

Aus dem Institut für Physiologische Chemie
der Philipps-Universität Marburg
Komm. Geschäftsführender Direktor: Prof. Dr. J. Koolman
Biochemische Endokrinologie
Leiter: Prof. Dr. J. Koolman

**Welche Strukturformeln sollte der Mediziner
bzw. Zahnmediziner für die Physikumsprüfung
beherrschen?**

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung des Doktorgrades der Zahnmedizin
dem Fachbereich Medizin der Philipps-Universität Marburg

Vorgelegt von
Mohammad Qassem Hadjizada
aus Kabul/Afghanistan

Marburg, 2009

Angenommen vom Fachbereich Medizin der Philipps-Universität Marburg

der Philipps-Universität Marburg am 27. 03. 2009

Gedruckt mit Genehmigung des Fachbereichs

Dekan: Prof. Dr. Rothmund

Referent: Prof. Dr. Koolman

Korreferent: Prof. Dr. Lehmann

Für meine Eltern

Männliche Substantive bzw. Pronomina werden aus Gründen der besseren Lesbarkeit in dieser Arbeit vorgezogen. Diese gelten jedoch grundsätzlich im gleichen Maße auch für weibliche Personen.

Der Gebrauch von k und c in Fachausdrücken war in den Lehrbüchern nicht einheitlich, aber im Sinne der Internationalisierung wurde die Schreibweise mit c vorgezogen.

Bei den unter "Metabolite des Intermediärstoffwechsels" aufgeführten Säuren wird in dieser Arbeit durchgängig, in Übereinstimmung mit den meisten biochemischen Lehrbüchern, der Name der Anionen gegenüber dem der Säuren bevorzugt. Die abgebildeten Strukturformeln zeigen jedoch die Säuren in der undissoziierten Form.

Inhalt

Der Arbeit liegt eine CD mit dem produzierten Lernkurs bei.

1	Einleitung	1
1.1	Ausbildung zum Arzt	1
1.2	Ziel und Konzeption der heutigen Lehre	2
1.3	Prüfungswesen im Studium	3
1.4	Modellstudiengänge	3
1.5	Suchen des Prüfungstoffes	4
1.6	IMPP-Gegenstandskatalog (IMPP-GK).....	7
1.7	Experten-Meinungen über E-Learning in der medizinischen Lehre	8
1.7.1	Vorteile von E-Learning	9
1.7.2	Interaktion und Interaktivität	11
1.8	Bedeutung von E-Learning in der medizinischen Lehre	15
1.9	Wege der Informationsbeschaffung	18
2	Fragestellung/Problematik	21
3	Material und Methoden.....	22
3.1	Hardware	22
3.2	Software:	23
3.3	Erstellung von Lerneinheiten in k-MED.....	23
3.3.1	Definition	23
3.3.2	Gliederung der Kurse in k-MED.....	24
3.3.3	Form der Übungsaufgaben in k-MED	25
3.3.4	Weg der Veröffentlichung eines Lernkurses	25
3.3.5	Konventionen zur Erstellung eines Lernkurses in k-MED	26
3.4	Formelkatalog	27
3.5	Erste Experten-Umfrage	27
3.6	Betrachtung und Erstellung multimedialer Inhalte	28
3.6.1	Erstellung von Strukturformeln	28
3.6.2	Betrachtung von Strukturformeln	29
3.7	Chemisches und biochemisches Fachwissen	30
3.7.1	Nomenklatur der biochemischen Fachbegriffe	31

3.8	Test- und Übungsfragen.....	31
3.9	Zweite Experten Umfrage	32
4	Ergebnisse.....	36
4.1	Ergebnis der ersten Experten-Umfrage.....	38
4.2	Lerneinheit	41
4.3	Ergebnis der zweiten Experten-Umfrage	50
5	Diskussion.....	52
6	Zusammenfassung.....	61
6.1	Summary	63
7	Verzeichnisse	65
7.1	Verzeichnis von Abkürzungen und Fremdwörtern.....	65
7.2	Literaturverzeichnis	67
7.2.1	Datenbanken und Internetquellen	70
7.3	Abbildungsverzeichnis.....	72
7.4	Tabellenverzeichnis	73
8	Akademische Lehrer, Danksagung	74
8.1	Verzeichnis der Akademischen Lehrer	74
8.2	Danksagung.....	75
9	Anhang	76
9.1	Empfehlungen zum didaktischen Aufbau.....	76
9.2	Experten-Umfrage zum Lernkurs	79
9.3	Alle Ergebnisse der ersten und zweiten Experten-Umfrage	81

1 Einleitung

„In diesem Wandel der Medizin und der Notwendigkeit der Entwicklung neuer Lehrkonzepte stellt sich zu Recht die Frage: **Wie wird man heute ein guter Arzt?**“ (Debatin, 2006)

1.1 Ausbildung zum Arzt

Um die oben gestellte Frage **“Wie wird man heute ein guter Arzt?”** beantworten zu können, ist ein Blick in die Bundesärzteordnung (BÄO) und die aufgrund dieses Gesetzes erlassene Approbationsordnung (ÄApprO) für Ärzte in der vollständigen Neufassung vom 27. Juni 2002 (BGBl I S. 2405 ff.), unerlässlich. In dieser Ordnung wird die Ausbildung der jungen Ärzte auf Bundesebene geregelt und die Inhalte der Ausbildung reglementiert. Das Hauptziel dieser Ausbildung ist der „wissenschaftlich und praktisch in der Medizin ausgebildete Arzt, der zur eigenverantwortlichen und selbständigen ärztlichen Berufsausübung, zur Weiterbildung und zur ständigen Fortbildung befähigt ist.“ Des Weiteren werden in der Approbationsordnung einige Grundlagengebiete angesprochen, deren Umsetzung in der Ausbildung gefordert wird. Dazu zählen unter anderem „die für das ärztliche Handeln erforderlichen allgemeinen Kenntnisse...“. Wichtig ist auch die Forderung der Ordnung, nach einer regelmäßigen und systematischen Bewertung, ob die Ziele erreicht werden konnten. Ausgehend von der Forderung nach Überprüfungen kann man das Studium in drei Teilbereiche einteilen: das vorklinische Studium, das klinische Studium und das Praktische Jahr (§1 Abs. 2 ÄApprO). Des Weiteren umfasst die Ausbildung zum Arzt:

- Eine Ausbildung in erster Hilfe (§ 5 ÄApprO);
- Einen Krankenpflagedienst von drei Monaten (§ 6 ÄApprO);
- Eine Famulatur von vier Monaten (§ 7 ÄApprO) und
- Die Ärztliche Prüfungen, die in zwei Abschnitten abzulegen ist

- Erster Abschnitt der Ärztlichen Prüfung nach zwei Jahren
- Zweiter Abschnitt der Ärztlichen Prüfung nach dem Praktischen Jahr (PJ)

1.2 Ziel und Konzeption der heutigen Lehre

Das Vorklinische Studium setzt als großes Endziel das Erlangen von Wissen über naturwissenschaftliche Grundlagen und deren Bedeutung für medizinische und klinische Zusammenhänge. Insbesondere das fächerübergreifende Erlangen dieses Wissens wird in den Vordergrund gestellt. Abgeschlossen wird dieser Abschnitt mit der ersten ärztlichen Prüfung. Sie umfasst die Fächer Physik und Physiologie, Chemie und Biochemie/Molekularbiologie, Biologie und Anatomie, Medizinische Psychologie und Medizinische Soziologie. Auf die genaue Ausdeutung der Approbationsordnung in diesem Bereich werde ich später noch einzugehen haben.

Der zweite Teil der Ausbildung zum Arzt umfasst den Zeitraum von drei Jahren und soll dem Studenten allgemeine Krankheitslehre und einen Einblick in die klinische Medizin vermitteln. In diesem Teil der Klinischen Ausbildung erlernen die Studenten Methoden der Diagnostik und Grundlagen der Therapie.

Im Anschluss an diese Ausbildung stehen 48 Wochen, die der Student in einer praktischen Verwendung zu absolvieren hat, um zu zeigen, dass er das Erlernte auch anwenden kann.

Nach Abschluss des zweiten Teils der Ausbildung zum Arzt und den 48 Wochen praktischer Tätigkeit wird die zweite ärztliche Prüfung abgelegt. Das Zeugnis über den Zweiten Abschnitt der ärztlichen Prüfung ist das Abschlusszeugnis. Es enthält eine Gesamtnote, bei deren Ermittlung der Zweite Abschnitt gegenüber dem Ersten doppelt gewichtet wird (§ 33 ÄApprO). Nach Bestehen der zweiten ärztlichen Prüfung können die Absolventen ihre Approbation beantragen.

1.3 Prüfungs wesen im Studium

Die staatlichen Prüfungen werden vor den Landesprüfungsämtern für Medizin abgelegt (§ 9 ÄApprO), die von den Bundesländern eingerichtet sind.

Leistungskontrollen finden im Verlauf des Studiums immer wieder statt. Bei der Meldung zu den Prüfungen müssen der Besuch der vorgeschriebenen Pflichtunterrichtsveranstaltungen durch die Bescheinigung einer regelmäßigen und erfolgreichen Teilnahme an diesen Unterrichtsveranstaltungen nachgewiesen werden. Der Erfolg der Teilnahme wird i.d.R. durch mündliche oder schriftliche Leistungskontrollen durch den verantwortlichen Hochschullehrer festgestellt.

Damit erstreckt sich die Regelstudienzeit für das Fach Medizin auf sechs Jahre und drei Monate. Darin enthalten ist die Zeit der Prüfung (§ 3 ÄApprO).

1.4 Modellstudiengänge

Abweichend von der ÄApprO, die die Ausbildung der Ärzte auf Bundesebene regelt und die Inhalte der Ausbildung reglementiert, gibt es auch die sogenannten Modellstudiengänge. Die rechtliche Grundlage für die Durchführung von Modellstudiengängen in der medizinischen Ausbildung wurde durch die achte Verordnung zur Änderung der Approbationsordnung für Ärzte vom 11.02.1999 bereits in der alten ÄApprO geschaffen. Durch die Neuregelung können innovative Entwicklungen und alternative Studiengänge auf den Weg gebracht werden, auch wenn sie von einigen ansonsten zwingenden Vorgaben der Approbationsordnung für Ärzte abweichen. Gegenwärtig werden an sieben Universitäten (Berlin, Witten/Herdecke, Aachen, Köln, Bochum, Hannover und Mannheim) Modellstudiengänge angeboten, die neben konventionellen Regelstudiengängen auch andere interessante Curricula eingeführt haben. (Fischer, 2007). Einzelne Punkte dieser Curriculae beruhen auf einer anderen Auslegung der Approbationsordnung. Einer der abweichend interpretierten Punkte ist das Rollenbild des Arztes. Das Arztbild, das in der Approbationsordnung entworfen wird, ist zunächst sehr grob gefasst. Diese Meinung wird von Öchsner und Forster vertreten (Öchsner Forster, 2005). Diese haben daraufhin ein Rollenmodell auf der Grundlage der Approbationsordnung geschaffen. Insbesondere die Ausformulierung von Schlüsselkompetenzen sei, so Öchsner und Forster, aufgrund der struktur- und

prozessorientierten Feinziele nicht möglich. Das von ihnen entwickelte Rollenmodell versucht diese Lücke zu schließen und durch die darin formulierten Schlüsselqualifikationen eine internationale Vergleichbarkeit herbeizuführen.

Rollenmodelle ÄApprO	Rollenmodelle CanMEDS 2000 Project	Rollenmodelle WHO (5-starprofile)
<ul style="list-style-type: none"> • Medizinischer Fachmann • Teamworker • Gesundheitsanwalt • Manager • Standesvertreter • Lebenslanger Lerner 	<ul style="list-style-type: none"> • Medical expert • Collaborator • Communicator • Health advocate • Manager • Scholar • Professional 	<ul style="list-style-type: none"> • Care provider • Decision maker • Communicator • Community leader • Manager

Tabelle 1 Rollenmodelle nach ÄApprO, CanMEDS und WHO (Öchsner, Forster, 2005)

1.5 Suchen des Prüfungsstoffes

Die erste größere Prüfung für Mediziner, das Physikum, wurde oben bereits angesprochen und ich habe darauf verwiesen, dass ich später noch genauer auf sie einzugehen habe. Hier möchte ich nun dieses Thema wieder aufgreifen um deutlich zu machen, welche Möglichkeiten der Vorbereitung es für diese Prüfung gibt.

Möchte man den ersten Teil der Ausbildung zum Arzt erfolgreich abschließen, steht man zum ersten Mal in seinem Studium vor einer größeren Herausforderung, dem

Bestehen des „Ersten Abschnitts der Ärztlichen Prüfung“ (Physikum). Nun stellt sich die Frage: **Wie kann ich mich hierfür am Besten vorbereiten?**

Abhängig von den jeweiligen Lerntypen können zur Physik umsvorbereitung benutzt werden:

Lehrbücher und ergänzende Fachliteratur, eigene Mitschriften von Vorlesungen und Seminaren, Prüfungsprotokolle, Tabellen oder speziell für das Physikum verfasste Bücher und Programme zum Erlernen und Training des „Kreuzens“ in der schwarzen Reihe und den Mediskripten. Auch elektronische Lernmedien stehen zur Verfügung, z.B. Medi-CD-ROM und k-MED-Lerneinheiten.

Für das Prüfungsfach „Chemie für Mediziner und Biochemie/Molekularbiologie“ stellt man nach genauerem Durcharbeiten fest, dass es keine verbindlichen Aussagen darüber gibt, welche Strukturformeln man als Student kennen sollte und welche man im Rahmen des Physikums wiedergeben können sollte. Eine Abhilfe zu dieser Unklarheit kann ein Blick in die Prüfungsprotokolle vergangener Prüfungen schaffen. Allerdings sind diese Protokolle nur für den einzelnen Fall (Prüfer) von Bedeutung und können keine verbindlichen Aussagen über die Inhalte der aktuellen Prüfung geben. Dennoch grenzen sie die Auswahl der Strukturformeln schon etwas ein. Eine bessere Möglichkeit ist die direkte Besprechung mit dem jeweiligen Prüfer im Vorfeld der Prüfung. Aber die Aussagen der Prüfer sind dabei meist nicht konkret genug, um eine genaue Vorgabe zu sein. Selbstverständlich widerspräche das auch dem Grundgedanken einer Prüfungssituation. Daher lautet die häufigste Antwort eines Prüfers auf die Frage, was man lernen sollte: **Alles!** Damit sind die Prüfer sicher, nichts Essentielles ausgelassen zu haben, die Prüflinge allerdings genauso weit wie vorher.

In diesem Fall könnte ein Blick in die ÄApprO Abhilfe verschaffen. Im Paragraph 22 „Inhalt des Ersten Abschnitts der Prüfung“ wird Stellung bezogen, was ein Mediziner im Physikum beherrschen soll. Dabei betrifft der schriftliche Teil des ersten Abschnitts der Ärztlichen Prüfung folgende Stoffgebiete:

- Physik für Mediziner und Physiologie

- Chemie für Mediziner und Biochemie/Molekularbiologie
- Biologie für Mediziner und Anatomie
- Grundlagen der Medizinischen Psychologie und Medizinischen Soziologie

Im mündlich-praktischen Teil des Ersten Abschnitts der Ärztlichen Prüfung wird der Prüfling in den Fächern Anatomie, Biochemie/Molekularbiologie und Physiologie geprüft. Die Prüfung der naturwissenschaftlichen und theoretischen Grundlagen ist im schriftlichen und mündlich-praktischen Teil in Verbindung mit klinischen Fragestellungen auf „die **medizinisch relevanten Ausbildungsinhalte** zu konzentrieren.“

Insbesondere das Gebiet der Chemie für Mediziner und Biochemie/Molekularbiologie ist von besonderer Wichtigkeit für die Betrachtung der Strukturformeln. In der Approbationsordnung gibt es einen Anhang, der genauer regelt, was oben bereits kurz beschrieben steht. Diesem Anhang kann man folgenden Wortlaut im Bezug auf die Strukturformeln entnehmen: „Physikalisch-chemische Grundlagen des Stoffwechsels, Enzymwirkungen und deren Kinetik. Biochemie der Aminosäuren und Proteine, der Kohlenhydrate, der Lipide und der Nucleinsäuren. Hormonwirkungen. Grundlagen der Molekularbiologie. Biochemische Grundlagen der Immunologie. Biochemische Aspekte der Zell- und Organphysiologie. Grundlagen der Ernährungslehre. Kenntnisse über medizinisch wichtige Elemente und deren Verbindungen, Grundzüge der Thermodynamik und Kinetik chemischer Reaktionen.“

Nach der Lektüre der Approbationsordnung kann der Student das Thema nun immer noch nicht weit genug eingrenzen, da die Inhalte der Prüfung hier noch sehr allgemein formuliert sind.

