrage und bekommt von der Datenbank die entsprechenden Datensätze zurückgeliefert. Nun bereitet PHP die empfangenen Daten HTML gerecht auf, so dass diese dargestellt werden können.

Die nachfolgende Grafik soll die einzelnen Komponenten und ihr Zusammenspiel noch einmal verdeutlichen.

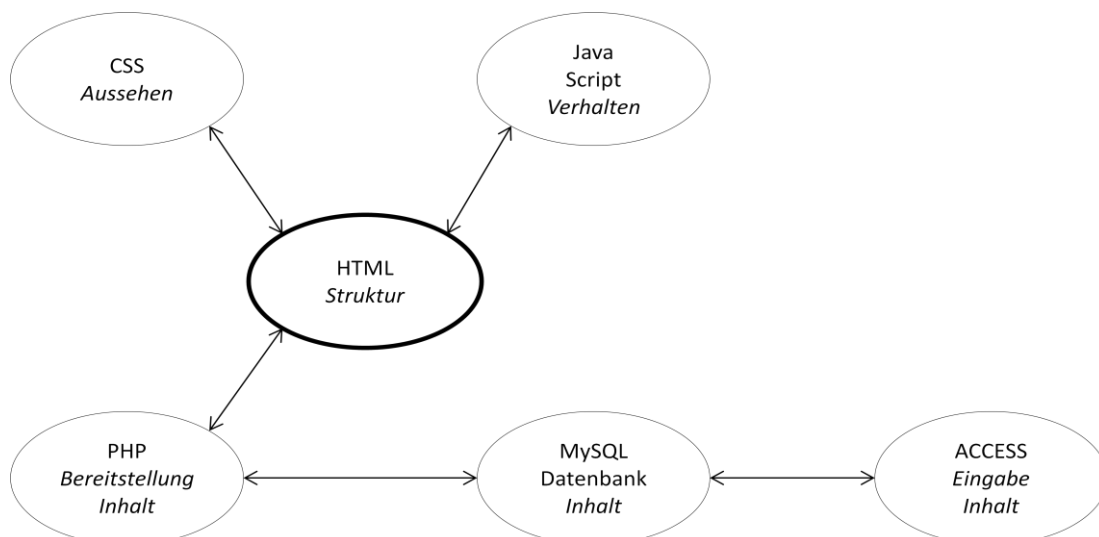


Abbildung 14: Das Zusammenspiel der einzelnen Komponenten

Im Zentrum steht die alles bestimmende HTML Struktur der Webseite, deren Aussehen durch das CSS festgelegt ist, Effekte, wie z. B. Animationen werden durch

JavaScript veranlasst. Der eigentliche Inhalt der Webseite wird in einer MySQL-Datenbank verwaltet und mit Access bearbeitet. Und PHP sorgt letztendlich dafür, dass die in der Datenbank gespeicherten Inhalte auf der Webseite ordentlich dargestellt werden können.

## 3.1 HTML und CSS

### 3.1.1 HTML

Jede HTML-Datei besteht aus drei Teilen: Zuerst erfolgt die Dokumententyp-Angabe, die die Informationen für den Browser enthält, wie die Datei dargestellt werden soll. Als zweites aus dem Header, also den Kopfdaten, die für Suchmaschinen wichtig sind. Diese beiden Teile beinhalten rein technische Informationen und sind für den Nutzer nicht sichtbar. Als drittes besteht jede HTML-Datei aus dem body, dem eigentlichen Inhalt der Datei, die der Nutzer am Bildschirm sehen kann.

#### Dokumententyp-Angabe

Webseiten werden von Browsern gelesen und dargestellt, also muss als erstes dem Browser mitgeteilt werden, in welcher Sprache das Dokument verfasst ist, damit der Browser die Anweisungen verstehen und korrekt umsetzen kann. Daher beginnt der Code mit folgenden Zeilen.

---

```
<?xml version="1.0" ?>
```

---

Mit dieser XML-Deklaration wird angegeben, dass die nachfolgende Datei XML-gerechte Daten enthält, und zwar nach der Version XHTML 1.0.

Auf die XML-Deklaration folgt die DOCTYPE-Angabe.

---

```
<!DOCTYPE html PUBLIC "-//W3C//DTD XHTML 1.0  
Transitional//EN"  
"http://www.w3.org/TR/xhtml1/DTD/xhtml1-transitional.dtd">  
<html xmlns="http://www.w3.org/1999/xhtml">
```

---

In der Dokumententyp-Angabe wird nochmals auf die Auszeichnungssprache und deren Version Bezug genommen. Diese Angaben sind wichtig, weil hinter jedem

Dokumententyp eine Dokumententyp-Definition (DTD) steckt, die genau regelt, welche Elemente innerhalb anderer Elemente vorkommen und welche Attribute den Elementen zugeordnet werden dürfen. Das Mathe-Tutorium ist, wie bereits ausgeführt, in XHTML geschrieben, wobei es sich auf die öffentlich verfügbare XHTML-DTD bezieht, die vom W3C-Konsortium herausgegeben wurde. Als Auszeichnungssprache dient XHTML 1.0 in der Variante *Transitional*. *Transitional* ist im Gegensatz zu den zwei weiteren Möglichkeiten, *script* und *frameset*, etwas toleranter in der Interpretation der Elemente, weshalb diese Variante allgemein empfohlen wird. Das „EN“ steht für englisch und meint die natürliche Sprache, in der die HTML-Tags geschrieben sind. Über die angegebene Webadresse kann die Dokumententyp-Definition abgerufen werden. Diese Angabe ist nicht zwingend nötig, da die meisten Browser bei Problemen die Darstellung des Inhaltes abbrechen und eben nicht auf der angegebenen Seite „nachschaun“.

## head

Im Header folgt nun die Angabe:

---

```
<meta http-equiv="Content-Type" content="text/html; charset=UTF-8" /> ...
```

---

Der Content-Type legt fest, dass nun Text folgt und zwar HTML welcher durch UTF-8 (8-Bit Universal Character Set) kodiert ist. Es wurde die UTF-8 Zeichenkodierung gewählt, zum einen, weil sie sich in den letzten Jahren zum universellen Zeichenkodierung für das Web entwickelte, zum anderen, weil mit ihm Umlaute korrekt wiedergeben werden können, ohne den Umweg über benannte Zeichen, wie „&auml;“ für „ä“.

Im Header werden ebenfalls alle zur Darstellung der Inhalte benötigten Bibliotheken oder Skripte eingebunden, wie z. B. die PHP Datei, welche die Verbindung zur Datenbank aufbaut:

---

```
... <?php include ('includes/includeSQL/_incConnectToDB.inc.php'); ?> ...
```

---



Weiter möchte ich auf den Header nicht eingehen, da es sich bei dem Mathe-Tutorium um keine kommerzielle Seite handelt, für die eine vordere Positionierung bei Google oder anderen Suchmaschinen wichtig ist.

## **body**

Im body steht der eigentliche Inhalt der Webseite, der dann im Browser dargestellt wird. Er enthält somit alle HTML-Elemente wie Überschriften oder reinen Text aber auch eingebundene Grafiken. Alle diese Elemente liegen in Kästchen, auch Container oder boxes genannt. Weshalb dies wichtig ist, wird im Folgenden erläutert.

HTML als Sprache gibt bestimmte Elemente vor, wobei zwischen Block- und Inline-Elementen unterschieden wird. Block-Elemente ähneln Absatzformaten in Word. Sie werden vom Browser immer so breit wie möglich dargestellt und das nachfolgende Element steht in der nächsten Zeile. Beispiele für Block-Elemente sind die Überschriften von `<h1>` bis `<h6>`, der mit *p* gekennzeichnete Fließtext sowie Listen.

Inline-Elemente sind immer nur so breit wie ihr Inhalt und können direkt im Fließtext stehen, ohne einen eigenen Absatz zu erzeugen. Inline-Elemente werden zur Textauszeichnung benutzt, also für fetten Schriftgrad oder für Hyperlinks.

Neben dieser Boxstruktur, die die HTML-Elemente vorgeben, hat es sich durchgesetzt, die Bereiche der Webseite selbst in einzelne Boxen zu unterteilen. Nämlich in den Kopfbereich, der das Logo und den Seitenüberschrift enthält, den Navigationsbereich mit den einzelnen Navigationselementen, den eigentlichen Inhaltsbereich der Seite und, optional, den Fußbereich mit Angaben zum Impressum und Copyright. Da es sich um Bereiche innerhalb vom HTML handelt, werden sie mit `<div>` gekennzeichnet und ihnen eine *id* (Identität) zugewiesen. Die genaue Benennung der *id* ist nicht vorgegeben, sollte aber aussagekräftig sein.

Zudem können div-Bereichen oder auch einzelnen HTML-Elementen Klassen (*class*) zugeordnet werden. Klassen erlauben, im Gegensatz zu *id*, dass mehrere Elemente einer Klasse angehören können. Z. B. können mehrere Textabsätze einer Seite einer bestimmten Klasse zugeordnet und diese Klasse dann im CSS gestaltet werden. Der Vorteil ist, dass eine Gestaltung mehrere Textabschnitte nur einmal erfolgt und nicht für jeden Absatz einzeln erfolgen muss.