Eine weitere Alternative zu der ÄapprO, die ein Studierender nutzen kann, um sich Sicherheit zu verschaffen, ist der IMPP-Gegenstandskatalog (IMPP-GK).

1.6 IMPP-Gegenstandskatalog (IMPP-GK)

Der IMPP-GK hat die Approbationsordnung zur Grundlage. Der IMPP-Gegenstandskatalog (IMPP-GK) gilt für den schriftlichen Teil des ersten Abschnitts der Ärztlichen Prüfung. Hier ist insbesondere der Teilkatalog „Chemie für Mediziner und Biochemie/Molekularbiologie“ mit Stand vom Februar 2005 für meine Betrachtungen von Relevanz. „Der IMPP-GK 1 ist als Erläuterung und Konkretisierung der dort [in der ÄApprO] in allgemeiner Form festgelegten Prüfungsthemen zu verstehen. Er ist damit als Hilfestellung sowohl bei der Prüfungsvorbereitung als auch bei der Gestaltung von Ausbildungsinhalten anzusehen und dient selbstverständlich auch als Richtschnur bei der Auswahl der schriftlichen Prüfungsthemen.“ (IMPP-GK, 2005). Es wird aber explizit darauf verwiesen, dass allein die Approbationsordnung die Themen der Prüfung festlegt. Aufgrund der Forderung der Approbationsordnung in Paragraph 22 nach einer „Verbindung [des Prüfungsinhaltes] mit klinischen Fragestellungen [im Hinblick] auf die medizinisch relevanten Ausbildungsinhalte“ wurde der IMPP-GK um eine Spalte ergänzt (IMPP-GK, 2005). In dieser Spalte kann der Studierende die Bezüge zur Praxis, bzw. Anwendungsbeispiele finden. Die anderen drei Spalten dienen dem „in Betracht kommenden Prüfungsstoff“ (IMPP-GK, 2005).

Im IMPP-GK sind zwar alle Ausbildungsinhalte niedergeschrieben und festgelegt, eine konkrete, zielführende Begrenzung der Biochemie und der für das Physikum relevanten Strukturformeln, wird aber nicht vorgenommen.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass sowohl der Blick in die ÄApprO als auch der Blick in den IMPP-GK das Gleiche zum Ergebnis haben wie die Befragung des Prüfers: **Lernen sie alles!**

Daher stellt man sich an diesem Punkt die Frage:

Wie kann man eine Antwort, die bundesweite Gültigkeit hat, auf die Frage “Welche Strukturformeln sollte der Mediziner bzw. Zahnmediziner für die Physikumsprüfung beherrschen?” finden?

Die zweite Frage, die sich dann stellt, wenn man das Ergebnis der ersten Frage vorliegen hat, ist: "Wie kann ich diese Ergebnisse den Studenten deutschlandweit zur Verfügung stellen?"

Ein Weg, die Antwort für alle Studenten bundesweit zur Verfügung zu stellen, im Zeitalter des Computers, ist sicherlich das Internet. "Das Internet eignet sich hervorragend für die interaktive Aus- und Fortbildung in der Medizin" (Jastrow, Hämmerer, 2001). Gerade die multimediale Form des E-Learning kann im Internet die Studenten bundesweit erreichen.

1.7 Experten-Meinungen über E-Learning in der medizinischen Lehre

E-Learning beschreibt das Lernen mit elektronischen Hilfsmitteln wie Computerprogrammen, DVD's und CD's sowie Lernumgebungen, auf die per Internet zugegriffen werden kann.

Heutzutage im Zeitalter des Internets und der digitalen Informationsgesellschaft verwandeln sich die Formen des Wissenserwerbs und -managements. Das Lernen ohne PC ist besonders für die jüngere und mittlere Generation unvorstellbar. Google, chatten, bloggen und die CD-ROM sind zu etwas Alltäglichem geworden. Auf Grund lebenslangen Lernens muss heute kurzfristig, modularisiert, flexibel und individuell gelernt werden. Dies erlernt man besonders gut durch E-Learning und nicht durch traditionelle Fortbildungen im Sinne eines „Lernen auf Vorrats“. (Beutner et al., 2007)

Hochschulen, die eine „anspruchsvolle, zeitgemäße Lehre“ bieten wollen, kommen „um die mediale Unterstützung und Erweiterung klassischer Lehr- und Studienformen (Schlagwort E-Learning) nicht herum“. Nicht nur der wachsende Nachfrage- druck der Studenten sorgt dafür, sondern auch „die Erkenntnis, dass Inhalt, Struktur und Organisation der Präsenzlehre durch den klugen Einsatz elektronischer Lehr/Lernmedien verbessert werden können“. E-Learning wurde daher bis vor wenigen Jahren noch als „wichtigstes Medium zukünftiger Hochschullehre“ eingeschätzt und stellt ein „Instrument einer zeitgemäßen Hochschulentwicklung dar“. (Kleimann, Wannemacher, 2006)

Unterstützt wird diese These von Dr.med. Sigrid Harendza, Privatdozentin am Universitätsklinikum der Universität Hamburg, Prodekanin für Lehre und Trägerin des Ars-legendi-Preises. Sie sagt, dass die Möglichkeiten der Nutzung von E-Learning vielfältig sind. Das reicht ihrer Meinung nach von der Bereitstellung von Seminar-skripten bis hin zur interaktiven Unterrichtseinheit, die im Selbststudium einsetzbar ist. (Harendza, 2006)

Dass sich die neue Form des Lernens durchgesetzt hat und einen großen Fundus an Vorteilen aufzuweisen hat, wird deutlich in dem Artikel „Ja, es hat sich bewährt“ von Dirk Heckmann, Professor an der Universität Passau. Er sagt, dass E-Learning seit mehreren Jahren ein fester Bestandteil seiner Lehre sei. Allerdings sei die Belastung und Entlastung des Lehrstuhls seiner Ansicht nach gleich geblieben. (Heckmann, 2006)

Die medizinische Fakultät der Universität Ulm sieht im E-Learning sogar eine Möglichkeit der Forderung der neuen Ärztlichen Approbationsordnung (ÄappRO) nach mehr Praxisbezug nachzukommen. Mit einem E-Learning Curriculum könne man eine Verbesserung der Lehre in der medizinischen Ausbildung schaffen. (Scholz, 2006)

1.7.1 Vorteile von E-Learning

Ein weiterer Vorteil neben den gerade erwähnten Vorteilen besteht darin, dass insbesondere die netzbasierte Variante des E-Learning eine zeitliche und räumliche Unabhängigkeit bietet, da der Studierende von zu Hause aus lernen kann und somit keine Anfahrts- und Wartezeiten anfallen. Außerdem sind die Inhalte zu jeder Zeit und weltweit abrufbar. Natürlich können die Inhalte auch jederzeit aktualisiert werden, was ein großer Vorteil gegenüber gedruckten Lehrmaterialien ist, genauso wie die Kostenersparnis gegenüber Büchern. Aber der wohl größte Vorteil ist die Möglichkeit der synchronen und asynchronen Kommunikation zwischen den Studierenden und zu den Dozenten. Durch diese Form der Kommunikation kann auch ein Kompetenznetzwerk entstehen, in dem man Experten verschiedener Sachgebiete erreichen kann. Unterstützt wird diese These vom Privatdozenten Christian Sengstag, Leiter des NET an der ETH Zürich. Er sagt ebenfalls, dass E-Learning zur Qualität der Lehre beitragen soll. Seiner Auffassung nach kann durch E-Learning eine bessere

Kommunikation zwischen Dozenten und Studierenden zu Stande kommen, sowie zwischen Studierenden. Zusätzlich können auf einfache Weise studentische Arbeiten allen zugänglich gemacht werden. Außerdem erhalten Studenten durch ein Online-Quiz ein sofortiges Feedback. Auch der klassische vorwiegend passive Konsum einer Vorlesung wird zugunsten einer aktiven Mitarbeit ersetzt. (Sengstag, 2006)

Desweiteren bieten Computer und Internet den Vorteil, durch graphische Aufbereitung und interaktive Elemente den Inhalt interessanter und unterhaltender zu gestalten. Zusätzlich besteht die Möglichkeit interaktive Übungs- und Testaufgaben einzubinden. Sofort kommt eine Rückmeldung über die Richtigkeit der Antwort sowie Erläuterungen. Den wichtigen Punkt der Interaktivität, werde ich später noch genauer beschreiben. Die Studenten können die Grundlagen zu einem Thema am Computer selbstständig erarbeiten, so dass an den Anwesenheitsterminen die Einübung und Vertiefung des erworbenen Wissens stattfinden kann. Dann können auch Unklarheiten sowie Schwierigkeiten geklärt werden. Auch nach der Vorlesung bzw. dem Seminar haben die Studenten Zugriff auf die Kursmaterialien. (Gotthard, Siegert, 2004). Dies sind wichtige Voraussetzungen für selbstbestimmtes Lernen. (Leven et al., 2006)

Auch Prof. Dirk Heckmann vertritt die Ansicht, dass für die Studierenden E-Learning nur Vorteile bietet. Dabei verweist er besonders auf die Aktualität, Nachhaltigkeit und Interaktion des E-Learnings. Daneben ist es für ihn ein „unschätzbarer Vorteil, dass [ihn/den Lehrenden] die elektronischen Medien zu einer stringenteren Vorlesungsplanung zwingen, was unter den Aspekten der Logik, der Transparenz und der permanenten Evaluation zur Qualitätssteigerung beiträgt“. Außerdem will er die wertvolle Zeit der Präsenzlehre für die Vermittlung des Grundverständnisses systematischer Zusammenhänge und dem Erläutern einprägsamer Fallbeispiele nutzen. Dagegen soll das Lernen reinen Faktenwissens in einer didaktisch sinnvollen Form über E-Learning erfolgen. (Heckmann, 2006). Dieser These wird in Form von Blended-Learning, das eine Verknüpfung von Präsenzlehre und E-Learning ist, entsprochen.

1.7.2 Interaktion und Interaktivität

Im Zusammenhang mit E-Learning kommt es sehr oft zu einer Vermischung von Begrifflichkeiten. Ich meine dabei die Begriffe der „Interaktivität“ und der „Interaktion“. Da aber gerade diese Begriffe das Besondere des E-Learning ausmachen und gerade hier ein sehr großer Vorteil des E-Learning liegt, müssen die Begriffe möglichst exakt getrennt werden. Wo aber genau die Trennlinie gezogen werden muss, kann man nicht aus der einschlägigen Literatur entnehmen. Es gibt keine allgemeingültige Definition der Begriffe. Daher wird in dieser Arbeit die von Metzger und Schulmeister (2004, S. 270) vorgeschlagene Differenzierung der Begriffe (Schulmeister, 2002a, S. 43ff; Schulmeister, 2002b, S.93 f.) und die auf der Grundlage eines Leitfadens für ein Projekt des Bundesministeriums für Bildung, unter der Leitung von MinR DI Dr. Robert Kristöfl, mit dem Titel „Qualitätskriterien für E-Learning“, favorisiert.

Der Begriff der "Interaktion" wird aus sozialwissenschaftlicher Sicht als "die gegenseitige Beeinflussung, die wechselseitige Abhängigkeit und das "Miteinander-in-Verbindung-treten" zwischen Individuen und sozialen Gebilden" (Haack, 2002, S. 128) beschrieben. Interaktion ist demnach zur Beschreibung und Bezeichnung von sozialer Interaktion und Kommunikation von Lernenden untereinander (community) und mit Instruktoren, respektive Lehrenden, heranzuziehen (Schulmeister, 2002b, S. 194; Reichert & Hartmann, 2004, S. 1590; Metzger & Schulmeister, 2004, S. 270). Auch in seinem Aufsatz „Interaktivität in Multimedia-Anwendungen“ fordert Prof. Dr. Rolf Schulmeister eine Reservierung des Begriffes Interaktion „für die Kommunikation der Menschen untereinander“. Da aber der Computer in zunehmendem Maße die Funktion menschlicher Kommunikation übernimmt, ist die Unterscheidung der Begriffe so schwer. Deshalb ist der Begriff der Interaktion, wenn auch leicht modifiziert, im Bereich des E-Learning gängig. (Kristöfl et al., 2006)

Der Begriff der "Interaktivität" bezeichnet also, so Schulmeister, „den handelnden Umgang mit Lernobjekten“ (Schulmeister, 2005) und wird im Gegensatz zu "Interaktion" für die Beschreibung und Kategorisierung von lernerseitig ausgeführten Handlungen, sei es mit der Hardware, Benutzerschnittstelle oder Lernsoftware, reserviert (Schulmeister, 2002b, S. 194; Metzger & Schulmeister, 2004, S. 270). "Der Umgang mit Lernobjekten hat kognitive, semantische und symbolische Dimensio-

nen, es geht um Denkprozesse, die der Lerner in Manipulationen der Lernobjekte realisiert." (Schulmeister, 2002b, S. 194).

Die Interaktivität kann man dabei in fünf Stufen gliedern und ihnen ein gewisses Maß zusprechen. (Kristöfl et al., 2006)

- Zugreifen auf bestimmte Informationen, Auswählen, Umblättern
- Ja/Nein und Multiple-Choice Antwortmöglichkeiten und Verzweigungen auf entsprechende Zusatzinformationen
- Markieren bestimmter Informationsteile und Aktivierung entsprechender Zusatzinformationen
- Freier Eintrag komplexer Antworten auf komplexe Fragestellungen mit intelligentem tutoriellem Feedback (sokratischer Dialog)
- Freier ungebundener Dialog mit einem Tutor oder mit Lernpartner mit Hilfe von Multimedia- und Hypermediasystemen

Nach Schulmeisters Taxonomie der Interaktivität kann man sehr gut grafische Lernobjekte, Filme und Programme nach den Interaktivitätsniveaus skalieren. Er differenziert vier Kriterien (Metzger & Schulmeister, 2004, S. 270):

1. Die Manipulation der Repräsentationsform der Lerninhalte;
2. Die Manipulation der Inhalte;
3. Die Konstruktion von Lernobjekten;
4. Das Feedback vom Lernobjekt.

Auf der Grundlage dieser Kriterien für Interaktivitätsniveaus stuft Schulmeister die Interaktivität eines Lernobjektes in sechs Stufen (Schulmeister, 2005):

Stufe I	Lernobjekte können betrachtet und rezipiert werden, wobei keine Möglichkeit der Beeinflussung der Darstellungsform gegeben ist. Beispiel: Der Lerner kann grafische Abbildungen betrachten, Filme und Tondokumente abspielen, diese aber nicht verändern bzw. Eingriffe vornehmen.
Stufe II	Der Nutzer kann aus einer Reihe von vorgefertigten Darstellungsformen eines Lernobjektes wählen (z.B. durch Anklicken mit der Maus), wobei dem Nutzer keine Möglichkeit des Eingriffes bzw. der Veränderung einer spezifischen Darstellungsform gegeben ist. Beispiel: Der Lerner kann sich bei Bedarf per Mausklick den Verlauf des Deutschen Aktienindex (DAX) anzeigen lassen, kann die Form der Darstellungsform (Verlaufskurve) aber nicht verändern.
Stufe III	Die Inhalte eines Lernobjektes können manipuliert werden, wodurch der Lerner die Repräsentationsformen aktiv beeinflussen kann. Der Programmablauf, Aufgaben bzw. Übungen bleiben weiterhin unbeeinflussbar. Beispiel: Der Lerner kann eine Landkarte oder einen Stadtplan skalieren (zoomen). Er kann die 3D-Grafik eines technischen Gerätes (z.B. Mobiltelefon) rotieren lassen. Hierbei werden die Objekte an sich nicht verändert, nur die Form ihrer Repräsentation
Stufe IV	Kombination von Stufe II & III. Die Inhalte der Lernobjekte können durch den Lerner in einem vorgegebenen Handlungsspielraum manipuliert werden. Er hat die Möglichkeit, Daten einzugeben sowie Variablen und Parameter zu manipulieren, durch welche Darstellungen oder Relationen verändert werden. Beispiel: Ein Physikstudent kann in einer virtuell dargestellten Versuchsanordnung Regler und Bedienelemente, welche durch grafische Abbildungen nachgestellt sind, manipulieren. Die Ergebnisse kann er bspw. umgehend auf einem Oszillographen beobachten.
Stufe V	Das Lernobjekt bzw. Lerninhalte werden durch den Lerner selbst konstruiert. "Das Programm wird zum kognitiven Werkzeug, mit dem der Benutzer eigene Mikrowelten konstruieren kann" (Schulmeister, 2002b, S. 198). Beispiel: Der Lerner hat die Möglichkeit einen biologischen Prozess, z.B. den bereits bekannten der Photosynthese oder einen selbst entworf-

	nen, mit Hilfe der Lernsoftware abzubilden. Dieser kann im Anschluss beliebig häufig hintereinander ausgeführt werden, wobei das Programm immer neue Daten zum Prozessstatus des abgebildeten Prozesses liefert.
Stufe VI	Das Lernobjekt bzw. die Lerninhalte werden vom Lerner selbst konstruiert. Auf eine lernerseitige Manipulation hin wird systemseitig eine intelligente Rückmeldung gegeben. Beispiel: Diese Interaktionsstufe ist häufig beim Erlernen von Programmiersprachen anzutreffen (Schulmeister, 2002b, S. 198). Hier können bspw. abgefasste Programme auf einen Server gespielt werden, von dem eine Rückmeldung gegeben wird. Diese kann aus grafischen Elementen und/oder Texten bestehen.

Tabelle 2 Taxonomie der Interaktivität: Stufen der Interaktion nach Schulmeister (Staemmler 2006)

Nach Meinung von Staemmler (Staemmler, 2006) ist die Taxonomie der Interaktivität von Schulmeister (Schulmeister, 2005) am besten geeignet, um die Interaktivität von Lernobjekten zu bestimmen. Die einzelnen Interaktionsstufen untereinander sind klar abgegrenzt und es treten keine Überschneidungen auf. Für die Bestimmung und Zuordnung eines Lernobjektes zu einer Interaktionsstufe ist dies eine der Grundvoraussetzungen. Es ermöglicht die Durchführung von Untersuchungen, bei denen der Grad an Interaktivität als eine Variable eingeht. (Staemmler, 2006)

Interaktivität verfolgt bei ihrer Nutzung bestimmte Ziele, die für den didaktischen Aufbau einer Lerneinheit unerlässlich sind: sie kann motivieren, informieren, das Verstehen fördern, das Behalten fördern, das Anwenden, bzw. den Transfer fördern und den Lernprozess organisieren und regulieren. Dass diese Funktionen unerlässlich sind, ist klar, da diese Ziele/Funktionen die Grundlagen jeder Didaktik sind. Daher macht diese Interaktivität eine Lerneinheit erst zu einer „lehr- und lerntauglichen“ Anwendung. Darüber hinaus sollte der Einsatz von Interaktivität, die nicht diesen Zielen dient oder diese Funktionen erfüllt, vermieden werden. Sie ist dann als überflüssig zu bezeichnen, eventuell sogar kontraproduktiv, da sie vom Wesentlichen ablenkt. (Kristöfl et al., 2006)

Man kann die Interaktivitäten einzelnen Lehrfunktionen zuordnen.(Kristöfl et al., 2006)

Es gibt motivationsfördernde Interaktivitäten:

Diese Interaktivitäten haben das Ziel den Lernbeginn beziehungsweise die Lernfortsetzung zu fördern. Dabei sollen aber demotivierende Äußerungen vermieden werden.

Informationen liefernde Interaktivitäten:

Diese Interaktivitäten sollen durch Hinweise auf die noch zu bearbeitenden Kapitel und Abschnitte zur Erleichterung des selbstgesteuerten Lernens beitragen.

Verstehen fördernde Interaktivität:

Diese Interaktivitäten verfolgen das Ziel der Erleichterung der Aufnahme neuer Informationen. Sie sollen Bezüge herstellen, alternative Erläuterungen bieten und der Einordnung des Gelernten in bereits bestehende individuelle Wissensstrukturen dienen.

1.8 Bedeutung von E-Learning in der medizinischen Lehre

Die Wichtigkeit und die Bedeutung von E-Learning in der medizinischen Lehre wird deutlich durch die in Kapitel 1.6 zitierten Meinungen und die in Kapitel 1.6.1 aufgezählten Vorteile des E-Learning. Ein Indikator dafür, welches großes Interesse E-Learning auf sich zieht, kann man an dem Verein "E-Learning Medizin e.V." erkennen.

Der Verein "E-Learning Medizin e.V."

Der Verein "E-Learning in der Medizin e.V." wurde aus ca. 17 Verbundprojekten, die im Rahmen des BMBF-Förderprogramms "Neue Medien in der Bildung" gefördert wurden, gegründet. Gerade diese Förderung durch den Bund macht die Wichtigkeit eines solchen Projektes deutlich. Thematisch befassen sie sich mit der Medizin. Seit Projektbeginn gibt es, nach Angaben des Verbandes, regelmäßige Treffen dieser Verbände mit dem Ziel, sich bzgl. der jeweiligen Ansätze auszutauschen sowie eine gemeinsame Strategie im Hinblick auf die Nachhaltigkeit zu entwickeln. Die Ergebnisse aller Projekte sollen gebündelt werden, sowie die im Rahmen der Projektarbeit erworbenen Kenntnisse und Erfahrungen allen Interessierten, insbesondere den Medizinischen Fakultäten, zur Verfügung gestellt werden und die Entwicklung im Bereich E-Learning in der Medizin auch zukünftig voran getrieben werden. Dieser Verein, sagt er von sich selbst, stehe auch anderen Projekten, die nicht im Rahmen dieses Förderprogramms unterstützt wurden, offen.

Liste der wissenschaftlichen Einrichtungen mit dem Ziel, Multimedia in Medizin einzusetzen:

Name	Ziele	Träger
Caseport	Webbasierte Trainingssysteme in der Medizin – Implementierung fallbasierter Lehr- und Lernformen durch ein systemintegrierendes Portal	Ludwig-Maximilians-Universität München
CME Chirurgie	Webbasierte Lehre der Unfallchirurgie für die Aus- und Weiterbildung	Ludwig-Maximilians-Universität München
DEJAVU	Dermatological Education as Joint Accomplishment of Virtual Universities	Friedrich-Schiller-Universität Jena
HS für Gesundheit e.V	Der Verein "Hochschulen für Gesundheit" setzt die Arbeit des multimedialen Kooperationsverbundes Hochschulen für Gesundheit fort, der von 2001-2003 im Rahmen des Förderprogrammes "Neue Medien in der Bildung" vom BMBF gefördert wurde	HS Magdeburg

Immuteach	Erstellung eines multimedialen Lehr- und Lernsystems für das Fach Immunologie	Ernst-Moritz-Arndt-Universität Greifswald
KHK Koronare Herzkrankheiten	Entwicklung eines intranetbasierten Lern- und Erklärungssystems für die theoretische und klinische Kardiologie mit dem Leitthema Koronare Herzkrankheit	Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf
k-MED	Knowledge-Based Multimedia Medical Education	Justus-Liebig-Universität Gießen,
LaMedica	Erstellung eines netzwerkfähigen, multimedialen, erweiterbaren und granularen Lern- und Trainingssystems für die Medizin	Eberhard-Karls-Universität Tübingen
MedicMed	Multimedia EDucation - Internet Campus: MEDicine	Universität Regensburg
med:u	E-Learning in der medizinischen Lehre	Christian-Albrechts-Universität zu Kiel
Meduc@se	Fallbasiertes, problemorientiertes Lernen in der Medizin	Humboldt-Universität zu Berlin
MeduCluster/SYMPOL	Multimediale netzwerkgestützte Hauptvorlesung: Kristallisationspunkt Humanmedizin - Nukleus Morphologie	Humboldt-Universität zu Berlin
Prometheus	Entwicklung einer internetbasierten Lehr-/Lernplattform für die ärztliche Aus- und Weiterbildung	Eberhard-Karls-Universität Tübingen
SonoCard	Simulatives Lehr- und Lernsystem für die kardiologische Sonographie	Universität Duisburg-Essen, Standort Essen
spomedial	Neue Medien in der Sportmedizinischen Lehre	Deutsche Sporthochschule Köln
TT-Net	Entwicklung Internet-basierter Lehr-/Lernmodule für diagnostisch-chirurgische High-Tech-Fächer mit Schwerpunkt der Realisierung eines Teaching and Training Network in Neurosurgery (TT-Net)	Medizinische Hochschule Hannover
Vision 2003	Lehr- und Lernsysteme in der Medizin	Universität Bremen

Tabelle 3 Die Projektverbund der Verein "E-Learning Medizin e.V."

1.9 Wege der Informationsbeschaffung

Wir haben jetzt erkannt, welche Stellung E-Learning in der medizinischen Lehre einnimmt. Aber wie wir Informationen zu den Strukturformeln bekommen können, wissen wir noch nicht. Um Strukturformeln zu finden, gibt es mehrere Möglichkeiten: Internet, Bücher, Tabellen, etc. Aber gerade die Auswahl der im Internet bereitgestellten Strukturformeln, muss gut sondiert werden. Hier ist geradezu ein Überfluss an Informationen vorhanden, den es zu kanalisieren gilt. Eine der ersten Adressen bei der Suche ist „www.pubchem.gov“. Diese Seite verhält sich im Bezug auf die Strukturformeln ähnlich wie Wikipedia. Auch hier werden die einzelnen Einträge zu den Strukturformeln über eine Stichwortsuche abgerufen und anschließend dargestellt. Auffällig ist dabei, dass bei der Auswahl der Grafiken keinerlei Rücksicht auf didaktische Aspekte genommen wird. Die Strukturformeln erscheinen genauso, wie es ein Programm zur geometrischen Erstellung der Strukturformeln vorsieht (Abbildung 1 rechts). Es wird also insbesondere auf die geometrische Korrektheit und nicht auf die didaktische Anwendbarkeit Wert gelegt. Links sieht man die didaktisch aufgearbeitete Form im Abbildung 1.

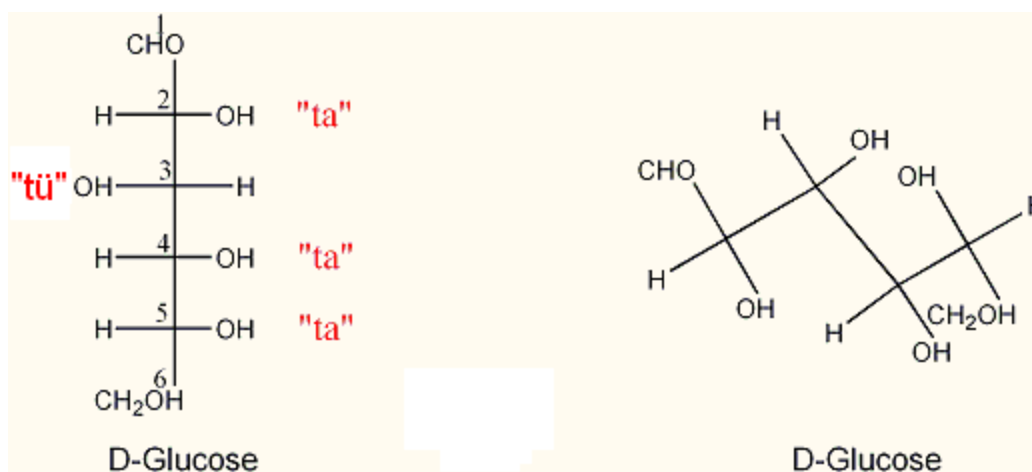


Abbildung 1 Chemische Struktur von D-Glucose: rechts in der geometrisch korrekten aber didaktisch unaufbereiteten Darstellung und links in der didaktisch aufbereiteten Darstellung

Andere Seiten des Internets, die man zur Suche nach Strukturformeln und deren Darstellung nutzen kann, legen dem entgegen einen besonderen Wert auf die didaktische Aufarbeitung des Lerninhaltes. Unterstützt wird dieses didaktische Vorhaben von Animationen und Interaktivitäten. Eine dieser Seiten ist „www.strukturformeleditor.de“. Auf dieser Seite kann man (für den privaten Ge-

brauch) ein kostenloses Programm zur Erstellung von Strukturformeln herunterladen. Auf der Seite wird aber schon vorab eine kleine Auswahl von Strukturformeln bereitgestellt, um sich ein erstes Bild vom späteren Ergebnis seiner eigenen Arbeit machen zu können. Eine andere Seite ist „www.chemie-interaktiv.net“. Dass diese Seite eine didaktische Ausrichtung hat, wird schon anhand der Zielgruppe deutlich: Lehrer und Schüler. Auf dieser Seite werden Kurzanimationen bereitgestellt, die zum Einstieg oder zur Gestaltung ganzer Unterrichtsstunden dienen können. Auch die Seite „www.chemieunterricht-interaktiv.de“ wendet sich an diese Zielgruppe. Dort werden zu bestimmten, auf der Seite aufgelisteten Molekülen, Animationen zur Verfügung gestellt. Auch komplette Lerneinheiten mit einem schulischen Hintergrund, wie zum Beispiel „Der Bleiakku“ stehen hier zur Ansicht. In diese Reihe passt auch die Seite „www.schule-bw.de“. Dort kann man in einem Unterbereich ebenfalls eine Auswahl von Molekülen zur Ansicht auswählen.

Eine englischsprachige Seite „www.worldofmolecules.com“ stellt ebenfalls animierte Strukturformeln zur Verfügung. Diese Seite eignet sich sehr gut als Nachschlagewerk. Dort werden die ausgewählten Moleküle in mehreren Gruppen sortiert. Die Moleküle wurden hier nach dem Aspekt ausgewählt „Was umgibt uns täglich?“. Daher erscheint die Einteilung in Gruppen wie: Moleküle der Emotionen, Moleküle der Lebensmittel, etc. sinnvoll. Neben der dreidimensionalen Darstellung der Moleküle kann man unter jeder Darstellung auch einen erläuternden Text in englischer Sprache zu dem jeweiligen Molekül finden.