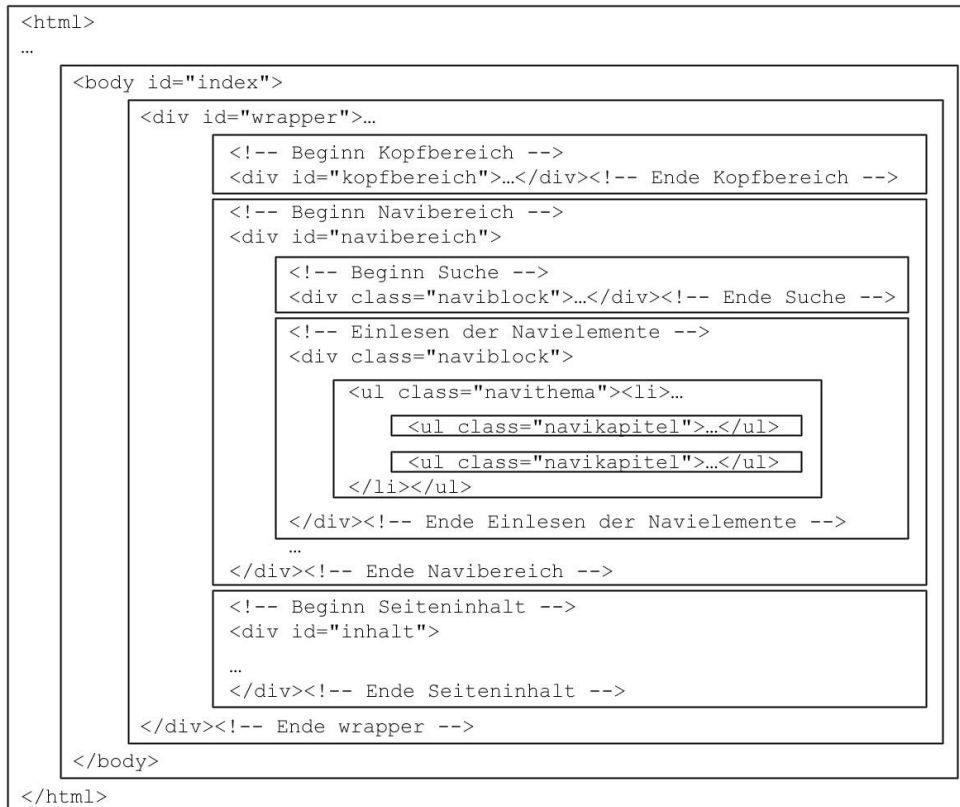


Abbildung 15: Verkürzter Ausschnitt der HTML-Datei zur Darstellung der Boxstruktur

Die Verschachtelung von Block-Elementen und *<div>*-Bereichen, in der Abbildung 15 durch Rahmen gekennzeichnet, mag auf den ersten Blick umständlich erscheinen. Sie erleichtert jedoch die Gestaltung mittels CSS und die Ansprache einzelner Bereiche durch jQuery, um diesen ein bestimmtes Verhalten zuzuweisen. Zudem trägt sie dazu bei, das HTML-Dokument übersichtlich zu gestalten.

### 3.1.2 CSS

CSS dienen zur Definition der Formateigenschaften von HTML-Elementen, wobei diese Formateigenschaften für die verschiedenen Ausgabemedien in externen Dateien notiert werden. Da sich das Mathe-Tutorium noch in der Entwicklungsphase befindet, wurde es nur für zwei Ausgabemedien implementiert: Monitor und Drucker. Der Verweis auf diese Medien mit der entsprechenden Pfadangabe befindet sich im head.

---

```

<head> ...
<link href="htm/bildschirm.css" rel="stylesheet"
type="text/css" media="screen" />

```

---

---

```
<link href="htm/druckversion.css" rel="stylesheet"
type="text/css" media="print" /> ...
</head>
```

---

Wie bereits erwähnt werden Block-Elemente immer so breit wie möglich dargestellt und haben einen integrierten Zeilenumbruch, so dass das nächste Element immer unterhalb des vorherigen Block-Elements steht. Webseiten sind jedoch anders aufgebaut und gehorchen anderen Konventionen. So hat es sich durchgesetzt, dass eine Website mit einer Kopfzeile beginnt, in der der Name und das Logo des entsprechenden Anbieters steht. Darunter befindet sich auf der linken Seite ein schmaler Bereich mit den Navigationselementen und rechts davon ein breiter Bereich mit dem eigentlichen Inhalt. Diese Struktur liegt auch dem Mathe-Tutorium zugrunde.

Dieses Nebeneinander von Block-Elementen, die eigentlich untereinander stehen, erreicht man in CSS am optimalsten mit der Deklaration `float`. `float` heißt ‚schweben‘ und bewirkt, dass das gefloatete Element entsprechend der Deklaration links oder rechts positioniert wird, während das nachfolgende Element es umfließt. Damit das nachfolgende Element Platz hat, muss dem gefloateten Element eine Weite zugewiesen werden. Im Matetutorium wurde der Navigationsbereich links gefloatet und ihm eine Breite von `12em` zugewiesen. Die Maßeinheit ‚em‘ gehört zu den relativen Einheiten und bezieht sich auf die Schriftgröße des Elementes, d. h. die Breite des Bereichs ändert sich, wenn der Benutzer die Schriftgröße im Browser ändert. Stellt er ein großes Schiftzoom ein, verbreitert sich entsprechend der Navigationsbereich.

---

```
#navibereich {
    float: left;
    width: 12em; }
```

---

Das dem gefloateten Element nachfolgende Block-Element, hier der Inhalt der Seiten, würde die Navigationselemente umfließen. Allerdings sollen der Navigationsbereich und der Inhaltsbereich wie in einem mehrspaltigem Layout nebeneinander stehen. Um dies zu erreichen wurde dem Inhaltsbereich ein linker Außenabstand von `16em` zugewiesen, der sich aus der Breite des Navigationsbereichs von `12em` und einem optisch ansprechenden Abstand zwischen den Bereichen von `4em` ergibt.

---

```
#inhalt { margin-left: 16em; }
```

---

Mit diesen drei Deklarationen, float und width für das Block-Element, das gefloatet werden soll, und der Angabe eines Außenabstandes für das nachfolgende Block-Element, lassen sich mit CSS optimal mehrspaltige Layouts erreichen. Entsprechend wurde auch der eigentliche Inhalt der Webseite nebeneinander platziert.

---

```
h4 { float: left; width: 5em; }
```

```
h3, div.text p, div.beispiel p, div.weiter p, div.definition  
p, div.merksatz p, .inhaltliste ul li, #drucken ul, table  
{ margin-left: 6em; }
```

---

Das mehrspaltige Layout sieht dann wie folgt aus:



Abbildung 16: Mehrspaltiges Layout mittels CSS

Auf die weitere Gestaltung der HTML-Elemente für die Bildschirmdarstellung, wie z. B. für farbliche Hintergründe, Rahmenlinien, Abstände oder Schriftauszeichnungen, möchte ich hier nicht weiter eingehen, dafür aber noch kurz auf die CSS für den Druck. Generell kann jede HTML-Seite auch ohne eigenes CSS angeschaut und ausgedruckt werden. Dafür benutzt der Browser seine eigene Stylevorlage. Allerdings wird dabei alles ausgedruckt, was auf der Webseite steht, gleich ob es für den Nutzer auf einer Papierseite sinnvoll ist oder nicht.

Daher ist es benutzerfreundlicher, eine eigene Druck-CSS zu entwerfen. Mit dieser kann z. B. der Ausdruck farbtensiver Hintergründe verhindert werden, was die Druckerpatrone des Nutzers schont. Außerdem können Elemente, die allein zum

Bewegen auf der Seite und zum Anklicken dienen, wie z. B. Navigationselemente, Eingabefelder und Schaltflächen, ausgeblendet werden. Dies geschieht mit der Eigenschaft `display: none`.

---

```
.skiplink, #navibereich, #kopfbereich, #pfadangabe, table,  
#drucken, .schaltflaeche  
{ display: none; }
```

---

Aber es ist nicht nur möglich, mit den verschiedenen CSS-Dateien Elemente auszublenden, sondern für bestimmte Ausgabemedien einzublenden. So ist der Schriftzug im Kopfbereich des Mathe-Tutoriums, wie er im Monitor dargestellt wird, für den Druck ungünstig. Daher wurde ein eigenes Bild mit dem Schriftzug in höhere Auflösung für den Druck erstellt und direkt in HTML eingebunden.

---

```
... <div class="nurdruck"> </div> ...
```

---

Damit das Bild nicht am Bildschirm zu sehen ist, wurde die Anzeige mit der entsprechenden Deklaration in der Bildschirm-CSS verhindert.

---

```
div.nurdruck { display: none; }
```

---

Wie bereits erwähnt, bräuchte man kein eigenes CSS, um sich eine Webseite anzusehen oder auszudrucken. Jeder Browser verfügt über Stylevorlagen, um HTML-Elemente anzuzeigen. Der Vorteil dabei ist, dass jede Seite auch bei einem Ausfall der seiteneigenen CSS lesbar und funktionstüchtig bleibt. Der Nachteil jedoch ist, dass einige Browser ihre Voreinstellungen mit in die Darstellung einer seiteneigenen CSS übernehmen und es dadurch zur Verschiebung von Elementen und zu fehlerhaften Darstellungen kommt. Um dies zu umgehen, müsste zumindest für die gängigen Browser, wie Internet Explorer, Mozilla Firefox und Google Chrome, und deren Varianten, z. B. IE 6.0 bis IE 10, eigene Bugs geschrieben werden. Da sich das Mathe-Tutorium noch in der Entwicklungsphase befindet, wurde darauf verzichtet. Zumal führen die Grundeinstellungen der Browser nur zu kleineren Schönheitsfehlern im Aussehen der Seite; die Funktionalität wird jedoch nicht berührt. Um aber grobe Darstellungsfehler zu verhindern, wurden einige grundlegende Einstellungen vorgenommen.