Eine der besseren Seiten ist hier schon die Seite „www.chemgapedia.de“. Auf dieser Seite werden öffentlich zugänglich Lernkurse angeboten. Diese Lernkurse sind ebenfalls bebildert und bieten ein ausgewogenes Verhältnis von zwei- und dreidimensionalen Darstellungen. Teilweise sind die Grafiken, dort wo es sich anbietet, interaktiv und erlauben somit dem Benutzer einen genaueren Blick auf die Strukturformel. Besonders deutlich wird das an der Darstellung einiger Enantiomere der Aminosäuren. Diese Lerneinheiten sind aufgebaut wie ein Lehrbuch, eben nur mit dem Vorteil der Interaktivität. Allerdings ist diese Seite nur deshalb öffentlich zugänglich, weil sie sich über Werbeeinnahmen finanziert. Daher werden beim Absolvieren einer Lerneinheit sowohl am oberen, als auch am unteren Bildschirmrand Werbebanner eingeblendet. Dabei sind die Werbebanner auch immer abgestimmt auf den Inhalt der Lerneinheit. So bekommt man unter anderem bei der Lerneinheit zum Thema

Kohlenhydrate einen Hinweis auf eine Müslisorte und einen Hinweis, wie man 5-10 Kilo abnehmen könne. Wer diese Werbebanner als zu störend empfindet, der ist gut beraten mit dem Besuch der Seite „www.johnkyrk.com“. Diese Seite bietet eigentlich sämtliche Vorteile: Auswahl mehrerer Sprachen (unter anderem auch Deutsch), komplett aufgebaut in Form von flash-Animationen, adäquate Darstellung der Strukturformeln und eine sehr gelungene Verknüpfung von Animationen und Strukturformeln. Auch ein Erläuterungstext ist immer vorhanden. Diese Seite ist, wie schon die letzte, in ihrem Aufbau einem Biochemie-Lehrbuch sehr ähnlich, allerdings mit dem Vorteil der interaktiven Nutzungsmöglichkeiten. Der einzige Nachteil dieser Seiten ist, dass man die html-Dokumente nicht ohne Weiteres ausdrucken kann, um sie auch ohne Computer zu nutzen. Will man das Programm offline verfügbar machen, muss man allerdings eine CD im Wert von 129 US\$ kaufen.

Es lässt sich also konstatieren, dass es eine große Auswahl an Möglichkeiten gibt, sich Strukturformeln im Internet zugänglich zu machen und etwas über sie zu lernen. Will man aber die für das Physikum relevanten Strukturformeln noch genauer betrachten, muss man sie sich mühsam aus dem Internet von den genannten Seiten, Büchern, Mitschriften oder Tabellen zusammensuchen. Außerdem steht man ja immer noch vor dem Problem, dass man nicht genau weiß, welche Strukturformeln überhaupt für das Physikum relevant sind.

2 Fragestellung/Problematik

Aus der Einleitung ergeben sich nun mehrere Fragen von besonderer Wichtigkeit:

1. Welche chemischen und biochemischen Strukturformeln soll ein/e Physikumskandidat/in für das Physikum beherrschen?
2. Wie kann ein Dozent diesen Kanon an Strukturformeln didaktisch und arbeitsökonomisch am sinnvollsten präsentieren?
3. Zusätzlich soll als Bedingung eine bundesweite Gültigkeit vorausgesetzt werden und als Ergebnis ebenfalls eine bundesweite Nutzung gewährleistet sein.

Die vorliegende Arbeit bietet einen Lösungsansatz für diese Probleme.

3 Material und Methoden

3.1 Hardware

Im Laufe der Erstellung des Lernkurses und beim Schreiben der Doktorarbeit wurden ein PC und ein Laptop benutzt.

PC:

Prozessor	Intel Pentium 4
GHz	2.80
RAM	992 MB
Datenträger	Maxtor 6Y120L0
Grafikkarte	Matrox Millenium G550, Matrox G550 Dual Head
Soundkarte	SoundMax Integrated Digital Audio
Tastatur	Standard-Tastatur Cherry Classic line
Maus	Logitech Cordless Klick, Optische Maus
Bildschirm	hp L1702 Flachbildschirm
DVD/ CD - Laufwerk	NEC DVD RW ND-1300A/ TEAC CD.552E
Drucker	HP Professional Series 2000c

Tabelle 4 Verwendete Hardware PC

Laptop:

Prozessor	Intel Centrino Mobile
GHz	1.50
RAM	496 MB
Datenträger	Fujitsu MHT2040AT
Grafikkarte	ATI Mobility Radeon X700 PCIe
Soundkarte	Vinyl AC'97 Audio
Tastatur	Erweiterte PC/AT-PS/2-Tastatur(101/102 Tasten)
Maus	PS/2-kompatible Maus
Display	15,4 Zoll WXGA TFT LCD CrystalView
CD/DVD- Laufwerk	NEC DVD+- RW ND-6500A

Tabelle 5 Verwendete Hardware Laptop

3.2 Software:

Verwendete Programme:

Betriebssystem	Windows 2000 Microsoft
Textverarbeitung	Office 2000 Word Microsoft
Tabellenkalkulation	Office 2000 Excel Microsoft
Erstellung Abbildungen	Flash MX Macromedia
Erstellung Animation	Flash MX Macromedia
Erstellung Strukturformeln	ChemDraw Ultra 7.0, ChemOffice 2002
Autorentools	Resource-Center
Kursplayer	k-MED-Lernplattform
Browser	Firefox Mozilla

Tabelle 6 Verwendete Programme

3.3 Erstellung von Lerneinheiten in k-MED

3.3.1 Definition

Zur Erstellung von multimedialen Lerneinheiten in k-MED benutzt man eine webbasierte Autorenumgebung, auch „Resource Center“ genannt. Sie wird genutzt, um einfach, schnell und effizient Lernkurse in Form von Web Based Trainings (WBTs) zu erstellen, ohne dass man dazu Kenntnisse in HTML, Layout- und Multimedia Technologien haben muss. Die Autorenumgebung besteht im Wesentlichen aus Editoren, die sehr einfach zu bedienen sind. Die Erstellung eines WBTs gleicht mehr oder weniger der Erstellung eines Textdokuments. Existierende multimediale Elemente wie Bilder, Grafiken oder Animationen lassen sich einfach einbinden. Da es sich bei dieser Autorenumgebung um eine Webanwendung handelt, muss man auf seinem PC keine lokalen Anwendungen installieren. Man benötigt nur einen Browser und eine Internet Verbindung. Die Autorenumgebung bietet noch eine angeschlossene Datenbank mit einer Vielzahl an Möglichkeiten. Um einen Lernkurs zu erstellen benutzt man den sogenannten Kurseditor. Man kann dabei auf die in der Datenbank bereitgestellten Lernkurse zurückgreifen und sich an ihnen orientieren. Auch der selbsterstellte Lernkurs wird in dieser Datenbank erfasst und anderen Nutzern zur

Verfügung gestellt. Diese Art der Arbeitsteilung/erleichterung wird Content-sharing genannt. Die Datenbank bietet, zur weiteren Erleichterung eine Suchfunktion mit der gezielt im Stichwortverfahren nach einzelnen Einheiten oder auch nach Autoren gesucht werden kann. (Wagner et al., 2006)

Die Vorteile der Nutzung einer Datenbank sind:

- Wiederverwertbarkeit bewährter Inhaltselemente
- Verbesserung der Qualität der Lehrinhalte durch gegenseitiges Peer-Review
- Vermeidung unnötiger Redundanzen (Rost 2008)

Die einzelnen Seiten der Lerneinheit werden mit einem Seiteneditor zu einem Ganzen zusammengefügt. Hier findet die Verknüpfung von Abbildungen, Grafiken, Testfragen, Texten und Animation statt.

3.3.2 Gliederung der Kurse in k-MED

In k-MED ist ein Kurs in folgende Einheiten gegliedert (Hoermann et al., 2002):

- Kurswurzel: Die Kurswurzel stellt die oberste Organisationseinheit eines k-MED-Kurses dar. Sie fasst alle Bestandteile eines Kurses zusammen, so dass der Kurs für sich ohne externe Referenzen stehen kann.
- Abschnitt: Ein Abschnitt ist eine Organisationseinheit des Kurses, mit der verwandte Themen und Abschnitte zusammengefasst werden.
- Thema: Ein Thema ist eine Folge von Bildschirmseiten im HTML-Format. In die Bildschirmseiten eines Themas sind alle Inhalte in Form von Text und externen Medienressourcen eingebettet. Bildschirmseiten eines Themas können sowohl rein expositive (erklärende) als auch interaktive Elemente enthalten.

Um das Auffinden der Ressourcen zu einem späteren Zeitpunkt in der Lernplattform und einem Ressourcenrepositorium zu ermöglichen, werden Themen, Abschnitte und der gesamte Kurs mit Metadaten beschrieben. Hierfür muss zu jedem Thema, Absatz und Kurs jeweils ein Metadatensatz erstellt werden. Die Reihenfolge für die Ver-

zeichnisse der Kurswurzel und der Abschnitte kann auch festgelegt werden. Es kann zu jedem Abschnitt eine Bildschirmseite angegeben werden, die dann von der Lernplattform gezeigt wird, wenn der korrespondierende Abschnitt in der Lernplattform durch den Lernenden selektiert wird. (Hoermann et al., 2002)

3.3.3 Form der Übungsaufgaben in k-MED

Zu Erstellung von Testaufgaben steht ein weiterer Editor zu Verfügung. In diesem Editor kann man auf folgende Arten von Testfragen zurück greifen:

- Forced Choice: Auswahl Aufgabe mit einer richtigen Antwortoption
- Multiple Choice: Auswahl Aufgabe mit einer oder mehreren richtigen Antwortoption(en)
- Short Answer: Begriff- oder Zahleneingaben mit der Möglichkeit zur Bewertung anhand eines Prüfmusters bzw. Zahlenintervalls
- Long Answer: Langtexteingaben mit Selbstüberprüfung anhand einer Musterlösung

3.3.4 Weg der Veröffentlichung eines Lernkurses

Die fertigen Kurse werden als standardkonformes SCORM-Paket exportiert und können nach Import in eine Lernplattform den Nutzern zur Verfügung gestellt werden. Über diese Lernplattform, Learning Management System (LMS) genannt, werden die erstellten Lernkurse veröffentlicht.

Seit September 2005 nutzt k-MED die Open Source Plattform ILIAS. Diese Plattform wurde für die Belange von k-MED etwas modifiziert. Der Bedarf für die Modifikationen ergab sich dabei aus dem alltäglichen Umgang mit der Lernplattform. Folgende Entwicklungen der Lernplattform, die in einer Entwicklergemeinde unter Zusammenarbeit mit k-MED entsteht, sind dabei auf k-MED zurückzuführen:

- ein SCORM-kompatibler „Course-Player“ zum Abspielen der Lernkurse, der zusätzlich in verschiedenen Varianten Nutzungsübersichten der Kurse liefert (z.B. richtig oder falsch bearbeitete Testitems, Usertracking, Daten zur Nutzungsdauer etc.), die in den Lehr-Lern-Szenarien Verwendung finden. Diese Daten werden zur Optimierung der Inhalte genutzt.
- Schnittstellen zur Kommunikation von k-MED mit anderen Systemen wie LDAP („Lightweight Directory Access Protocol“, Anwendungsprotokoll zur Bearbeitung von Informationen eines Verzeichnisdienstes) der Hochschulen, Authentifizierungssystemen wie „DocCheck“ (einem Portal für medizinische Fachberufe) und elektronischen Bezahlssystemen; Erweiterung des Testmoduls zur Erfolgsüberprüfung und Datenverwertung in Zertifikaten;
- Ein Offline-Course-Player, der es erlaubt, Kurse auch abspielen zu können ohne sich einen Internetzugang anlegen zu müssen, z.B. für unterwegs am Laptop.

3.3.5 Konventionen zur Erstellung eines Lernkurses in k-MED

Die medizinischen Fachautoren in k-MED haben sehr unterschiedliche Vorkenntnisse im Hinblick auf Mediendesign. Deswegen wurden von Spezialisten aus den Bereichen Informatik, Mediendesign, Instruktionspsychologie und Grafikdesign Vorgaben zum Aufbau der Kurse, sowie zum Layout und der Gestaltung ausgearbeitet, die als Leitfaden zur Modul- und Kurserstellung dienen. Ziel dabei war ein einheitliches „Corporate Design“, das den Nutzern einen hohen Wiedererkennungswert bietet und vor allem bedienerfreundlich ist. Farbgestaltung, Text und Medien sollen ergonomisch eingesetzt werden, um auch längeres Arbeiten mit den Materialien am Bildschirm erträglich zu halten. Für das Layout von Kursseiten wurden verschiedene Templates entwickelt. Diese Vorgaben betreffen (Rost, 2008):

- die maximale Länge, Schriftart und -größe und Anordnung des Textes
- die Größe, das Format und die Anordnung von Bildern, Grafiken und Animationen, sowie deren Bildunterschriften

- das Layout, in das alles eingebettet ist

Im Anhang finden sich weitere Empfehlungen zum didaktischen Aufbau einer Lerneinheit, die von Glowalla und Steinmetz herausgegeben wurden (Hoermann et al., 2002)

3.4 Formelkatalog

Eine von Professor Koolman vorgelegte Liste mit physikumsrelevanten Strukturformeln bildet die Grundlage dieser Arbeit. Die Liste ist unterteilt in zwei Bereiche, und zwar in Stoffgruppen und Verbindungen. Die Liste orientiert sich an der Approbationsordnung für Ärzte vom 27. Juni 2002 und dem Gegenstandskatalog des Institutes für Medizinische und Pharmazeutische Prüfungsfragen.

3.5 Erste Experten-Umfrage

Die Fragestellung, „Welche Strukturformeln sollte der Mediziner bzw. Zahnmediziner für die Physikumsprüfung beherrschen?“ können, meiner Meinung nach, nur Professoren beantworten, die für die biochemische Lehre zuständig sind und die den Erfolg ihrer Lehre auch in Form von Prüfungen regelmäßig kontrollieren. Nur diese regelmäßige Auseinandersetzung mit dem Thema der Strukturformeln schafft einen nötigen Überblick und Horizont, sodass diese Gruppe unbedingt als Experten bezeichnet werden muss. Diese Personengruppe hat auch den nötigen Überblick über die ÄApprO, in welcher die Ziele der Ausbildung zum Arzt festgelegt sind, und den IMPP-GK, in dem die Inhalte der Prüfungen genannt werden. Auf der Basis dieser Vorgaben erstellen sie einen Lehrplan in dem die kognitiven Lernziele festgesetzt sind. Dies sind die Strukturen, die nötig sind, um eine fundierte Aussage über die Gültigkeit des Kanons an Strukturformeln, der im Rahmen dieser Arbeit vorgelegt wurde, zu entscheiden. Damit die Lerneinheit für alle Mediziner und Zahnmediziner anwendbar ist, wurden deutschlandweit Fachvertreter der Biochemie/Molekularbiologie aller 36 Universitäten, in denen Medizin unterrichtet wird, angeschrieben und gebeten, sich diese Liste anzuschauen und eventuell Vorschläge zur Verbesserung des Inhalts zu machen. Außerdem sollten sie Ergänzungen vorschlagen und Inhalte, welche sie irrelevant fanden, streichen. Damit waren die Auswahlkriterien festgelegt, welche Universitätslehrer zu befragen sind. Durch die

Zentralstelle für die Vergabe von Studienplätzen (ZVS) wurde herausgefunden, wie viele Universitäten in Deutschland über eine medizinische Fakultät verfügen. Nach dem das geschehen war, wurde jede Internetseite der herausgefundenen Universitäten besucht. Dort wurde nach den Fachbereichen Biochemie für Mediziner oder Physiologische Chemie für Mediziner gesucht und die Namen und Adressen der zuständigen Dozenten aufgelistet, was sehr zeitaufwendig war. Daraufhin wurden diese per Post angeschrieben. Die Entscheidung fiel zugunsten des Postweges, da der Brief gegenüber einer E-Mail persönlicher ist und der Stempel des Instituts mit dem Namen des Doktorvaters dem Anliegen mehr Gewicht verleiht und damit die Wahrscheinlichkeit einer Antwort erhöht.

3.6 Betrachtung und Erstellung multimedialer Inhalte

3.6.1 Erstellung von Strukturformeln

Die chemischen Strukturformeln wurden mit CS ChemDraw Ultra 2002 (CambridgeSoft) von „www.CambridgeSoft.com“ gezeichnet. CS ChemDraw Ultra ist ein für die Zeichnung und Berechnung chemischer Formeln entwickeltes Programm, mit dem man zweidimensionale Modelle zeichnen kann. In Abbildung 2 ist als Beispiel die Struktur von Asparagin, Aspartat und Methionin dargestellt. Die gezeichneten Strukturformeln wurden im Format Windows Metafile (wmf) gespeichert.

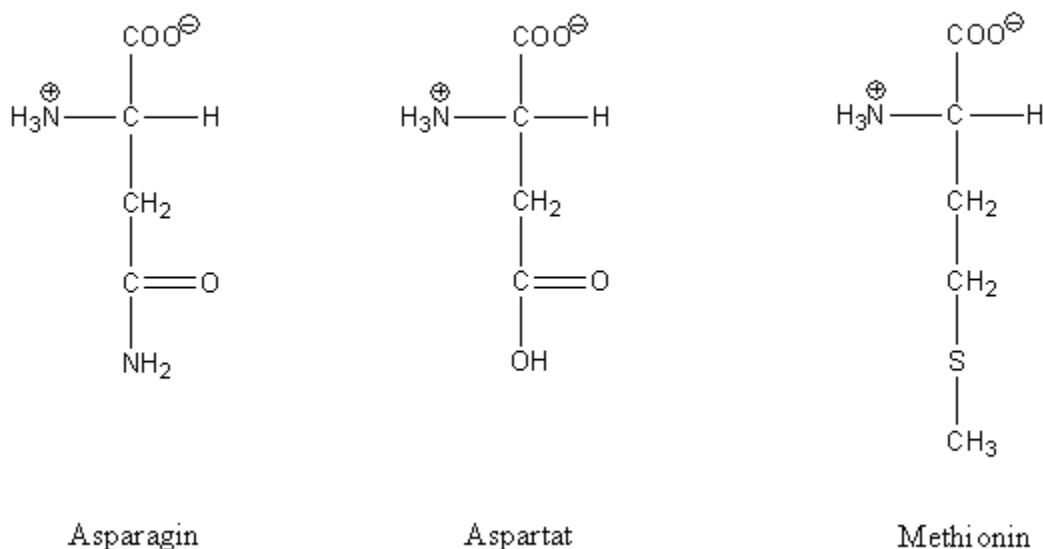


Abbildung 2 Chemische Struktur von Asparagin, Aspartat und Methionin

Windows Metafile (WMF) wurde von der Firma Microsoft entwickelt. Die Vorteile des Grafikformats sind erstens, dass es den Austausch von Grafiken über verschiedene Programme hinweg ermöglicht. Zweitens, dass selbst bei beliebiger Vergrößerung die Kanten scharf bleiben, da es ein vektorbasiertes Grafikformat ist. Das Wort Meta weist darauf hin, dass dieses Format für den Datenaustausch der Zwischenablage entworfen wurde. Hauptsächlich findet es auch in der Windows-Zwischenablage Verwendung.

3.6.2 Betrachtung von Strukturformeln

Die Weiterverarbeitung und Animation der Strukturformeln geschah mit dem Programm Macromedia Flash MX (Macromedia Flash MX 2004). Zur Erstellung der Flash-Filme oder Animationen bietet Macromedia Flash MX eine Proprietäre integrierte Entwicklungsumgebung. Sie ist in Aufbau und Terminologie der Filmproduktion ähnlich. Animationen werden wie Filme mit einzelnen Szenen auf einer Bühne erzeugt. Grafische Objekte und Symbole werden als Darsteller betrachtet, denen Eigenschaften und Aufgaben zugeordnet werden können (von Stillfried, 2007). Die Daten müssen im Vektorformat vorliegen. Die erstellten multimedialen Inhalte werden im Format „.fla“ gespeichert. Um die Filme oder Animationen im Internet darstellen zu können, werden die resultierenden Dateien im **Shockwave Flash Format (SWF)** kompiliert. In diesem Format lassen sie sich nicht weiter bearbeiten. Um swf-Dateien betrachten zu können, ist das proprietäre Abspielprogramm Flash Player erforderlich. Es gibt alternative freie Abspielprogramme wie Gnash (Richard Stallman) und Swfdec (Benjamin Otte), die aber nicht alle Möglichkeiten des Flash-Formates unterstützen. Das Abspielprogramm Flash Player kann auch als Webbrowserplugin eingebunden werden. Diese Anwendung wird von den Browsern Mozilla Firefox, Internet-Explorer und Opera unterstützt (Flash Player Distribution Partners, 29.09.2008). Der Flash-Player steht über einen Download allen Benutzern kostenlos im Internet zu Verfügung.

3.7 Chemisches und biochemisches Fachwissen

Der Formelkatalog wurde aus den Antworten aller angeschriebenen Professoren erstellt. Das Fachwissen wurde aus Standard Lehrwerken erarbeitet. Als Quelle des biochemischen Inhaltes wurden die folgenden Lehrbücher der Biochemie zu Hilfe genommen: Taschenatlas der Biochemie (Koolman, Röhm, 2003), Basiswissen Biochemie (Löffler, 2003), Biochemie und Pathobiochemie (Löffler, Heinrich et al., 2007), Biochemie des Menschen (Horn, Helferich et al., 2005), Kurzlehrbuch Biochemie (Kreutzig, 2002),. Außerdem wurden speziell für die Prüfungsvorbereitung zum Physikum verfasste Bücher und Tabellen herangezogen: Memotricks Biochemie (Marbas et al., 2005), Biochemie light (Rehm, Hammar, 2001) und Memocards Biochemie (Zimmermann, Schling, 2004). Chemische Grundlagen wurden aus dem Werk Chemie für Mediziner (Zeeck, 2003) entnommen.

Die Erstellung der Strukturformeln orientierte sich an dem Design der Strukturformeln in dem Buch von Koolman und Röhm (Koolman, Röhm, 2003). Außerdem wurde die Satzlänge eingeschränkt, um kurze Textabschnitte zu realisieren. Komplexe Sachlagen und Schlüsselworte wurden als Animationen dargestellt. Zum Beispiel:

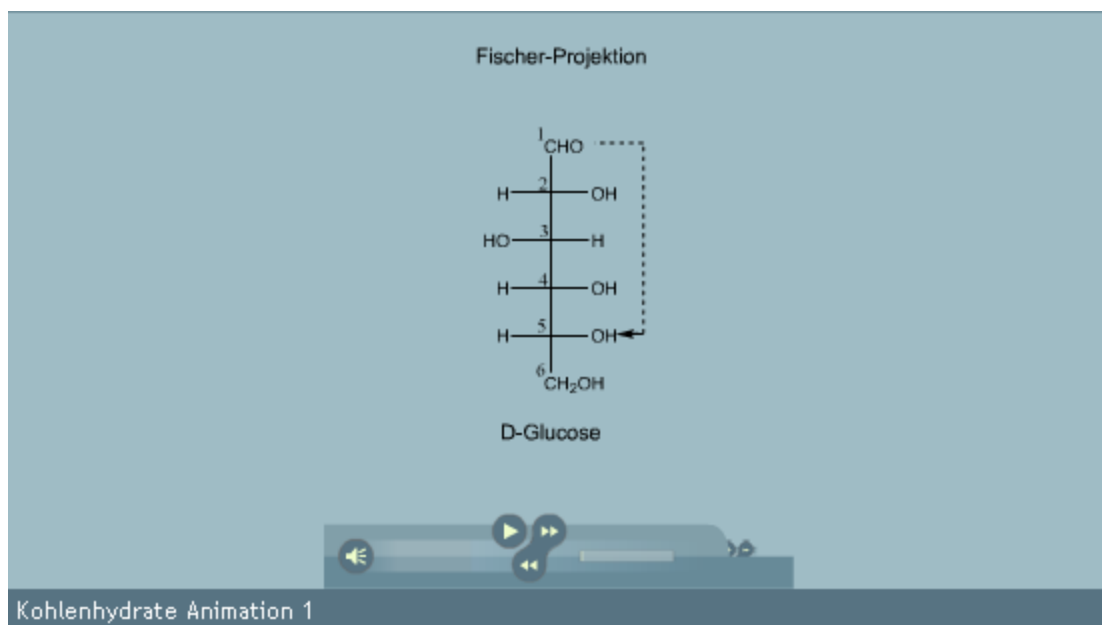


Abbildung 3 k-MED Lerneinheit, D-Glucose Animation

3.7.1 Nomenklatur der biochemischen Fachbegriffe

Die Nomenklatur und Schreibweise der Strukturformeln wurden aus den Lehrbüchern der Biochemie und Chemie übernommen. Der Gebrauch von k und c war in den Lehrbüchern nicht einheitlich. Im Sinne einer Internationalisierung wurde die Schreibweise mit c vorgezogen.

Bei den unter "Metabolite des Intermediärstoffwechsels" aufgeführten Säuren wird in dieser Arbeit durchgängig, in Übereinstimmung mit den meisten Lehrbüchern der Biochemie (abweichend von den Lehrbüchern der Chemie), der Name der Anionen gegenüber dem der Säuren bevorzugt. Aber die abgebildeten Strukturformeln zeigen die Säuren in der undissoziierten Form.

3.8 Test- und Übungsfragen

Die Form der meisten Übungsaufgaben ähnelt den Fragestellungen der IMPP-Fragen, das heißt sie sind Forced-choice-Fragen. Zweck dieser Aufgaben ist es, den Lernenden dort abzuholen, wo er sich mit seinem Wissensstand gerade befindet. Das bedeutet, die Aufgaben sollen den Lernenden entweder emotional oder kognitiv ansprechen. Es werden fünf mögliche Antworten vorgegeben und der Prüfling muss sich für eine der angegebenen Antworten entscheiden. Beim Abspielen eines Lernkurses bekommt der Nutzer eine unmittelbare Rückmeldung (Feedback) zu seiner Antwort.

10.5 Lipide Frage 1

Welche der gezeigten chemischen Verbindungen heißt Ölsäure?

a
 b
 c
 d
 e

Richtig

Erläuterung:
Richtig!
Bravo weiter so!

Lipid Frage 1

Abbildung 4 k-MED Lerneinheit, Übungsaufgabe

Ist die Antwort richtig, wird man motiviert durch ein positives Feedback. Falls die Antwort, aber falsch ist, wird die richtige Antwort angezeigt und als Erläuterung wird der Nutzer auf die dazugehörige Übungseinheit verwiesen. Somit erlauben die Übungsaufgaben dem Lernenden, sich einen genauen Überblick über seine Lernerfolge zu schaffen. Der Lernende weiß dann, in welchem Teilgebiet er noch nacharbeiten muss.

Im k-MED-Jargon werden Übungsaufgaben als **Testitems** bezeichnet. Übungsaufgaben (Testitems) werden lokal auf dem Rechner erstellt und dann in einer komprimierten Form in den Lernkurs hochgeladen. Das Hochladen von Übungsaufgaben erfolgt in der Inhaltsübersicht des Lernkurses. Die lokale Erstellung der Übungsaufgaben erfordert mehrere speziell für k-MED entwickelte Softwaretools. Bevor ein k-MED-Lernkurs veröffentlicht wird, wird er in drei Bereichen überprüft:

- Fachliche und sachliche Richtigkeit. Dafür ist der Autor verantwortlich.
- Didaktische Richtigkeit und allgemeine Form. Hierfür gibt es im k-MED Team professionelle Instruktionspsychologen. Diese überprüfen die Lernkurse auf eine didaktisch korrekte Präsentation der Thematik. Ebenfalls weisen sie auf Stil- und Formulierungsfehler hin.
- Design und Grafik. Da die grafischen Medien die Akzeptanz eines Lernkurses erheblich beeinflussen, gibt es bei k-MED ein Team aus Web-Designern und –Grafikern. Zum Erlernen der Benutzung von Grafiksoftware bietet k-MED Workshops an und bei Problemen werden individuelle Lösungen angeboten.

3.9 Zweite Experten Umfrage

Das Hauptziel der zweiten Umfrage war es, dass die Experten sich die fertig gestellte k-MED-Lerneinheit ansehen und mit Hilfe eines beiliegenden Fragenkataloges bewerten.

Um die oben genannten Daten zu erheben, wurden bei der ersten Umfrage alle Dozenten, die für die biochemische Lehre in Deutschland zuständig sind, bundesweit in

allen 36 Universitäten gebeten, sich die von Prof. Koolman erstellte Liste anzuschauen und eventuelle Vorschläge zur Verbesserung des Inhalts zu machen. Außerdem sollten sie Ergänzungen vorschlagen und Inhalte, die sie irrelevant fanden, streichen.

Die Liste orientiert sich an der Approbationsordnung für Ärzte (ÄApprO) (Bundesministerium der Justiz 02.10.2007) vom 27. Juni 2002 und dem Gegenstandskatalog des Institutes für Medizinische und Pharmazeutische Prüfungsfragen (IMPP) (Institut für medizinische und pharmazeutische Prüfungsfragen, Februar 2005). Die Liste der Strukturformeln ist unterteilt in 12 Stoffgruppen und 141 Verbindungen, wobei man bei 14 der Verbindungen nur das Bauprinzip, nicht jedoch jedes einzelne Detail beherrschen sollte.

Aus den Ergebnissen der Antworten der Professoren wurde ein zweiter Formelkatalog hergestellt. Dies wurde in Form einer k-MED- Lerneinheit verwirklicht.

Zur Vorbereitung der zweiten Umfrage, die einen großen Zeitaufwand bedeutete, zählten folgende Aufgaben:

1. Erstellen eines Fragenkataloges
2. Verfassen eines Briefes
3. Vervielfältigen der Lernsoftware

Zum ersten Punkt ist zuzusagen, dass die Erstellung des Fragenkataloges in Zusammenarbeit mit einer von k-MED gestellten Instruktionspsychologin erfolgte. Ziel dieses Fragenkataloges war es, herauszufinden, inwieweit der Katalog nun die Zustimmung der Befragten findet und ob er deutschlandweit zum Einsatz kommt. Der zweite Punkt, das Verfassen eines Briefes, war deshalb so zeitaufwendig, weil es mehrerer Entwürfe bedurfte um eine Endfassung zu erzielen, die sowohl ansprechende als auch motivierende Wirkung hat. Die motivierende Wirkung sollte zum Ziel haben, dass möglichst viele Universitätslehrer auf diesen Brief antworten. Zur Bearbeitung des dritten Arbeitsschnittes bediente ich mich der Hilfe eines Programmiers von k-MED. Dieser stellte mir dankbarerweise einen offline-Player zur Verfügung. Dieser Player ermöglicht es erst, die Lernsoftware sowohl ohne eine

Internetverbindung als auch ohne eine Anmeldung auf der k-MED Plattform zu betreiben. Beim zeitaufwändigen Vervielfältigen der Lernsoftware musste besonders auf die Kompatibilität des Brennprogramms mit den erwarteten Betriebssystemen der Betreiber geachtet werden.

Bei der zweiten Umfrage wurden die Professoren erneut gebeten, sich die fertig gestellte Lerneinheit anzusehen und mit Hilfe des beiliegenden Fragenkataloges zu bewerten. Der Fragenkatalog besteht aus drei Teilbereichen. Die Fragen sind dabei nicht im herkömmlichen Sinne mit Ja oder Nein zu beantworten, sondern die Experten sollen das Maß ihrer Zustimmung einem Wert bzw. einer Aussage zuordnen. Man muss also besser von zu bewertenden Thesen sprechen. Der erste Teilbereich befasst sich mit dem Inhalt des Lernkurses und besteht aus einer These:

- Die im Lernkurs vorgestellten Strukturformeln entsprechen genau dem, was Studierende der Medizin/Zahnmedizin im Physikum wissen sollen.