---

```
* { padding: 0; margin: 0; }  
html { overflow-y: scroll; }
```

---

Das Universalattribut ‘\*’ gilt für alle HTML-Elemente, deren Außen- und Innenabstände auf Null gesetzt werden, wodurch die vom Browser vorgegeben Abstände außer Kraft gesetzt sind. Eine weitere Schwierigkeit bei der Anzeige ist, dass die Seiten springen, wenn man von einer Seite mit Scrollbalken zu einer ohne Scrollbalken wechselt. Mit der Festlegung der HTML-Seite auf ‚übergroß‘ (*overflow*) und der Angabe, daher einen Scrollbalken einzublenden, bleibt der Scrollbalken immer sichtbar.



Der vollständige und ausführlich kommentierte Code befindet sich auf der CD in den Dateien htm/druckversion.css bzw. bildschirm.css.

### 3.1.3 Barrierefreies Webdesign mit HTML und CSS

Barrierefreiheit bedeutet Zugänglichkeit und meint damit mehr als behindertengerecht. Zugänglich ist eine Webseite, wenn sie z. B. eine klare, logische Struktur aufweist und Bedienerkomfort bietet, indem sie über klare Farbkontraste zwischen Schrift und Schrifthintergrund verfügt und Schriftgrößen skalierbar sind.

Die klaren Strukturen einer Webseite werden durch die HTML-Elemente vorgegeben, vor allem durch die Überschriften von `<h1>` bis `<h6>`. Diese sechs Überschriftenebenen bilden die Hierarchie innerhalb des Dokumentes. Die Hauptüberschrift vom Mathe-Tutorium lautet: Mathematik Tutorium – FB Informatik und Kommunikationssysteme, Hochschule Merseburg. Sie befindet sich im Kopfbereich der Seite, ist aber hinter einem Bild ‚versteckt‘.

---

```
... <div id="kopfbereich">...  
<h1></h1>  
</div> ...
```

---

Das ‚Verstecken‘ der Hauptüberschrift mag auf den ersten Blick seltsam erscheinen, erfüllt jedoch seinen Zweck. Sobald das Bild nicht angezeigt werden kann, erscheint der Alternativtext im Kopf der Webseite. Somit ist die Hauptüberschrift immer zu sehen, entweder künstlerisch gestaltet im Bild oder eben als reiner Text. Ein weiterer Grund, die Hauptüberschrift mit dem Kopfbereich der Seite zu verbinden ist, dass Screenreader das Vorlesen immer mit der Hauptüberschrift beginnen, und dass sollte eben der Name der Webseite sein. Alle weiteren Überschriften wurden entsprechend der inhaltlichen Struktur vergeben, also `<h2>` für Kapitel, `<h3>` für Unterkapitel und so weiter.

Entsprechend dem Anspruch, das Mathe-Tutorium nutzerfreundlich zu gestalten, wurden alle Schriftgrößen mit relativen Werten versehen.

---

```
h1 { font-size: 180%; }
h2 { font-size: 130%; }
h3 { font-size: 80%; }
h4 { font-size: 80%; }
h5 { font-size: 70%; }
p { font-size: 80%; }
```

---

Da auch die Breite der einzelnen Bereiche mit relativen Angaben versehen sind (siehe Kapitel 3.1.2 „CSS“), kann die Schriftgröße im Browser problemlos geändert werden, ohne dass sich etwas zwischen den Größenverhältnissen zwischen Überschriften und Text ändert. So können sehgeschwache Nutzer ein größeres Zoom einstellen.

Ein weiterer Schritt, die Nutzungsqualität der Webseite zu erhöhen, war das Setzen eines Skiplinks. Skiplinks sind Sprungstellen für Screenreader, also Geräte, die sehgeschwachen Menschen den Inhalt der Webseite vorlesen. Damit sich der Nutzer nicht auf jeder Seite erst alle Navigationselemente vorlesen lassen muss, wurde im Kopfbereich ein Skiplink eingefügt, der dann zum Inhalt springt.

---

```
... <div id="kopfbereich">
<div class="skiplink"><a href="#inhalt">Zum Inhalt</a></div> ...
</div> ...
```

---

Da der Skiplink allein dem Vorlesen dient, wurde er in der Druck-CSS ausgeblendet (siehe Kapitel 3.1.2 „CSS“). Dieses reine Ausblenden ist allerdings nicht in der Screen-CSS möglich, da Screenreader ausgeblendete Elemente ignorieren und daher der Skiplink sinnlos wäre. Damit der Skiplink jedoch nicht auf dem Bildschirm sichtbar wird, wird seine Größe auf Null gesetzt und er außerhalb des sichtbaren Bereichs verschoben.

---

```
skiplink {
    position: absolute;
    top: -2000px;
    left: -3000px;
    width: 0px;
    height: 0px;
    overflow: hidden;
    display: inline;
}
```

---

Es gibt noch weitere Möglichkeiten, um eine Webseite zugänglich und nutzerfreundlich zu gestalten. Da sich das Mathe-Tutorium aber noch in der Entwicklungsphase befindet, habe ich vorläufig nur die genannten Maßnahmen zur Barrierefreiheit umgesetzt.

## 3.2 JavaScript

JavaScript ist eine Skriptsprache, welche HTML erweitert und mit dem eine benutzerfreundliche, verbesserte Handhabung der Webseite erreicht wird. Mit JavaScript lassen sich Webseiten über das Document Object Model dynamisch manipulieren, wie es im Kapitel 3.2.2 „jQuery“ vorgestellt wird. Ebenfalls mit Hilfe von JavaScript können komplexe mathematische Formeln und Funktionen abgebildet werden, wie das nachfolgende Kapitel zeigt.

### 3.2.1 jsMath

In einem Mathe-Tutorium werden naturgemäß viele Formeln, Funktionen und mathematische Sonderzeichen benötigt. HTML selbst bietet dafür nur sehr begrenzte Möglichkeiten. Zwar lassen sich mathematische Symbole oder Zeichen über speziel-



le Notationen darstellen, um aber eine komplexe Formel erstellen zu können, reichen diese Möglichkeiten nicht aus. Man könnte nun Formeln z. B. mit Mathematica erstellen und diese dann als Bild in die Webseite einfügen. Das würde aber einen enorm hohen Speicherplatz beanspruchen und die Ladezeit der Seite beträchtlich erhöhen. Eine bessere Lösung bietet die JavaScript Bibliothek „jsMath“<sup>48</sup>. Die Notation der mathematischen Ausdrücke erfolgt in TeX, wie folgendes Beispiel zeigt:

TeX Notation im Quelltext:

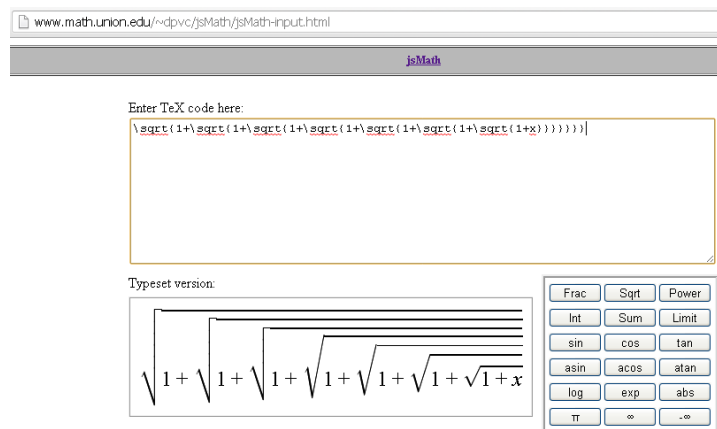
$$f(x) = \frac{3x^4 + 2x - 7}{x^2 - 4}$$

Darstellung der Formel auf der Webseite:

$$f(x) = \frac{3x^4 + 2x - 7}{x^2 - 4}$$

Ein weiterer Vorteil von jsMath ist, dass es Browserunabhängig arbeitet und mathematische Formeln somit immer korrekt dargestellt werden, allerdings muss natürlich JavaScript aktiviert sein.

Ein Editor zum einfachen Erstellen von Formeln mit jsMath befindet sich auf „<http://www.math.union.edu/~dpvc/jsMath/jsMath-input.html>“.



Mit einfachen Mausklicks und wenigen Tastatureingaben lassen sich auch komplizierteste Formeln darstellen und sofort auf Korrektheit testen.

Abbildung 17: online Editor von jsMath

Einen Nachteil hat jsMath allerdings: Die Notationen lassen sich nicht farblich darstellen. Dies ist aber für ein einfacheres Nachvollziehen der Rechenschritte nötig, wie das untenstehende Beispiel, die Polynomdivision, zeigt.

<sup>48</sup> jsMath ist frei verfügbar auf „<http://sourceforge.net/projects/jsmath/files/>“

$$\begin{aligned}
1.) \quad & (x^3 + 4x^2 - 11x - 30) / (x + 2) = \\
& \quad x^3 / x = x^2 \\
& \quad (x^3 + 4x^2 - 11x - 30) / (x + 2) = x^2 \\
2.) \quad & (x^3 + 4x^2 - 11x - 30) / (x + 2) = x^2 \\
& \quad x^2(x + 2) = x^3 + 2x^2 \\
3.) \quad & (x^3 + 4x^2 - 11x - 30) / (x + 2) = x^2 \\
& \quad - (x^3 + 2x^2) \quad \downarrow \quad \downarrow \\
& \quad \quad \quad 0 + 2x^2 \\
& \quad \quad \quad (2x^2 - 11x - 30) / (x + 2) = x^2
\end{aligned}$$

Abbildung 18: Beispiel Polynomdivision

Um also farbliche Hervorhebungen realisieren zu können, musste ich doch wieder auf Bilder zurückgreifen. Hier wurde der Formeleditor von MS Word genutzt, mit dem sich Formeln recht einfach erstellen lassen.