Der zweite Teil, der die Didaktik betrifft, besteht aus acht Thesen:

- Der Lernkurs ist inhaltlich so gestaltet, dass die Studierenden sich damit einfach und effizient das notwendige Wissen aneignen können.
- Die Reihenfolge der Strukturformeln in dem Lernkurs erlaubt ein systematisches Lernen.
- Die Lehrtexte in dem Lernkurs sind klar und verständlich.
- Die Lehrtexte und Abbildungen ergänzen sich im Allgemeinen gut.
- Die grafischen Abbildungen sind im Allgemeinen anschaulich und korrekt.
- Die Anzahl der Übungsaufgaben im Lernkurs ist vollkommen ausreichend und sie erlauben eine gute Lernerfolgskontrolle.
- Die Übungsaufgaben sind gut formuliert.
- Die Übungsaufgaben sind angemessen schwierig.

Der dritte Teil konzentriert sich auf den Einsatz des Lernkurses und besteht aus einer These:

- Eine Nutzung des Lernkurses zur Unterstützung der Präsenzlehre wäre auch für den Fachbereich, an dem ich lehre, wünschenswert.

Des Weiteren besteht die Möglichkeit eines freien Text Kommentars zu der Frage:

- Welche Kritik und Anregungen zu dem Lernkurs haben Sie?

Pro These gibt es fünf Antwortmöglichkeiten zum Kreuzen:

trifft voll zu	trifft eher zu	Trifft eher nicht zu	trifft gar nicht zu	weiß ich nicht
----------------	----------------	----------------------	---------------------	----------------

Der vollständige Fragenkatalog befindet sich im Anhang.

4 Ergebnisse

Die Ergebnisse, die in diesem Teil vorgestellt und erläutert werden, entstanden aus den Meinungen der Experten zu einem Katalog, der die zum Physikum zu lernenden Verbindungen aufzählt. Der Katalog wird von Prof. Koolman seit einigen Jahren Studierenden der Medizin zur Verfügung gestellt. Die Liste gliedert sich in zwei Bereiche, und zwar in Stoffgruppen und Verbindungen. Die Approbationsordnung für Ärzte vom 27. Juni 2002 und der Gegenstandskatalog des Institutes für Medizinische und Pharmazeutische Prüfungsfragen sind Orientierungspunkte dieser Liste.

Stoffgruppe	Verbindungen
Funktionelle Gruppen	Hydroxy-, Aldehyd-, Keto-, Carboxyl-, Amino-, Thiol-Gruppe
Bindungstypen	Ester, Ether, Thioester, Säureanhydrid, Säureamid, Glykosid
Einfache Verbindungen	Wasser, Ammoniak, Ameisensäure, Kohlensäure, Essigsäure, Oxalsäure, Propionsäure, Phosphorsäure, Salzsäure, Schwefelsäure, Salpetersäure, Kohlendioxid, Aceton
Ringsysteme	Cyclopentan, Cyclohexan, Benzen, Pyrrol, Imidazol, Pyridin, Pyrimidin, Indol, Purin, Furan, Pyran
Kohlenhydrate	Glucose, Galactose, Mannose, Fructose, Ribose, Desoxyribose Saccharose, Lactose, Maltose, Glucuronsäure
Aminosäuren	alle proteinogenen Aminosäuren, Citrullin, Ornithin, β -Alanin

Lipide	Buttersäure, Palmitinsäure, Stearinsäure, Ölsäure, Linolsäure, Linolensäure, Arachidonsäure, Sphingosin, Cholesterol, Cholsäure, Glykocholsäure*, Acetessigsäure, 3-Hydroxybuttersäure
Nucleobasen, Nucleotide	Adenin, Guanin, Cytosin, Thymin, Uracil, ATP, GTP, UTP, CTP, dTTP
Metabolite des Intermediärstoffwechsels	Malonat, Pyruvat, Lactat, Glycerol, Citrat, α -Ketoglutarat, Succinat, Fumarat, Malat, Oxalacetat, Urat, Kreatin, Kreatinin, Harnstoff, Carnitin
Vitamine, Coenzyme	Vitamin A*, C, D*, Nicotinsäure, NAD, Pyridoxal*,
Signalstoffe	Acetylcholin, Dopamin, Noradrenalin, Adrenalin, GABA, Serotonin, Histamin, Stickstoffmonoxid, cAMP, Diacylglycerol, Inositol-trisphosphat Progesteron, Testosteron, Cortisol, Aldosteron, Östradiol, Calcitriol*, Thyroxin
Makromoleküle (nur prinzipieller Aufbau)	Peptid, Protein, RNA, DNA, Glycogen, Stärke, Cellulose, Proteoglykan, Häm

* nur das Bauprinzip, nicht jedes einzelne Detail

Tabelle 7 Liste von Strukturformeln von Prof. Koolman

Diese Liste wurde Experten von 36 medizinischen Fakultäten in Deutschland vorgelegt und dazu um eine Antwort auf die Frage „Welche Strukturformeln sollte der Mediziner bzw. Zahnmediziner für die Physikumsprüfung beherrschen?“ gebeten.

4.1 Ergebnis der ersten Experten-Umfrage

98 Universitätslehrer (Professoren, Privatdozenten und Doktoren) haben im Rahmen der ersten Experten-Umfrage die Liste, die Professor Koolman entwickelt hat, erhalten und wurden nach Ihrer Meinung zu dieser Liste gefragt. Geantwortet haben 26 Dozenten (Rücklaufquote 27 %). Daraus konnten 19 auswertbare Daten gewonnen werden.

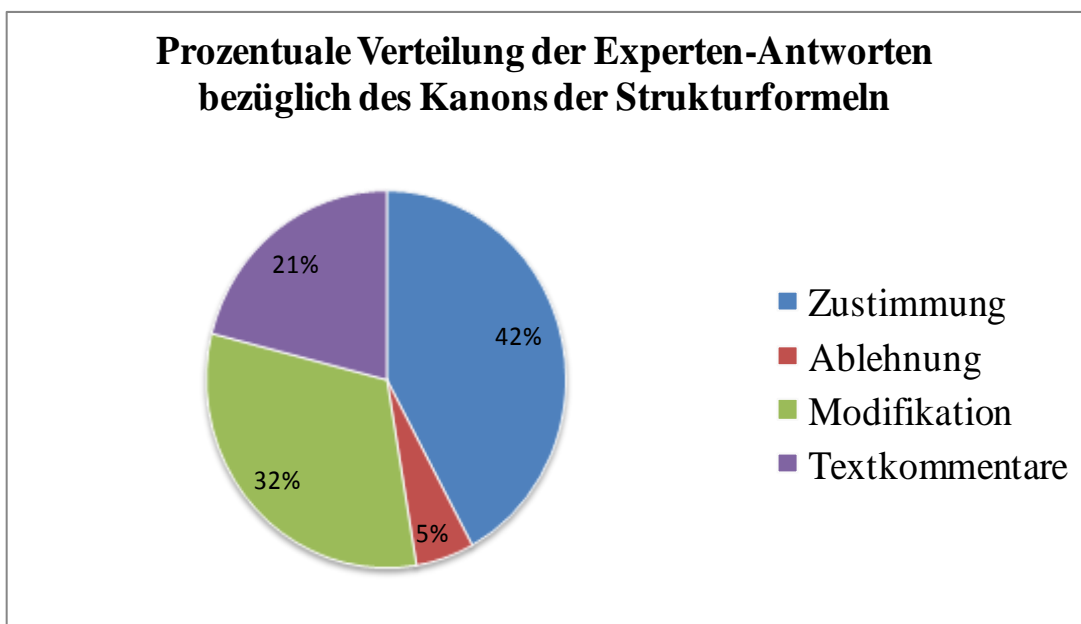


Abbildung 5 Prozentuale Verteilung der Experten-Antworten bezüglich des Kanons der Strukturformeln

Die Antworten der Befragten lassen sich in vier Kategorien unterteilen:

1. Zustimmung
2. Ablehnung
3. Modifikation
4. Textkommentare

Da die Antworten differenziert gegeben wurden, ist eine „einfache“ Zuordnung zu diesen vier Punkten leider nicht möglich. Im folgenden Teil werden die Antworten der Lehrenden differenzierter eingeordnet und dabei wird zunächst mit der Gruppe der Lehrenden begonnen, die in der Auswahl der Verbindungen für die Lerneinheit der Liste zustimmten. Kompletzt zugestimmt haben acht von neunzehn Lehrenden. Diese acht Lehrenden waren der Ansicht, dass die gewählten Verbindungen komplett dem entsprechen, was ein Student für das Physikum können sollte.

Die Gruppe derer, die diese Liste komplett ablehnten, war mit einem Lehrenden sehr klein. Dieser Lehrende nannte die Liste „aus juristischen Gründen nicht empfehlenswert“. Er sah „die Studiengänge der Medizin und der Zahnmedizin schon jetzt [als] völlig überreglementiert“ an.

Nun muss die Gruppe derer, die Modifikationen vorgeschlagen haben, genauer betrachtet werden. In dieser Gruppe gab es sechs Lehrende, die grundsätzlich mit der Liste einverstanden waren, aber noch Ergänzungen angefügt haben. Von den gewünschten Ergänzungen wurde in der Lerneinheit aufgenommen, dass die Anionennamen genannt werden, aber die Säureformeln dargestellt werden. Die anderen Anmerkungen dieser Gruppe waren, dass die auf der Liste dargestellten Verbindungen in ihrer Anzahl zu umfangreich seien. Da aber die Mehrheit der Befragten komplett mit der Liste einverstanden war, habe ich die Anzahl der Verbindungen nicht reduziert. Zu der Gruppe derjenigen, die Modifikationen verlangten, muss noch ein Lehrender gezählt werden, der vorschlug, dass „Medizinstudenten [...] nur Grundprinzipien und gar keine Strukturformeln kennen“ sollten, da man diese „bei Bedarf [besser nachschlagen solle]“. Alles Andere sei, seiner Meinung nach, „unnötiger Ballast, der vom Verständnis biochemischer Zusammenhänge [ablenke]“.

Ein besonderer Teil der Experten-Antworten ist die Gestaltung der freien Texte und deren Einordnung. Da die Grundstimmungen der einzelnen freien Texte schon oben in die Zählung mit aufgenommen wurden, soll hier nur noch mal auf Besonderheiten verwiesen werden, die bei den Texten auffällig sind und besonders erwähnenswert erscheinen.

Einige der Lehrenden haben besonderes Augenmerk auf den Praxisbezug beim Lernen gelegt. Sie sind der Meinung, dass man nur das Lernen solle, „was man später

als Arzt auch benötigt“ und dazu zählten ihrer Meinung nach nicht die chemischen Strukturformeln.

Außerdem wurde von einem Lehrenden auf „ein Grundübel sämtlicher ärztlicher Prüfungen“ verwiesen. Er sieht dieses Grundübel darin, dass „nicht das Verständnis für einen Sachverhalt besteht, sondern bestimmte Fakten auswendig gelernt werden“. Deutlich macht er das an dem Beispiel der Aminosäure Alanin. Deren Strukturformel könne ein Medizinstudent zwar aufzeichnen, aber deren Bedeutung für den Stoffwechsel könnten nur wenige erläutern. Ein andere Lehrender war dem entgegen der Ansicht, dass „man keine Biochemie lernen [könne], wenn man keine Strukturformeln kennt, genau so wenig wie man keine Sprache lernen [könne], ohne Vokabeln zu kennen“. Diese Aussage war sehr einprägsam und hat deswegen Eingang in die Einleitung der Lerneinheit gefunden (s. Bildschirmseite 1).

Ein weiterer Lehrender ist in seinem Text von der Basis ausgegangen, die Albrecht Kossel gelegt hat. Albrecht Kossel postulierte 30 Grundbausteine des Lebens und ausgehend von diesen Grundbausteinen schrieb der Lehrende einen Text zu einem Tecnosong. Diese Art der Wissensvermittlung an die jungen Studenten ist sicherlich spannend und interessant.

Der Text zu diesem Lied sowie alle Experten-Antworten zu der ersten und zweiten Experten-Umfrage befinden sich im Anhang dieser Dissertation.

4.2 Lerneinheit

Aus dem Ergebnis der ersten Experten-Umfrage wurde eine k-MED Lerneinheit erstellt. Die Lerneinheit besteht aus 82 Bildschirmseiten. Darin enthalten sind 79 Textseiten, 55 Grafiken, 39 Forced-Choice-Aufgaben, zehn Animationen und eine Tabelle. Die Lerneinheit beginnt mit einer Einleitung, in der die Zielsetzung und die Struktur der Lerneinheit erklärt wird. Dabei wird insbesondere darauf verwiesen, dass die Lerneinheit nicht als Ersatz eines intensiven Studiums anzusehen ist, sondern lediglich studienbegleitend eine Erleichterung verschafft. Außerdem wird auf die Einmaligkeit dieses Projektes verwiesen. Die Einleitung ist in ihrer Sprache adressatengerecht für die definierte Zielgruppe, nämlich die Studierenden, formuliert. Um eine persönlichere Lernumgebung zu schaffen, wurde ein Foto von mir eingefügt.

1 Willkommen

Herzlich Willkommen zur Lerneinheit **"Biochemische und chemische Strukturformeln"**!

„Biochemie ist eine Sprache, die Strukturformeln ihre Worte“

Diese Lerneinheit soll euch alle wichtigen Strukturformeln, die Ihr für das Physikum können müsst, näher bringen. Sie soll helfen, die Struktur der wichtigen Moleküle anschaulich einzuführen und Sicherheit für die schriftliche und mündliche Prüfung zu trainieren. Keinesfalls jedoch soll sie das intensive Studieren eines fundierten Lehrbuches der Biochemie und Chemie für Mediziner ersetzen, sondern lediglich ergänzen.

Die Lerneinheit ist die bis dato einzige Sammlung der physikumsrelevanten Strukturformeln der Biochemie für Mediziner und Zahnmediziner. Also wird sie eure Chance, das Physikum zu bestehen, verbessern und euer Verständnis für Strukturformeln erhöhen.

Sie umfasst 82 animierte, bebilderte Seiten und 39 Fragen. Alles durchzuarbeiten wird circa 1,5 Stunden dauern. Man kann aber auch über das Inhaltsverzeichnis nach einzelnen Kapiteln und Unterkapiteln suchen und diesen Lernkurs so als Nachschlagewerk nutzen.

Viel Spaß damit und viel Erfolg bei der Physikum!

Autor: M.Qassem Hadjizada



Hadjizada M. Qassem

Abbildung 6 k-MED Lerneinheit, Erste Bildschirmseite

Auf der zweiten Seite wird der Inhalt der Lerneinheit in Form einer Tabelle präsentiert. Diese Tabelle ist aufgrund der Anzahl an Verbindungen sehr umfangreich. Die

Verbindungen sind dabei in die unterschiedlichen Stoffgruppen eingeteilt. Die Aufzählung der Stoffgruppen und die Zuordnung der Verbindungen zu den einzelnen Stoffgruppen basiert dabei auf dem relevanten Stoff des Physikums. Bei einigen der Verbindungen (Glykocholsäure, Vitamin A, etc.) wird schon im Inhaltsverzeichnis darauf verwiesen, dass deren Darstellung, aufgrund einer didaktischen Reduktion, sich nur auf das Bauprinzip beschränkt und nicht jedes Detail gezeigt wird.