### 3.2.2 jQuery

jQuery ist ein frei verfügbares Javascript Framework<sup>49</sup>, welches umfangreiche Funktionen zur Manipulation der DOM Syntax (Document Object Model) bereitstellt. Um zu zeigen, wie einfach der Zugriff nicht nur auf einzelne HTML-Elemente sondern sogar auf ganze Gruppen von HTML-Elementen ist, möchte ich kurz auf die DOM Struktur von HTML eingehen.

DOM ist ein Interface für den Zugriff auf HTML-Elemente und beschreibt in genau definierter Weise, wie HTML Seiten und deren Elemente strukturiert und aufgebaut sein müssen.

Das folgende Beispiel zeigt einen Auszug vom HTML-Code des Navigationsbereiches und soll die DOM Syntax verdeutlichen:

---

```

<ul class="navithema">
  <li> Funktionen
  <ul class="navikapitel">
    <li> Rationale Funktionen
    <ul class="naviunterkapitel">
      <li> Nullstellen </...
    <ul class="naviunterkapitel">
      <li> Polynomdivision </...
    <ul class="navikapitel">
      <li> gebrochenrationale Funktionen </...

```

---

<sup>49</sup> Download z. B. auf „<http://jquery.com/>“

Der HTML-Code beschreibt eine Liste mit Unterelementen, welche in dem DOM durch folgende Baumstruktur dargestellt wird:

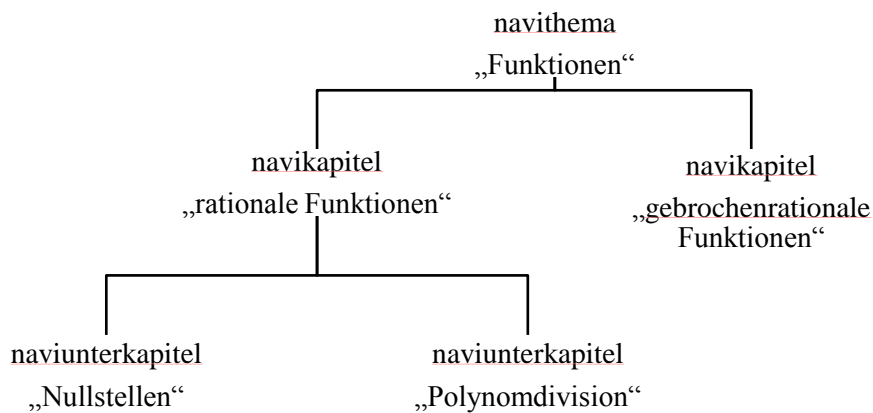


Abbildung 19: Die Baumstruktur des DOM

Sämtliche HTML-Elemente stehen in sogenannten Verwandtschaftsbeziehungen über Knoten miteinander und untereinander in Verbindung, so dass jedes beliebige Element über diese Knoten erreichbar ist. In dem obigen Beispiel ist der Wurzelknoten das Element *navithema* „Funktionen“ mit den beiden Kindern *navikapitel* „rationale Funktionen“ bzw. „gebrochenrationale Funktionen“, wobei das *navikapitel* „rationale Funktionen“ wiederum als Wurzelknoten für die beiden Elemente *naviunterkapitel* „Nullstellen“ und „Polynomdivision“ dient. Umgekehrt spricht man auch von Elternelementen, so hat z. B. das Element *naviunterkapitel* „Nullstellen“ das Elternteil *navikapitel* „rationale Funktionen“. Kinder mit den gleichen Elternelementen werden auch Geschwister genannt.

Über diese Baumstruktur greifen Programme wie jQuery auf HTML-Elemente zu und können diese nun dynamisch manipulieren und so den Inhalt, die Struktur oder das Layout ändern.

Um die Webseite übersichtlich zu gestalten, werden nicht gleich alle Themen, Kapitel und Unterkapitel angezeigt. Vielmehr soll sich der Nutzer erst orientieren und ein Thema wählen, dann erst werden ihm die zu dem Thema gehörigen Kapitel angezeigt. Hat er sich für ein Kapitel entschieden, werden die entsprechenden Unterkapitel präsentiert. Er braucht dabei lediglich die Maus über die Themen und Kapitel zu bewegen, ohne dass er mit der Maus klicken muss.

## Themen



## Kapitel



## Unterkapitel

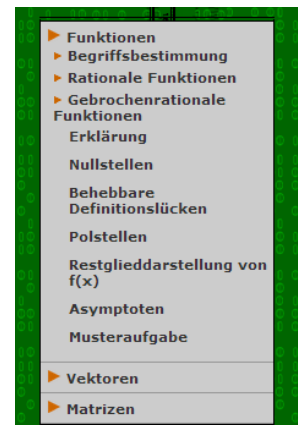


Abbildung 20: jQuery in Aktion – Animation von Elementen

An diesem Beispiel zeigt sich, wie einfach der Zugriff auf HTML-Elemente mit jQuery ist. Die vorgestellte Funktion blendet die Elemente des Navigationsbereiches ein bzw. wieder aus, wenn sich die Maus über dem Navigationsbereich bewegt.

```
jQuery(function ($) {  
  $('ul.navithema').delegate //1  
    ('li', 'mouseover', function ( event) { //2  
      $(this).children('ul').show(); //3  
    }).delegate('li', 'mouseout', function ( event) {  
      $(this).children('ul').hide();  
    }).find('ul').hide();  
});
```

Wird das Listenelement innerhalb (mit 2 kommentiert) der Liste *navithema* mit der Maus berührt (mit 1 kommentiert), werden alle Kinderelemente dieser Liste angezeigt (mit 3 kommentiert). Diese Funktion arbeitet rekursiv, so dass auf alle Elemente dieser Baumstruktur zugegriffen werden kann, egal wie tief die Listen verschachtelt sind.

Aber auch andere Elemente der Webseite sollen beim Aufruf nicht sofort sichtbar sein. So werden z. B. Übungsaufgaben gestellt, die der Student selbständig lösen soll. Die Lösung wird auf der Seite angeboten und kann angeschaut werden, aber eben erst wenn „Lösung“ angeklickt wird.

Auch ein solches Event Handling ist mit jQuery sehr einfach möglich; das nachfolgende Beispiel soll das demonstrieren, wobei diesmal nicht über die DOM Struktur sondern über CSS Auszeichnungen (siehe Kapitel 3.1.2 „CSS“) zugegriffen wird.

```


.....
$.toggle_container).hide(); //1
$.button.trigger).click(function() { //2
$(this).toggleClass("active")
...});
.....

```

Alle HTML-Elemente, welche beim Aufruf der Webseite nicht angezeigt werden sollen, sind mit dem <div> Elementen *toggle\_container* sowie *button\_trigger* ausgezeichnet. Wird die Webseite geladen, verhindert die oben gezeigte Funktion, dass alle Elemente des *toggle\_container* dargestellt werden (mit 1 kommentiert). Erst beim Klick mit der Maus (mit 2 kommentiert) werden diese Elemente angezeigt.

<p>Bestimmen Sie die Nullstellen folgender Funktionen. Aufgabe 1</p> $f = \frac{2x^2 + 2x - 12}{6x^2 - 12x}$ <p>✓ Lösung</p>	<p>Bestimmen Sie die Nullstellen folgender Funktionen. Aufgabe 1</p> $f = \frac{2x^2 + 2x - 12}{6x^2 - 12x}$ <p>✓ Lösung</p> <p><math>Z(x) = 0</math> bei: <math>x_1 = -3</math> und <math>x_2 = 2</math>  <math>N(x) = 0</math> bei: <math>x_3 = 2</math> und <math>x_4 = 0</math>  Nullstellen der Funktion: <math>x_1 = -3</math> (Schnittstelle)</p>
--	--

Abbildung 21: jQuery in Aktion - Event Handling



Der vollständige und ausführlich kommentierte Code befindet sich auf der CD in der Datei `includes/includejQuery/jqueryfunction.js`.

### 3.3 MySQL - und MS-Access-Datenbank

Wie bereits erwähnt, sollten für eine bessere Handhabbarkeit die Daten des Mathe-Tutoriums zentral in einer Datenbank verwaltet werden. Ein eigenes CMS zu erstellen, wäre zu aufwändig gewesen, aber zumindest die Inhalte sollten in einer Datenbank abgelegt sein. Damit sollte ein statisches HTML mit sehr vielen Webseiten vermieden und die Textinhalte strikt von HTML getrennt werden. So kommt das

Mathe-Tutorium mit nur einer index.php Seite aus, auf der alle Inhalte und Funktionen dynamisch zusammengeführt werden.

Die Nachteile, die das von mir entworfene und verwendete Datenmodell mit sich brachten, werde ich im Kapitel 3.3.3 „Nachteile des Ansatzes“ näher beschreiben.

### 3.3.1 MySQL-Datenbank

Nachdem ich mich für den Einsatz einer MySQL-Datenbank entschieden hatte, entwickelte ich die Datenbank. Ich möchte an dieser Stelle nicht näher auf das zugrundeliegende Datenmodell eingehen. Obwohl die Datenbank sozusagen das Herzstück der Webseite ist, ist sie doch nicht Thema dieser Arbeit. Die Datenbank liegt in der dritten Normalform vor, d. h. alle Tabellen besitzen einen Primär- bzw. Fremdschlüssel, über welche die Beziehungen der Tabellen untereinander realisiert werden und es existieren keine redundanten Datensätze. In der nachfolgenden Graphik sind der Aufbau und die Beziehungen zwischen den Tabellen dargestellt.

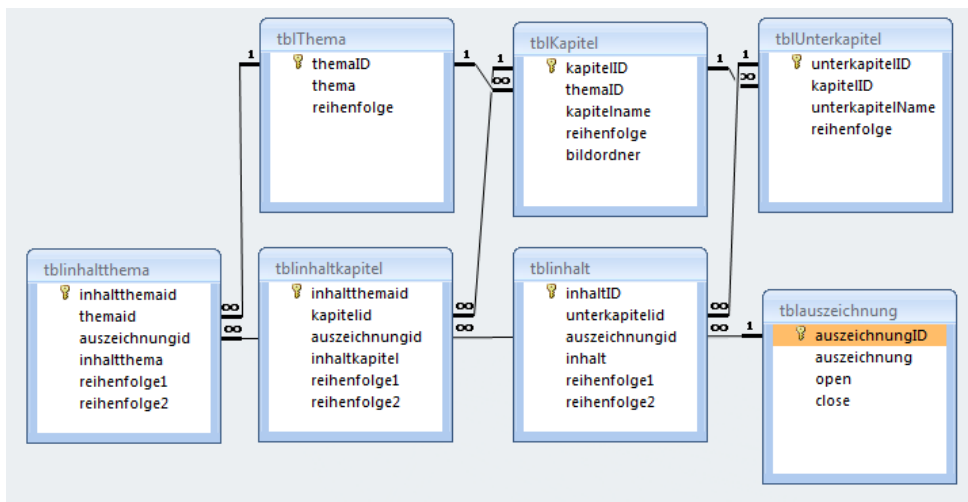


Abbildung 22: Die Beziehungen zwischen den Tabellen

Die Themen des Mathe-Tutoriums sind in Kapitel unterteilt, welche sich wiederum in Unterkapitel gliedern denen nun der eigentliche Inhalt folgt. Ein Beispiel:

Tabelle	ID	Inhalt
tblThema	themaID = 3	Funktionen
tblKapitel	kapitelid = 1	rationale Funktionen
tblInhalt	inhaltid = 336	Hat man von einer Polynomfunktion...

Es ist auch möglich, dass ein Thema oder ein Kapitel einführenden Text hat:

Tabelle	ID	Inhalt
tblThema	themaId = 3	Funktionen
tblKapitel	kapitelid = 14	Begriffsbestimmung
tblInhaltskapitel	inhaltskapitelid = 2	Funktionen gehören zu den wichtigsten...

Mit der Tabelle *tblauszeichnung* erfolgt die Trennung von HTML und Text. Jeder HTML Auszeichnung ist ein *open* und *close* Tag zugeordnet.

auszeichnungid	4
auszeichnung	Merksatz
open	<div class= "merksatz"> <h4>Merke</h4> <p>
close	</p></div>

In der Tabelle *tblinhalt* wird dem Text nun lediglich die jeweilige *auszeichnungid* zugeordnet. Auch hierzu ein Beispiel:

auszeichnungid	4
inhalt	Behebbarer Definitionslücke:...

### 3.3.2 Access-Datenbank

Eingebettet in XAMPP ist unter anderem phpMyAdmin zum Verwalten und Erstellen von Datenbanken sowie deren Tabellen und zur Eingabe der Daten. Diese Oberfläche arbeitet sehr träge und umständlich. Möchte man z. B. einen Merksatz dem Unterkapitel „Polynomdivision“ einfügen, muss man vorher die *unterkapitelid* wissen, zusätzlich auch die *auszeichnungid* für den Merksatz. Außerdem muss vorher sichergestellt werden, dass das Unterkapitel korrekt einem Kapitel und dieses einem Thema zugeordnet ist.

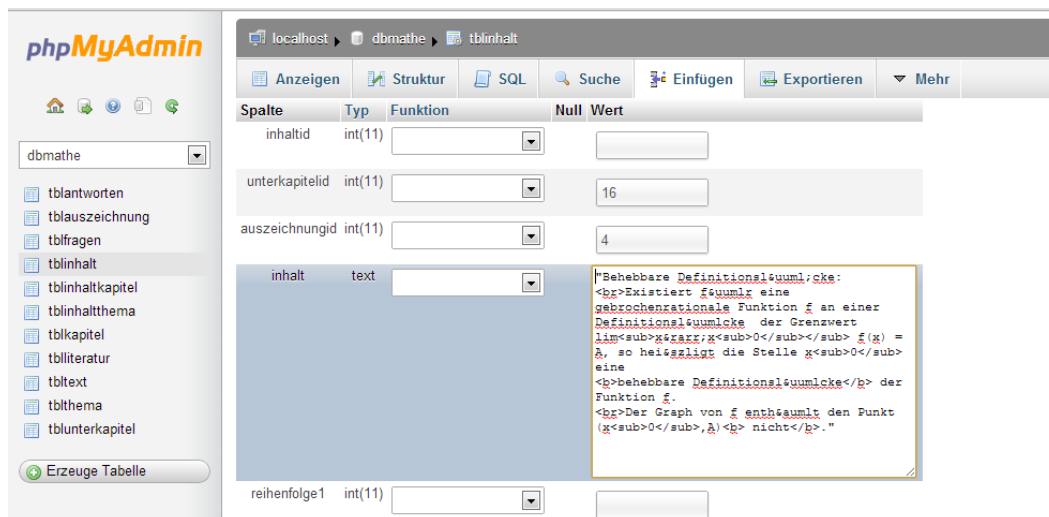


Abbildung 23: Anlegen eines neuen Datensatzes mit phpMyAdmin

Um diese mühselige und fehleranfällige Dateneingabe zu umgehen, verwende ich eine MS-Access-Datenbank und lege lediglich die Tabellen der Datenbank über phpMyAdmin an. Mit Hilfe eines ODBC Treiber sind die Tabellen der MySQL-Datenbank mit der MS-Access-Datenbank verknüpft. Mithilfe der MS-Access-Datenbank lassen sich die Daten nun sehr einfach und problemlos eingeben.

Wie bereits erwähnt, erstreckt sich Dateneingabe über mehrere Tabellen, deren Daten konsistent sein müssen. Eine einfache und fehlerfreie Eingabe von Daten wird in Access über Formulare erreicht. Die nachfolgende Abbildung zeigt das Formular zur Eingabe von Inhalten.

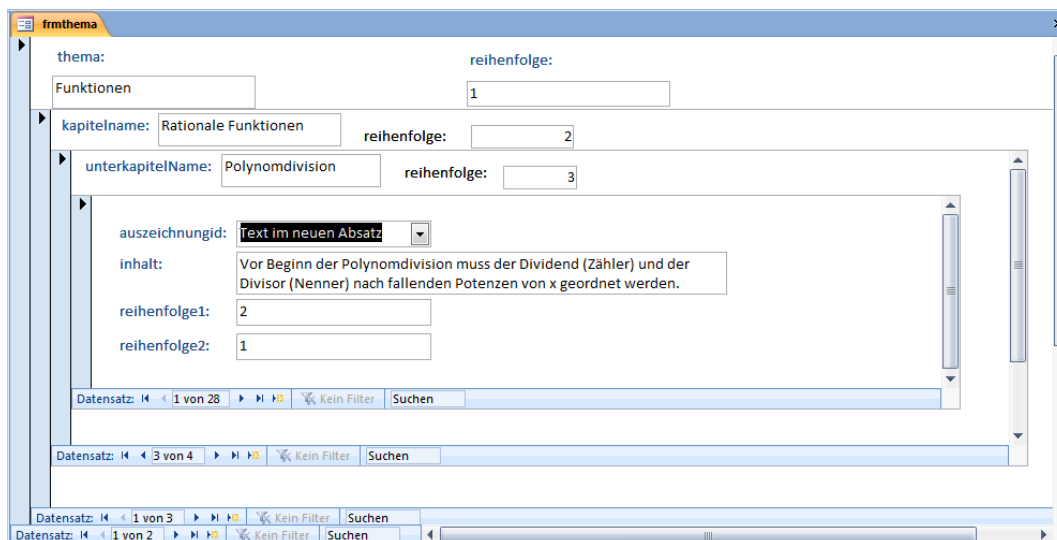


Abbildung 24: Formular zur Eingabe von Inhalten

Dieses Formular mag auf den ersten Blick unübersichtlich erscheinen, da das Hauptformular mit einem Unterformular verknüpft ist, welches wiederum mit weiteren



Unterformularen verknüpft ist. Aber es lassen sich problemlos neue Themen, Kapitel und Unterkapitel anlegen und die entsprechenden Inhalte einfügen. Auch die Zuordnung der jeweiligen HTML-Auszeichnung ist über ein Drop Down Auswahlfeld einfach und fehlerfrei möglich.

Wie ich im Kapitel 3.3.3 „Nachteile des Ansatzes“ darlegen werde, hat sich mein Ansatz des Datenmodells nicht bewährt. Deshalb habe ich darauf verzichtet, dass Formular benutzerfreundlicher und übersichtlicher zu gestalten.

Ein weiterer großer Vorteil von Access ist das einfache Erstellen von Abfragen mit Hilfe der Entwurfsansicht. Mit einfachen Mausklicks lassen sich Tabellen und Felder auswählen, Sortierreihenfolgen festlegen oder Auswahlkriterien definieren. Die untenstehende Abbildung zeigt z. B. den Abfrageentwurf einer Abfrage, welche die Unterkapitel für den Navigationsbereich zurückgibt (siehe Abbildung 20: jQuery in Aktion – Animation von Elementen).