Stoffgruppe	Verbindungen
Funktionelle Gruppen	Hydroxy-, Aldehyd-, Keto-, Carboxyl-, Amino-, Thiol-Gruppe
Bindungstypen	Ester, Ether, Thioester, Säureanhydrid, Säureamid, Glykosid
Einfache Verbindungen	Wasser, Ammoniak, Ameisensäure, Kohlensäure, Essigsäure, Oxalsäure, Propionsäure, Phosphorsäure, Salzsäure, Schwefelsäure, Salpetersäure, Kohlendioxid, Aceton
Ringsysteme	Cyclopentan, Cyclohexan, Benzen, Pyrrol, Imidazol, Pyridin, Pyrimidin, Indol, Purin, Furan, Pyran
Kohlenhydrate	Glucose, Galactose, Mannose, Fructose, Ribose, Desoxyribose, Saccharose, Lactose, Maltose, Glucuronsäure
Aminosäuren	alle proteinogenen Aminosäuren, Citrullin, Ornithin, β -Alanin
Lipide	Buttersäure, Palmitinsäure, Stearinsäure, Ölsäure, Linolsäure, Linolensäure, Arachidonsäure, Sphingosin, Cholesterol, Cholsäure, Glykocholsäure*, Acetessigsäure, 3-Hydroxybuttersäure
Nucleobasen, Nucleotide	Adenin, Guanin, Cytosin, Thymin, Uracil, ATP, GTP, UTP, CTP, dTTP
Metabolite des Intermediärstoffwechsels	Malonat, Pyruvat, Lactat, Glycerol, Citrat, α -Ketoglutarat, Succinat, Fumarat, Malat, Oxalacetat, Urat, Kreatin, Kreatinin, Harnstoff, Carnitin
Vitamine, Coenzyme	Vitamin A*, C, D*, Nicotinsäure, NAD, Pyridoxal*
Signalstoffe	Acetylcholin, Dopamin, Noradrenalin, Adrenalin, GABA, Serotonin, Histamin, Stickstoffmonoxid, cAMP, Diacylglycerol, Inositoltrisphosphat, Progesteron, Testosteron, Cortisol, Aldosteron, Östradiol, Calcitriol*, Thyroxin
Makromoleküle (nur prinzipieller Aufbau)	Peptid, Protein, RNA, DNA, Glycogen, Stärke, Cellulose, Proteoglykan, Häm
* nur das Bauprinzip, nicht jedes einzelne Detail	

Abbildung 7 k-MED Lerneinheit, Inhaltsverzeichnis

Auf der dritten Seite werden redaktionelle Anmerkungen gemacht: es wird auf den Verzicht der Genusdistinktion bei der Verwendung von Pronomina und Substantiven hingewiesen, die Vereinheitlichung der Schreibweisen „k“ und „c“ wird geklärt und der Gebrauch der Säurebezeichnungen im Kapitel Metabolite des Intermediärstoffwechsels wird festgelegt.

Der nächste Abschnitt erstreckt sich über die Folien vier bis sieben und hat die Funktionellen Gruppen zum Inhalt. Auf Folie vier wird eine kurze Definition des Begriffes und ein didaktischer Hinweis zu Verwendung der Funktionellen Gruppen gegeben. Außerdem ist eine Aufzählung der wichtigsten Gruppen zu sehen. Neben dem Text ist eine Abbildung zu sehen. Auf dieser Abbildung sind Beispiele der einzelnen Funktionellen Gruppen zu sehen. Diese Beispiele sind mit zusätzlichen Informationen in Form von Flash-Animationen genauer beschrieben. Auf den nächsten drei Seiten wird das Wissen über die einzelnen Gruppen mit Fragen darüber geprüft.

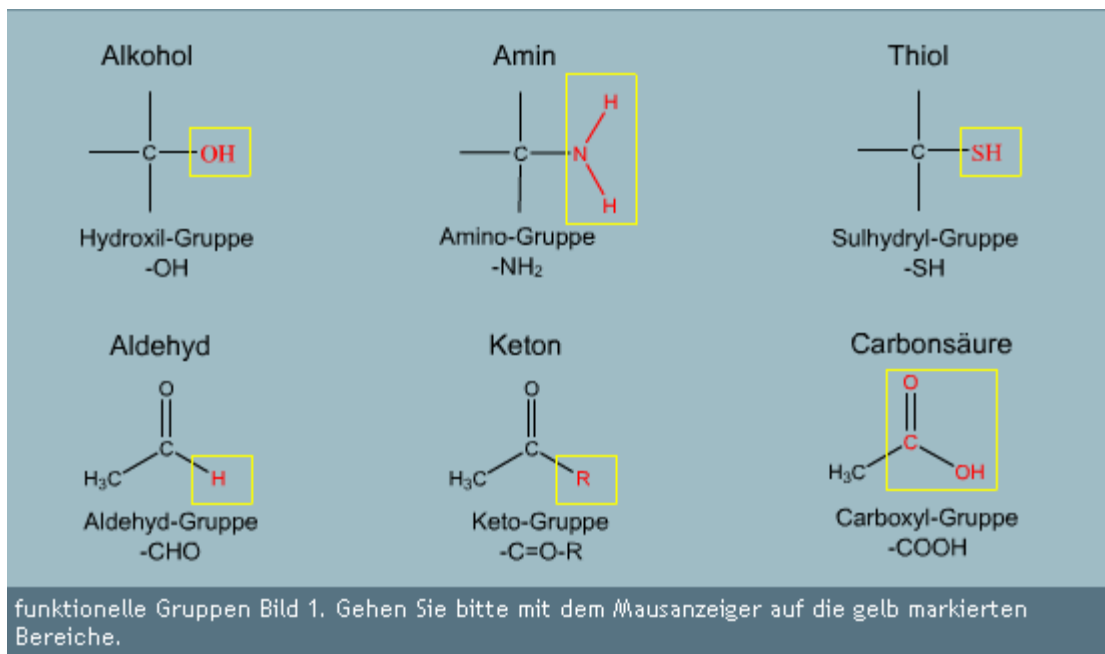


Abbildung 8 k-MED Lerneinheit, Funktionelle Gruppen

Der nächste Sinnabschnitt trägt den Namen „Bindungstypen und Derivate von Carbonsäuren“. Auch hier wird zunächst wieder eine Erläuterung des Begriffes vorgenommen. Auch auf die Bildungsmöglichkeiten der Carbonsäurederivate wird hingewiesen. Nach einer Auflistung der wichtigsten Carbonsäurederivate wird noch etwas zur Reaktivität der Derivate gesagt. In einer dem Text gegenüberliegenden Grafik wird die Abnahme der Reaktivität dargestellt.

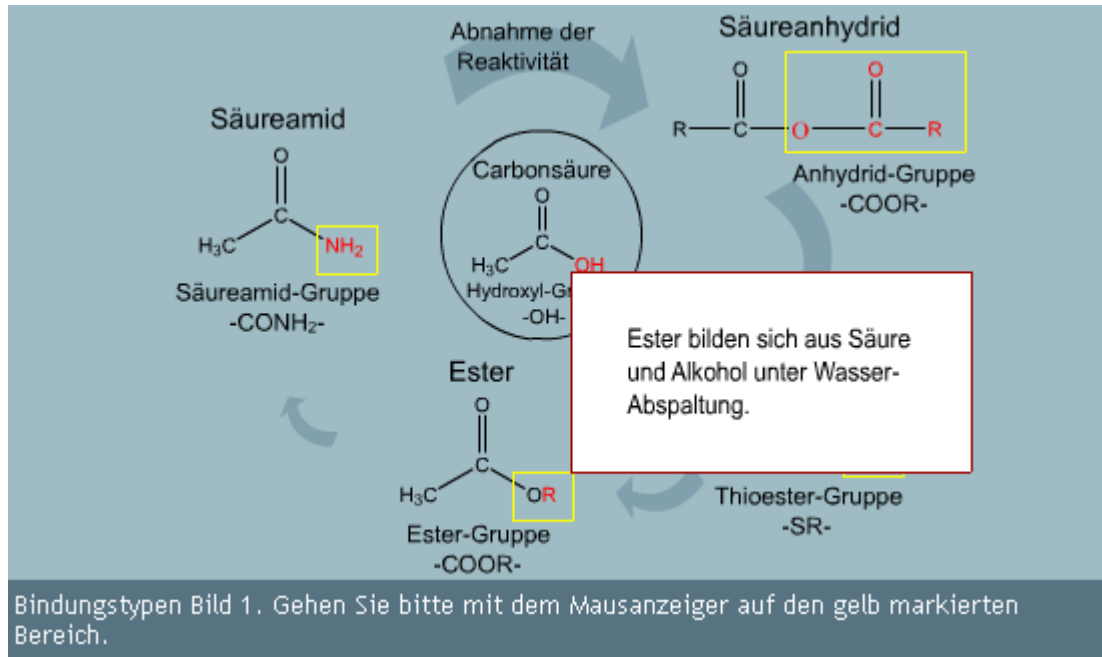


Abbildung 9 k-MED Lerneinheit, Bindungstypen und der Derivate von Carbonsäuren

Hier sind ebenfalls wieder die einzelnen Gruppen mit weiteren Informationen, die durch den Mauszeiger aktiviert werden, unterlegt. Auf der nächsten Folie wird auf die Sonderstellung der glycosidischen Bindungen und der Ether-Bindungen eingegangen. Dazu gibt es eine erläuternde Darstellung zur Entstehung der Bindungen.

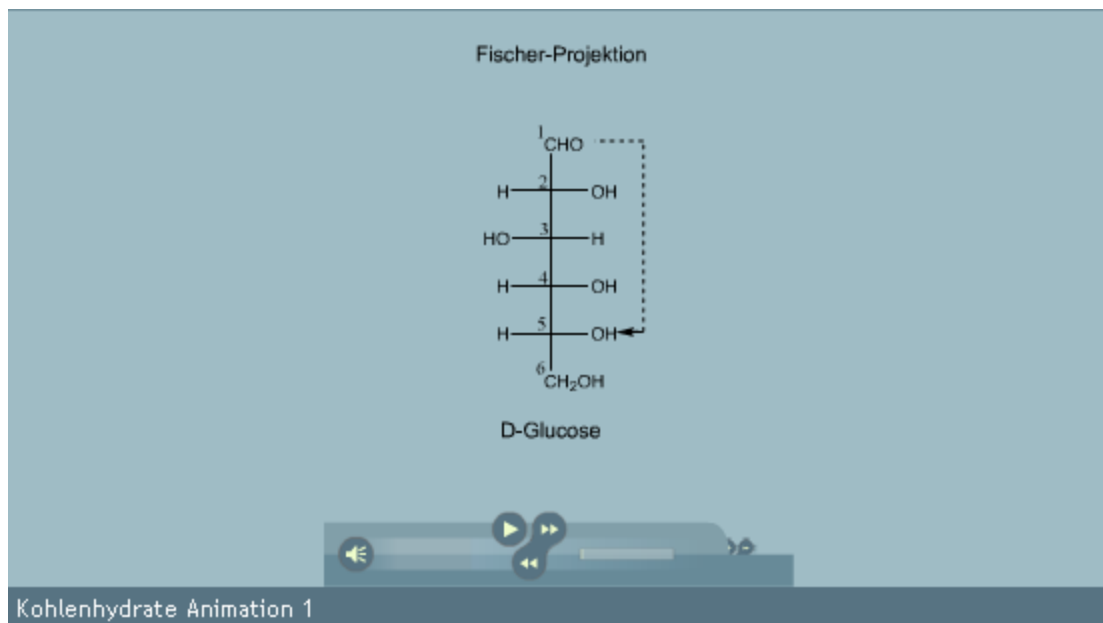


Abbildung 10 k-MED Lerneinheit, D-Glucose Animation

Die nächsten drei Folien beschäftigen sich mit Fragen aus dem Bereich dieser Bindungstypen und der Derivate von Carbonsäuren.

Die Folien 13 bis 19 stehen unter dem Titel „Einfache Verbindungen“. Dabei wird auf Folie 13 als Beispiel Wasser erwähnt. In der grafischen Darstellung der Verbindung wird die Besonderheit der Wasserverbindung erläutert. Auf Folie 14 werden weitere einfache Verbindungen erläutert. In der Grafik auf Folie 14 sind die Unterschiede der einfachen Verbindungen gekennzeichnet. Die nächsten beiden Bildschirmseiten sind ähnlich aufgebaut wie die Bildschirmseite 14. Die Bildschirmseiten 17 bis 19 sind den Fragen zu diesem Kapitel vorbehalten.

6.4 Einfache Verbindungen Frage 1

Welche der gezeigten chemischen Verbindungen ist Kohlensäure?

a

b

c

d

e

OK

Einfache Verbindungen Frage 1

Abbildung 11 k-MED Lerneinheit Frage zu einfachen Verbindungen

Das nächste Kapitel befasst sich mit dem Begriff der Ringsysteme. Auf Bildschirmseite 20 wird eine Erläuterung des Begriffes vorgenommen. Auf der Bildschirmseite 21 werden Beispiele von Ringsystemen aufgelistet und jeweils genauer beschrieben. Außerdem ist auf dieser Seite noch eine Darstellung zu sehen, der man die Einteilung von Ringsystemen in die Gruppen gesättigt, ungesättigt, N-haltig und O-haltig entnehmen kann. Die Fragen zu diesem Abschnitt befinden sich auf den folgenden drei Bildschirmseiten.

Vor dem Beginn des nächsten Kapitels wird noch einmal mit einer nichtwissenschaftlichen Grafik an das Durchhaltevermögen der studentischen Zielgruppe appelliert.



Abbildung 12 k-MED Lerneinheit lustige Grafik

Das Kapitel Kohlenhydrate erstreckt sich über die Bildschirmseiten 26 bis 33. Dieses Kapitel wird ebenfalls mit einer Begriffserklärung eingeleitet. Die Bildschirmseiten 27 bis 30 befassen sich mit einzelnen Kohlenhydraten und erklären diese genauer durch Textpassagen und grafische Darstellungen. Besonderes Augenmerk sollte man dabei auf die Darstellung auf Bildschirmseite 27 legen.

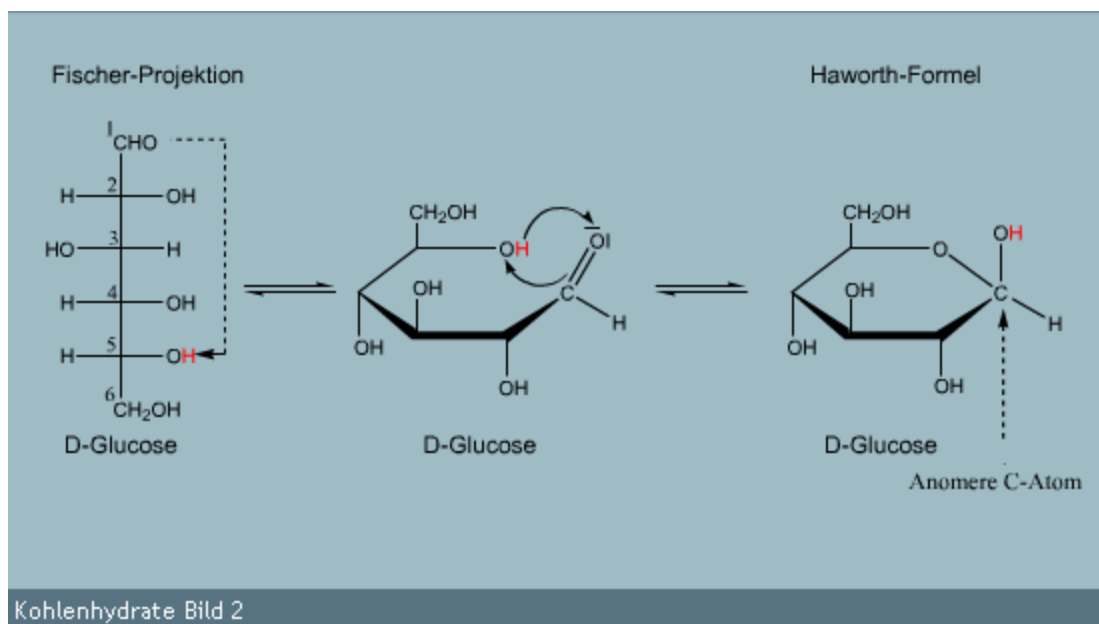


Abbildung 13 k-MED Lerneinheit Fischer-Projektion und die Übergang in Haworth-Form

Die dort abgebildete Formel in Fischer-Projektion und der Übergang in die **Haworth**-Form ist versehen mit einer *pons asinorum* (Eselsbrücke). Diese ermöglicht das schnelle Einprägen und effiziente Abrufen der Glucose-Formel. Die Bildschirmseiten 31 bis 33 sind für die Frage über dieses Lerngebiet vorgesehen.