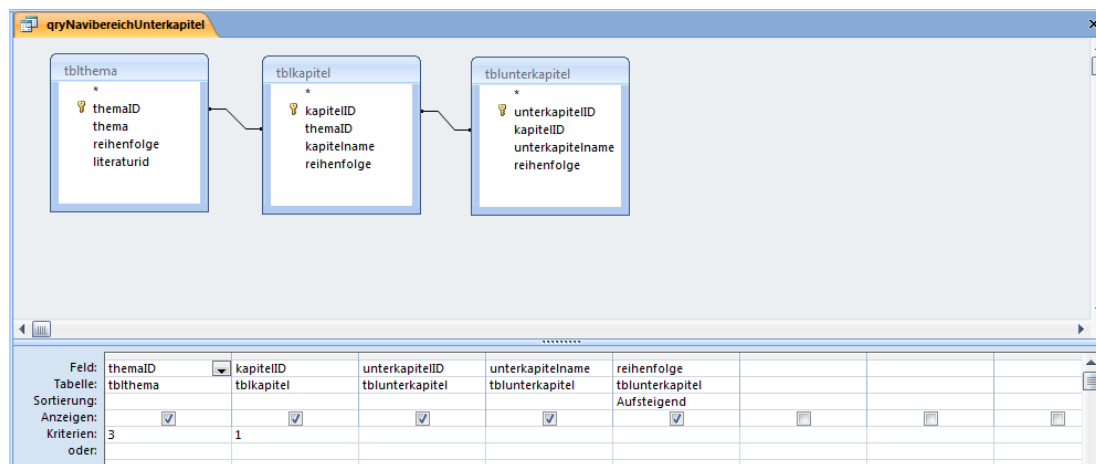


Abbildung 25: Entwurfsansicht der Abfrage qryNavibereichUnterkapitel

Die in der Entwurfsansicht erstellten und getesteten Abfragen können auch in der SQL Ansicht dargestellt werden, und der so erstellte SQL Code kann in PHP eingebaut und weiterverwendet werden. Im Kapitel 3.4 „PHP“ wird darauf ausführlich eingegangen werden.

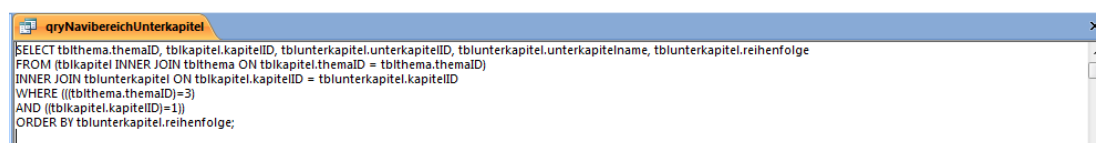


Abbildung 26: SQL Ansicht der Abfrage qryNavibereichUnterkapitel

### 3.3.3 Nachteile des Ansatzes

Es ergaben sich zwei Probleme bei der zentralen Verwaltung aller Inhalte in einer Datenbank in Verbindung mit nur einer, die Inhalte aufrufende Webseite. Als erstes war eine konsequente Trennung von HTML und Inhalt nicht realisierbar. Bei einer strikten Trennung von HTML und Inhalt würde sich der nachfolgende Text über fünf Datensätze erstrecken.

```
Richtig.  
Bei Netto kostet es 1,80 bei Penny 1,30 und bei Aldi 2,15. Das günstigste  
Angebot hat Penny.  
Glückwunsch! Sie haben soeben die ► Matrizenmultiplikation gemeistert.
```

Das ist einfach zu umständlich und bläht die Datenbank unnötig auf. So habe ich in vielen Fällen, hauptsächlich bei Inline-Elementen wie z. B. Hyperlinks im Fließtext und Zeilenumbrüchen HTML-Auszeichnungen in den Datensatz übernommen.

```
-----  
Richtig.<br /> Bei Netto kostet es 1,80 bei Penny 1,30 und bei  
Aldi 2,15. Das günstigste Angebot hat Penny.<br /> Glück-  
wunsch! Sie haben soeben die <a  
href="index.php?themaId=4&kapitelid=17&unterkapitelid=  
26">&nbsp;Matrizenmultiplikation</a> gemeistert.  
-----
```

Außerdem hätte auch der Hyperlink dynamisch erzeugt werden müssen, was nur durch weitere Abfragen zu realisieren gewesen wäre.

Ein weiteres Problem lag im Einfügen von neuen Inhalten zwischen schon bestehenden Inhalt. Wenn man an zehnter Stelle merkt, dass an der sechsten Stelle noch etwas fehlt, ist dieses Einfügen nicht so ohne weiteres möglich. Standardmäßig sortiert eine Datenbank Inhalte immer nach der *ID*, d.h. die Reihenfolge der Inhalte entspricht der zeitlichen Reihenfolge der Eingabe. Das hätte nun aber bedeutet, dass ein nachträgliches Einfügen von Inhalten nicht möglich ist. Also habe ich jeder Tabelle ein weiteres Feld *reihenfolge* zugefügt, nach welchem in einer Abfrage sortiert wird. Aber auch das war noch nicht befriedigend. Wollte man an sechster Stelle noch etwas einfügen, mussten alle nachfolgenden Felder *reihenfolge* geändert werden, also was vorher die 7 war mussten auf 8 gesetzt werden, was 8 war auf 9 usw. So habe ich jeder Tabelle noch ein weiteres Feld *reihenfolge2* zugefügt, welchem allerdings der Standardwert 1 zugewiesen werden konnte. Zwei weitere Felder bedeuten auch

einen Mehraufwand bei der Eingabe, da nun ein bzw. zweimal mehr Daten eingegeben werden müssen.

unterkapitel	inhalt	reihenfolge1	reihenfolge2
14	Wenn $f(x)$ ein	2	1
14	Lautet der Fun	3	1
14	$f(x) \setminus = \setminus a_{[n]}x^$	4	1
14	mit $n \in \mathbb{N}$	5	1
14	Lineare Funkti	6	1
14	$f(x) = ax + b$ mi	6	2
14	$f(x) = 3x - 9$ 	6	3
14	Funktionen/pc	6	4
14	Quadratische f	7	1

Abbildung 27: Einfügen zwischen bestehenden Inhalten

Möchte man jetzt an sechster Stelle einen neuen Inhalt einfügen, braucht man nur im Feld *reihenfolge2* die Werte anpassen und das Feld *reihenfolge1* behält seinen Wert.

Beide Probleme entstanden erst im Lauf der Arbeit mit der Datenbank. Eine Trennung von HTML und Inhalt wäre möglich, erhöht aber den Speicherbedarf der Datenbank erheblich, und das Einfügen von Inhalten ist unelegant und umständlich. Für mich sind das gravierende Mängel am Datenmodell und deshalb werde ich diesen Ansatz auch nicht weiter verfolgen.

### 3.4 PHP und SQL

Wie schon ausgeführt, wurde eine XAMPP Testumgebung mit eingebettetem PHP verwendet. Im Rahmen dieser Arbeit soll nicht näher auf PHP eingegangen werden, sondern die Programmierung mit PHP im Vordergrund stehen. Im Mathe-Tutorium wurde PHP z. Z. ausschließlich verwendet, um zusammen mit SQL Elemente und Inhalte der Webseite bereit- und darzustellen. Angedacht ist aber, dass in der Weiterentwicklung des Mathe-Tutoriums mit PHP z. B. eine Nutzererkennung ermöglicht oder im Zusammenspiel mit AJAX das Setzen von individuellen Lesezeichen auf der Seite des Mathe-Tutoriums möglich sein soll.

Beim ersten Aufruf des Mathe-Tutoriums mit der Adresse „<http://www.iks.hs-merseburg.de/mathetutorium>“ wird die *index.php* geladen, Inhalte werden noch nicht angezeigt und der Navigationsbereich zeigt lediglich die Themen an. Sobald der Nutzer sich für ein Thema, ein Kapitel und ein Unterkapitel entschieden hat, ändert sich die Adresse der Webseite. Wenn er sich z. B. die Polynomdivision der rationalen Funktionen interessiert, lautet jetzt die Webadresse:

„.../mathetutorium/index.php?themaId=3&kapitelid=1&unterkapitelid=16“. Abhängig von der Auswahl im Navigationsbereich werden die *themaId*, die *kapitelid* und die *unterkapitelid* ausgelesen und mittels SQL und PHP in einer Abfrage an die Da-

tenbank gesendet. Die Datenbank gibt nun die entsprechenden Inhalte zurück und diese werden auf der Webseite dargestellt.

Dieser Prozess soll mit den folgenden Beispielen demonstriert werden:

Zum Anzeigen des Inhaltes des Navigationsbereichs müssen die IDs der Themen, Kapitel und Unterkapitel der Datenbank den entsprechenden Variablen in PHP zugewiesen werden. Die IDs werden über eine Abfrage ermittelt.

```
-----  
$sqlthema=mysql_query("SELECT                                     //1  
    tblthema.themaid, tblthema.thema  
FROM tblthema");  
-----
```

Der Stringvariablen *\$sqlthema* wird eine Abfrage zugewiesen (mit 1 kommentiert), welche aus der Tabelle *tblthema* die *themaid* und das *thema* ausliest. Folgender Code baut nun die HTML Syntax für den Navigationsbereich zusammen und verwendet dafür die Variable *\$sqlthema*.

Die ID des Themas und das Thema selbst müssen nun mittels PHP in eine korrekte HTML Syntax für die *index.php* gebracht werden. Dem Array *\$rowthema* wird der String *\$sqlthema* übergeben. Dieses Array besteht aus zwei Feldern, wobei in Feld 0 die *themaid* und in Feld 1 das *thema* abgelegt sind (mit 1 kommentiert). Das *echo* „schreibt“ den HTML-Code:

<ul class="navithema"><li><a href=index.php? themaid=" (mit 2 kommentiert).

```
-----  
while($rowthema =  
mysql_fetch_array($sqlthema,MYSQL_NUM) ) {                               //1  
echo  
'<ul class="navithema"><li>  
<a href=index.php?themaid='                                           //2  
    echo $rowthema[0]">';                                             //3  
        echo $rowthema[1] '</a>';                                       //4  
        //neue ul class navikapitel...                                   //5  
-----
```

Die *themaid* wird von dem Array *\$rowthema* als Inhalt des ersten Feldes zurückgegeben. Das *echo* „schreibt“ den HTML-Code weiter mit der *themaid* und dem schließenden Tag (mit 3 kommentiert). Anschließend folgt der Name des Themas, er

wird von dem zweiten Feld des Array *\$rowthema* zurückgegeben und der Hyperlink wird geschlossen (mit 4 kommentiert). Die weitere Verschachtelung der Listen des Navigationsbereichs erfolgt nach ähnlichen Abfragen für die Kapitel und Unterkapitel und vergleichbarem Code (mit 5 kommentiert).

Auf der `index.php` sieht der HTML-Code für den Navigationsbereich dann so aus:

---

```
...<ul class="naviunterkapitel">
    <li><a href="index.php?themaId=3&
        kapitelid=1&unterkapitelid=16">
        Polynomdivision</a></li> ...
```

---

Die *themaId*, die *kapitelid* und die *unterkapitelid* wurden mittels PHP und SQL korrekt übergeben und die Webseite wird fehlerfrei angezeigt.

Die Auswahl der Seiten des Mathe-Tutoriums erfolgt über den Navigationsbereich. Gemäß der Auswahl des Nutzers, also Thema, Kapitel und Unterkapitel müssen die entsprechenden IDs ausgelesen und den jeweiligen Variablen *\$themaId*, *\$kapid* und *\$unterkapid* zur Weiterverwendung zugewiesen werden. Da aber beim erstmaligen Laden der Webseite noch kein Thema gewählt wurde und demzufolge die *themaId* noch nicht belegt ist, würde die Startseite einen Fehler melden. Der nachfolgende Code verhindert das, indem einfach die ID = 0 zugewiesen wird. Da die ID = 0 in der Datenbank nicht existiert, denn ein Autoinkrement beginnt immer bei 1, liefert eine Abfrage einfach einen leeren Datensatz.

---

```
if(isset($_GET['themaId'])) { //1
    $themaId = $_GET['themaId']; //2
} else {$themaId = 0;} //3
```

---

Wurde ein Thema gewählt und ist somit eine *themaId* verfügbar (mit 1 kommentiert), wird mit der Methode *\$\_GET* die *themaId* ausgelesen und der Variablen *\$themaId* zugewiesen (mit 2 kommentiert), sonst wird der Variablen *\$themaId* der Wert 0 zugewiesen (mit 3 kommentiert). Analog werden auch die *kapitelid* und die *unterkapitelid* behandelt und die Variablen *\$themaId*, *\$kapid* und *\$unterkapid* sind nun korrekt belegt und können verwendet werden.

Eine mit Access in der Entwurfsansicht erstellte Abfrage liefert in der SQL Ansicht den SQL String (siehe Abbildung 26: SQL Ansicht der Abfrage *qryNavibereichUnterkapitel*). Dieser SQL String kann nun, mit kleinen Modifikationen, in PHP verwendet werden. Das soll am Beispiel der Abfrage *qryNavibereichUnterkapitel* gezeigt werden, welche folgendem SQL Ausdruck entspricht.

---

```
SELECT tblthema.themaID, ...
FROM (tblkapitel ...
WHERE ((tblthema.themaID)=3) //1
And ((tblkapitel.kapitelID)=1))... //2
```

---

In der Accessabfrage werden die *themaID* und die *kapitelID* statisch zugewiesen (mit 1 bzw. 2 kommentiert). Da mit Hilfe von PHP und SQL die Abfragen aber dynamisch erfolgen sollen, müssen diese beiden Werte auch dynamisch übergeben werden. Wie weiter oben gezeigt, werden die IDs des gewählten Themas und Kapitels in den Variablen *\$themaID* und *\$kapitelID* gespeichert. In PHP sieht diese Abfrage dann so aus:

---

```
... WHERE ((tblthema.themaID)=$themaID)
And ((tblkapitel.kapitelID)=$kapitelID))...
```

---



Der vollständige und ausführlich kommentierte Code befindet sich auf der CD in den Dateien `includes/includeSeiteninhalte/_incNavielemente.php` bzw. `_incSeiteninhalte.php`.

### 3.5 Validierung

Warum sollte eine Webseite, die doch offensichtlich funktioniert, validiert werden? Nun, ein Bericht mit fehlerhafter Rechtschreibung und Grammatik lässt sich auch lesen und verstehen, zeugt aber von keinem guten Stil und ist einfach peinlich. Genauso verhält es sich mit einer Webseite: es gibt vorgeschriebene Regeln, welche eingehalten werden sollten. Das W3C (World Wide Web Consortium) gibt den Standard für den korrekten Aufbau von Internetseiten vor. Mit diesem Standard soll sichergestellt werden, dass auch neue Browser die Inhalte der Webseite einwandfrei darstellen. Auf „<http://validator.w3.org>“ steht ein Validator zur Verfügung, mit dem sich nicht nur Webseiten sondern auch die CSS prüfen lassen.

Das Zeichen „&“ steht im HTML für den Beginn einer Entität und leitet eine HTML Notation ein, wie z. B. „&auml;“ für das Zeichen “ä“, und so stellte das „&“ Zeichen eine Herausforderung für die Validierung des Mathe-Tutoriums dar. Einerseits ist es gebräuchlich, um die mit PHP generierten Abfragen der zu einem Thema gehörenden Kapitel bzw. Unterkapitel darzustellen, andererseits ist es auch das Leerzeichen für eine Notation in TeX. Noch mal zur Erinnerung: der Aufruf der Seiten erfolgt über die *ThemaId*, die *Kapitelid* und die *Unterkapitelid*.

---

```
http://www.iks.hs-merseburg.de/mathetutorium/index.php?
themaId=3&kapitelid=1&unterkapitelid=14
```

---

In PHP und TeX wurde das „&“ mit „&amp;“ ersetzt, damit keine Validierungsfehler auftreten.



Nachdem alle Fehler beseitigt wurden, kann sich das Mathe-Tutorium nun mit den Validierungsbuttons vom W3C schmücken.



## 4 Ausblick

Die Didaktik und Methodik stellt einem Dozenten das Rüstzeug zur Verfügung, welches er braucht, um erfolgreich zu lehren. Auch ein webbasiertes Tutorium unterliegt den Regeln der Methodik und Didaktik, um Wissen zu vermitteln und ist dabei zugleich ein methodisch didaktisches Medium. Das vorliegende Mathe-Tutorium soll vorwiegend vorlesungsbegleitend und -unterstützend eingesetzt werden, soll dem Studierenden ein Mittel sein, sein Wissen zu vertiefen und zu festigen.

Als Methode der Lehrstoffvermittlung wurde im Mathe-Tutorium das gehirngerechte Lernen gewählt. Mit Hilfe von einfachen Beispielen aus dem Alltag lassen sich mathematische Konstruktionen und Zusammenhänge darstellen und erklären, und zwar so, dass Lernende den mathematischen Hintergrund begreifen und verstehen. Aus diesem Grund wurde mit Hilfe des Beispiels „lecker Obstsalat“ nicht nur auf bekanntes Wissen sondern auch auf bekannte Rechen- und Vergleichsoperationen zurückgegriffen und das Skalarprodukt und die Matrizenmultiplikation verständlich erklärt.

Wie mehrfach in der vorliegenden Arbeit betont, befindet sich das Mathe-Tutorium noch in der Entwicklungsphase und hat enormes Erweiterungspotential. Ein Entwicklungsschwerpunkt des Mathe-Tutoriums liegt in der Lernzielüberprüfung. So ist eine Erweiterung um Multiple Choice und Zuordnungsaufgaben angedacht, welche sich relativ einfach codetechnisch realisieren lassen und den realistischen Leistungsstand des Lernenden unmittelbar anzeigen.

Um erfolgreich lehren zu können, sollten die verschiedensten Medien und E-Learning-Formen zum Einsatz kommen. Bilder, Videos und Animationen aber auch E-Lectures, Lehrfilme und Simulationen sind nicht nur eine willkommene Abwechslung, sondern Teil der Lehrstoffvermittlung und dienen einem erfolgreichen Lernprozess. So lassen sich viele mathematische Fragestellungen bildlich und begreifbar darstellen wie z. B. Vektoren in der Ebene und im Raum. Mit Hilfe einer Animation könnte der Aufbau einer Ebenengleichung demonstriert werden und auch komplexere Fragestellungen, wie z. B. eine Verflechtungsmatrix, könnten mit einer Animation verdeutlicht werden. Hier würde sich eine fachbereichsübergreifende Zusammenarbeit innerhalb der Hochschule Merseburg anbieten. Studenten der Fachbereiche BWL und MKAS und IKS erarbeiten gemeinsam eine Animation und bereiten diese für das Mathe-Tutorium auf. Von dieser Zusammenarbeit würden



nicht nur die Nutzer des webbasierten Tutoriums profitieren, sondern auch die Studenten der drei beteiligten Fachbereiche und nicht zuletzt unsere Hochschule selbst.

## 5 Anhang

### 5.1 Quellen

**Birkenbihl, Vera F. 2009.** *Stroh im Kopf? Vom Gehirn-Besitzer zum Gehirn-Benutzer.* 48., korrigierte Auflage. München : mvg Verlag, 2009. ISBN 978-3-636-07227-6.

**k.A..** Blog. *Wikipedia.* [Online] Wikimedia Foundation Inc., k.A. [Zitat vom: 06. 01 2013.] <http://de.wikipedia.org/wiki/Blog>.

**2012.** Chat. *Wikipedia.* [Online] Wikimedia Foundation Inc., 18. 12 2012. [Zitat vom: 05. 01 2013.] [http://de.wikipedia.org/wiki/Chat#Sprache\\_im\\_Chat](http://de.wikipedia.org/wiki/Chat#Sprache_im_Chat).

**2004.** Chat. *Geschichte Online.* [Online] k.A. 2004. [Zitat vom: 05. 01 2013.] <http://gonline.univie.ac.at/htdocs/site/browse.php?a=2948&arttyp=k>.

**2012.** Computersimulation. *Wikipedia.* [Online] Wikimedia Foundation Inc., 25. 12 2012. [Zitat vom: 15. 01 2013.] <http://de.wikipedia.org/wiki/Computersimulation>.

**2013.** E-Learning. *Wikipedia.* [Online] Wikimedia Foundation Inc., 07. 01 2013. [Zitat vom: 15. 01 2013.] <http://de.wikipedia.org/wiki/E-Learning>.

**k.A..** E-Lecture. *Wikipedia.* [Online] Wikimedia Foundation Inc., k.A. [Zitat vom: 07. 01 2013.] <http://de.wikipedia.org/wiki/E-Lecture>.

**Griffiths, Dawn. 2009.** *Statistik von Kopf bis Fuß.* Köln : O'Reilly Verlag, 2009. ISBN 978-3-89721-891-8.

**2012.** Integriertes Lernen. *Wikipedia.* [Online] Wikimedia Foundation Inc., 28. 10 2012. [Zitat vom: 15. 01 2013.] [http://de.wikipedia.org/wiki/Integriertes\\_Lernen](http://de.wikipedia.org/wiki/Integriertes_Lernen).

**2012.** Internetforum. *Wikipedia.* [Online] Wikimedia Foundation Inc., 19. 12 2012. [Zitat vom: 05. 01 2013.] <http://de.wikipedia.org/wiki/Internetforum>.

**Kittl, Helga. 2006.** Das Forschungstagebuch. *Universität-Graz.* [Online] k.A. 2006. [Zitat vom: 06. 01 2013.] <http://emile.uni-graz.at/pub/05W/2005-11-0093.pdf>.

**Köck, Peter. 2002.** *Wörterbuch für Erziehung und Unterricht. 7.,* mehrfach überarbeitete und aktualisierte Auflage. Donauwörth : Auer Verlag, 2002. ISBN 3-403-02455-5.

**2012.** Lerntypen. *Wikipedia.* [Online] Wikimedia Foundation Inc., 28. 11 2012. [Zitat vom: 18. 01 2013.] <http://de.wikipedia.org/wiki/Lerntyp>.

- Macke, Gerd, Hanke, Ulrike und Viehmann, Pauline. 2008.** *Hochschuldidaktik. Lehren, vortragen, prüfen.* Weinheim : Beltz, 2008. ISBN 978-3-407-25480-1.
- Mayer, Horst Otto, Hartnagel, Johannes und Weber, Heidi. 2009.** *Lernzielüberprüfung im eLearning.* München : Oldenburg Verlag, 2009. ISBN 978-3-486-58844-6.
- Menzel, Randolph. 2008.** Kognitive Dimensionen der Verhaltensanpassung und neuronale Korrelate. *FU-Berlin.* [Online] 09. 09 2008. [Zitat vom: 21. 01 2013.] [http://www.neurobiologie.fu-berlin.de/menu/meetings-seminars/Wie%20Gehirne%20lernen\\_MNU.pdf](http://www.neurobiologie.fu-berlin.de/menu/meetings-seminars/Wie%20Gehirne%20lernen_MNU.pdf).
- 2013.** Planspiel. *Wikipedia.* [Online] Wikimedia Foundation Inc., 14. 01 2013. [Zitat vom: 17. 01 2013.] <http://de.wikipedia.org/wiki/Planspiel>.
- Rückert, Michael. 2001.** Gehirngerechtes Lernen. *FH-Köln.* [Online] 19. 11 2001. [Zitat vom: 18. 01 2013.] <http://www.fh-Koeln.de/fb/fb-av/professoren/rueckert/MRueSkripten.htm>.
- Schröder, Hartwig. 2002.** *Lernen - Lehren - Unterrichten. Lernpsychologische und didaktische Grundlagen.* 2., durchgesehene Auflage. München : Oldenburg, 2002. ISBN 3-486-25973-3.
- Seufert, Sabine, Back, Andrea und Häusler, Martin. 2001.** *E-Learning Weiterbildung im Internet. Das "Plato-Cookbook" für internetbasiertes Lernen.* Kilchberg : SmartBooks Publishing AG, 2001. ISBN 3-908490-53-7.
- 2012.** Unterrichtsfilm. *Wikipedia.* [Online] Wikimedia Foundation Inc., 04. 07 2012. [Zitat vom: 05. 01 2013.] <http://de.wikipedia.org/wiki/Unterrichtsfilm>.
- 2010.** Was ist E-Learning? *Goethe-Universität Frankfurt am Main.* [Online] CMS Fiona, 05. 07 2010. [Zitat vom: 07. 01 2013.] <http://www.uni-frankfurt.de/fb/fb08/FABacht/was/elearning.html>.
- 2013.** Wiki. *Wikipedia.* [Online] Wikimedia Foundation Inc., 20. 01 2013. [Zitat vom: 21. 01 2013.] [http://de.wikipedia.org/wiki/Wiki#Wikis\\_in\\_Organisationen:\\_Entwicklung\\_ab\\_2007](http://de.wikipedia.org/wiki/Wiki#Wikis_in_Organisationen:_Entwicklung_ab_2007).
- 2004.** Wiki-Web. *Geschichte online.* [Online] k.A 2004. [Zitat vom: 05. 01 2013.] <http://gonline.univie.ac.at/htdocs/site/browse.php?a=2952&arttyp=k>.
- Winteler, Adi. 2004.** *Professionell lehren und lernen. Ein Praxisbuch.* Darmstadt : Wissenschaftliche Buchgesellschaft, 2004. ISBN 3-534-17258-2.

## 5.2 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Lernzielbereiche	10
Abbildung 2: Struktur der Grob,- Richt- und Feinlernziele	13
Abbildung 3: E-Learning-Formen entsprechend der Lernstufen	17
Abbildung 1: Startseite Mathe-Tutorium	31
Abbildung 2: Navigation mit Untermenü, Beispiel Vektoren	32
Abbildung 3: Gestaltung des Inhaltbereiches, Beispiel Funktionen	34
Abbildung 4: Einführung in Vektoren	35
Abbildung 5: Matrizen	36
Abbildung 6: Rechenoperationen mit Vektoren	37
Abbildung 7: Rechenaufgabe Schritt für Schritt erklärt, Beispiel Polynomdivision	38
Abbildung 8: Lösungs-Button, Beispiel Polynomdivision	39
Abbildung 9: Lösung Schritt für Schritt, Beispiel Polynomdivision	40
Abbildung 10: Lösung nur mit Ergebnis, Beispiel Polynomdivision	41
Abbildung 4: Das Zusammenspiel der einzelnen Komponenten	44
Abbildung 5: Verkürzter Ausschnitt der HTML-Datei zur Darstellung der Boxstruktur	48
Abbildung 6: Mehrspaltiges Layout mittels CSS	50
Abbildung 7: online Editor von jsMath	55
Abbildung 8: Beispiel Polynomdivision	56
Abbildung 9: Die Baumstruktur des DOM	57
Abbildung 10: jQuery in Aktion – Animation von Elementen	58
Abbildung 11: jQuery in Aktion - Event Handling	59
Abbildung 12: Die Beziehungen zwischen den Tabellen	60
Abbildung 13: Anlegen eines neuen Datensatzes mit phpMyAdmin	62
Abbildung 14: Formular zur Eingabe von Inhalten	62
Abbildung 15: Entwurfsansicht der Abfrage qryNavibereichUnterkapitel	63
Abbildung 16: SQL Ansicht der Abfrage qryNavibereichUnterkapitel	63
Abbildung 17: Einfügen zwischen bestehenden Inhalten	65

## Erklärung

Ich versichere, dass ich die vorliegende Masterarbeit selbstständig verfasst habe und keine anderen als die angegebenen Hilfsmittel benutzt wurden. Diese Arbeit oder eine Arbeit mit gleichem oder ähnlichem Thema wurde nicht bereits an anderer Stelle vorgelegt.

Die betreuenden Dozenten erhalten die Arbeit zusätzlich in einer elektronischen Form, die eine Plagiatüberprüfung ermöglicht. Ich bin damit einverstanden, dass die Arbeit mit Plagiarismus-Software überprüft wird. Ich weiß, dass bei der Überprüfung die Arbeit möglicherweise der Plagiarismus-Software hinzugefügt wird.

Merseburg, den 19. April 2013