Auch die Kapitel „Aminosäuren“ werden wieder eingeleitet durch eine allgemeine Erklärung des Begriffes und zwei Bildschirmseiten mit spezielleren Erklärungen zu den einzelnen Aminosäuren. Auch in diesem Kapitel befindet sich wieder eine hilfreiche *pons asinorum*, die es ermöglicht, sich die neun essentiellen Aminosäuren leichter zu merken. Die Fragen zu diesem Abschnitt sind auf den Bildschirmseiten 37 bis 39.

Der nächste Abschnitt befasst sich mit dem Thema Lipide und umfasst die Bildschirmseiten 40 bis 47. Dieser Abschnitt wird eingeleitet von fünf erklärenden und beendet von drei abfragenden Bildschirmseiten.

Das Kapitel Nucleobasen, Nucleoside und Nucleotide ist aufgebaut wie die vorhergehenden Kapitel. Allerdings ist hier keine eigene Bildschirmseite für die allgemeine Erläuterung vorgesehen.

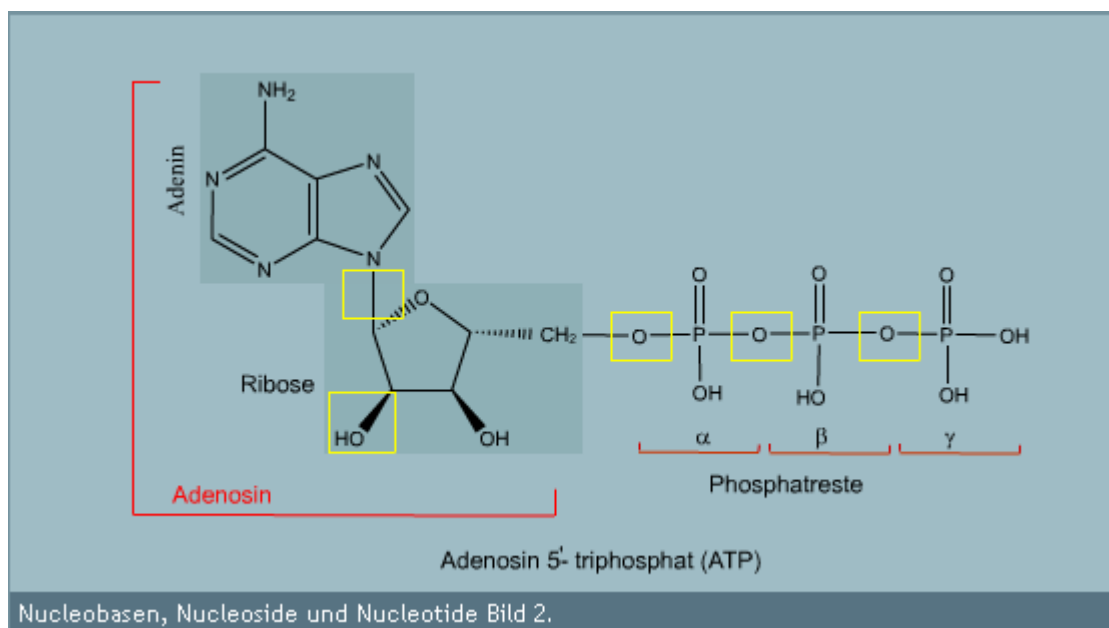


Abbildung 14 k-MED Lerneinheit, Nucleobasen, Nucleoside und Nucleotide

Die Folie 53 ist genauso wie die Folie 25 zum Zweck der Motivation eingefügt.

Das nun folgende Kapitel Metabolite des Intermediärstoffwechsels unterscheidet sich nicht von den Vorhergehenden. Allerdings sei hier noch mal auf die Anmerkungen bezüglich der Namensgebung aus der Einleitung verwiesen.

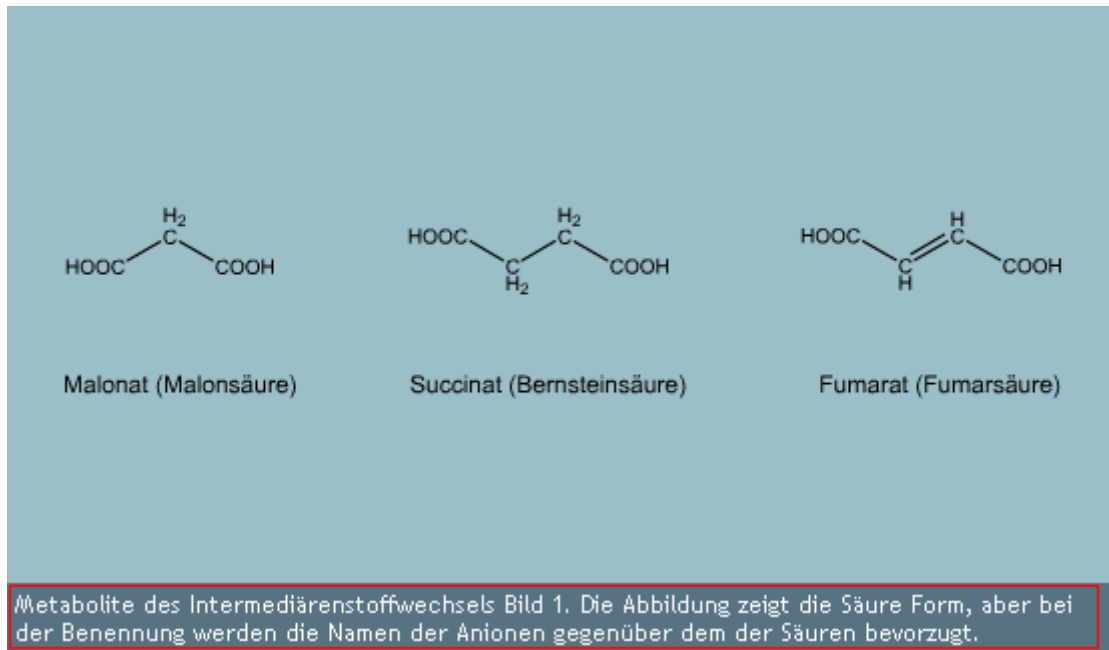


Abbildung 15 k-MED Lerneinheit, Metabolite des Intermediärstoffwechsels

Das Kapitel Vitamine wird wieder, wie auch schon andere Kapitel vorher, von einer allgemein erklärenden Bildschirmseite eingeleitet. Darauf folgen die spezielleren Erklärungen und die gewohnten drei Fragen zum Kapitel.

Das vorletzte Kapitel, Signalstoffe, umfasst die Bildschirmseiten 68 bis 74 und endet, nach einer kurzen Einleitung, auch mit einem Frageteil.

Im letzten Teil wird der Aufbau der Makromoleküle gezeigt. Aber, wie oben bereits erwähnt, wird im Frageteil nur das Wissen über den prinzipiellen Aufbau abverlangt.

Die vorletzte Bildschirmseite ist wieder einer kleinen Aufmunterung gewidmet.



Abbildung 16 k-MED Lerneinheit, das Ende

Am Ende der Lerneinheit steht der Nachprüfbarkeit und des leichteren Lernens halber das Literaturverzeichnis.

4.3 Ergebnis der zweiten Experten-Umfrage

Das Hauptziel der zweiten Umfrage war es, dass die Experten sich die fertig gestellte k-MED-Lerneinheit ansehen und mit Hilfe eines beiliegenden Fragenkataloges bewerten. Nach einer Phase von vier Wochen (Stand 14.11.08) sind die Antworten von acht der 39 angeschriebenen Hochschullehrer eingegangen (Rücklaufquote 21 %). Die Antworten auf die Fragen fallen dabei wie folgt aus:

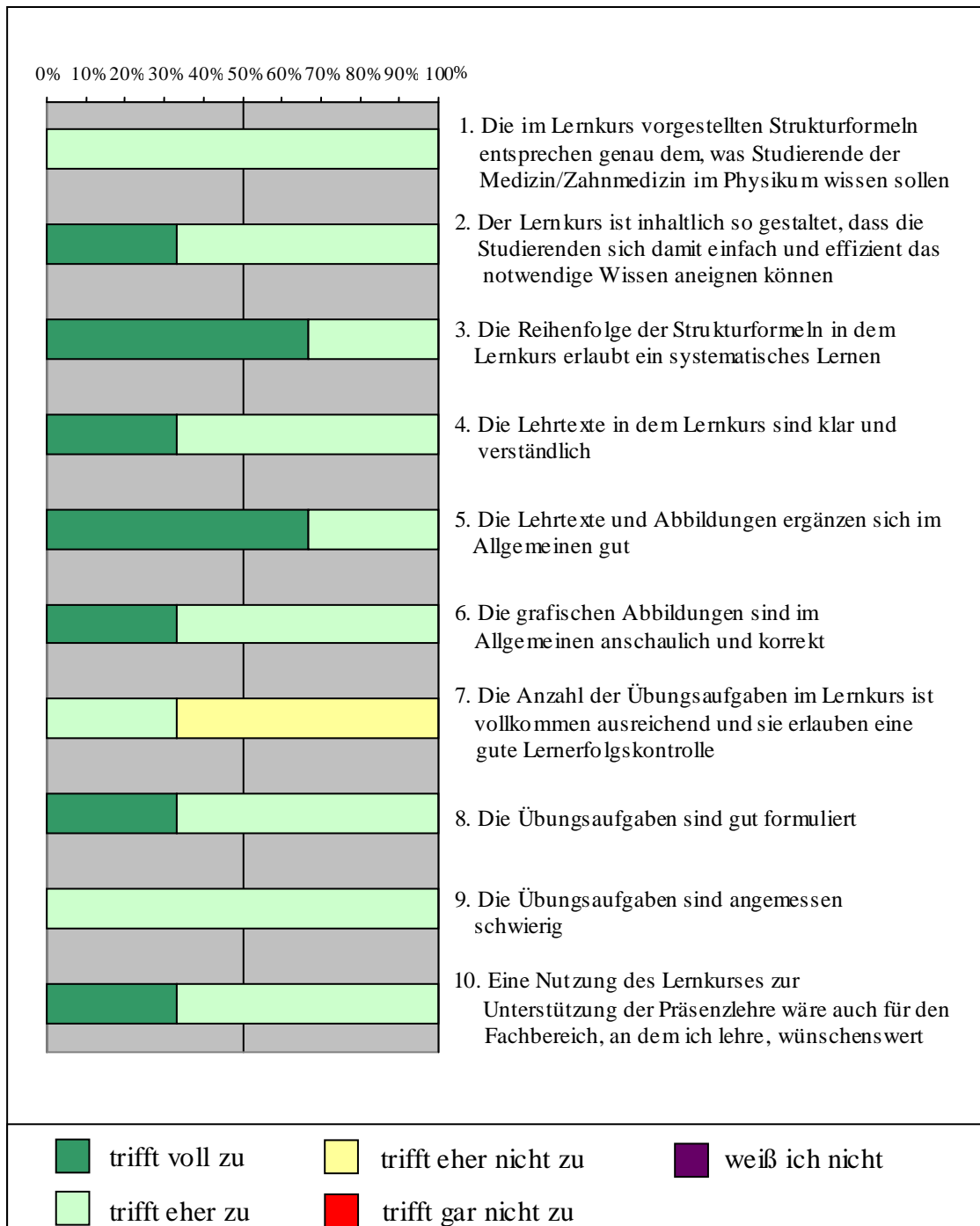


Abbildung 17 Ergebnis der zweiten Experten Umfrage

Einer der 39 Hochschullehrer ist bereits emeritiert und konnte daher die Anfrage nicht mehr beantworten. Die Auswertung und der Vergleich der Ergebnisse aus dieser Umfrage gestalten sich sehr schwierig. Eine Antwortenmenge von acht aus 39 kann nur unzureichend als empirische Grundlage dienen. Und von diesen acht Antwortenden, gaben vier ihre Meinung geschlossen in Form einer Sammelantwort. Diese Sammelantwort war auch nicht in der vorgesehenen tabellarischen Form, sondern in Form eines freien Kommentartextes. Die Einbettung dieses Kommentartextes kann also auch nicht in mathematischer Form geschehen. Auch eine weitere Antwort konnte nicht in tabellarischer Form erfasst werden, da sie eine ganz andere Schwerpunktsetzung forderte.

Unabhängig davon, ob die Antworten empirisch ausgewertet werden konnten oder nicht, kann man bei der Beantwortung der siebten These, im Fragenkatalog zu der Lerneinheit erkennen, dass viele der Befragten den gestellten Testfragen in der Lerneinheit als zu klein empfanden. Sie forderten hier einen umfangreicheren Testfragen in der erstellte Lerneinheit. Denn sonst bestünde, so ein Teil der Antwortenden, die Möglichkeit, dass größere Zusammenhänge verloren gehen und die Studenten den Eindruck gewinnen, es gäbe keine schweren Fragen zum Bereich der Biochemie. Auch eine engere Bindung der Lerneinheit an die Praxis wurde vereinzelt gefordert.

5 Diskussion

Eingangs dieser Arbeit wurde die Frage aufgeworfen: **Wie wird man ein guter Arzt?** Die Antwort auf diese Frage wurde vom Gesetzgeber, in der ÄApprO und den Hochschullehrern im IMPP-GK versucht. Dass die dort vertretene Meinung aber nicht von allen geteilt wird, kann man an den Modellstudiengängen ablesen, die in der Einleitung beschrieben werden. Diese weichen in ihrer Struktur und ihrem Aufbau teilweise sehr stark von den Regelstudiengängen der Medizin an den verschiedenen Universitäten ab.

Ein richtiger Ansatz, um eine Antwort auf die oben gestellte Frage zu finden, ist die Durchführung einer Evaluation in größerem Umfang. Eine Evaluation dieser Art wurde so auch von der Volkswagen Stiftung durchgeführt (Dahmer, 2004). In dieser Studie wurden 2052 Mitglieder des Lehrkörpers verschiedener Universitäten, 1163 Studierende der Medizin und 86 niedergelassene Ärzte befragt. Man legte ihnen einen Katalog mit mehreren Fragen vor, zu denen sie ihre Zustimmung bzw. Ablehnung äußern sollten. Man formulierte insgesamt 15 Thesen. Diese Thesen beschäftigten sich mit dem Ausbildungsziel Arzt. Bei der Auswertung der Ergebnisse ist es wichtig, sich Gedanken über die Interessenlage der Befragten zu machen. Die Mitglieder des Lehrkörpers wissen auf ihrem Fachgebiet sehr viel, bei der Beantwortung der Frage „**Wie wird man ein guter Arzt?**“ eventuell schon zu viel. Sie sind die einzigen, die über den gesamten Lehrvorgang einen Überblick haben und ihn im Rahmen der Lehrfreiheit auch bestimmen. Aber zur Beantwortung der Frage „**Wie wird man ein guter Arzt?**“ sind sie wohl doch zu sehr auf ihr Fachgebiet bezogen und räumen diesem eventuell eine zu große Relevanz ein.

Die Studenten dagegen sind meist auf der Suche nach „**dem Wichtigem**“. (Dahmer, 2004). Das Wichtige ist dabei zumeist der Stoff einer bevorstehenden Prüfung.

Die niedergelassenen Ärzte, die dritte Gruppe der Befragten, müssten eigentlich am besten wissen, was benötigt wird, um ein guter Arzt zu werden. Allerdings sind auch sie meistens spezialisiert auf ein bestimmtes Gebiet der Medizin. Das Wissen darüber, was unabdingbar erforderlich ist, um ein guter Arzt zu werden, haben sie sich im Studium aneignen müssen. Da sie aber den Studienbetrieb meist nur von der Seite

der Studierenden her kennen und die Seite der Lehrenden nicht genau erfahren konnten, fehlt ihnen ein wichtiger Aspekt, um die Antwort auf die oben gestellte Frage umfassend geben zu können.

Erst die Schnittmenge aus den Ansichten aller drei Gruppen könnte Aufschluss geben. Um das Bild darüber noch zu erweitern und eine größere Genauigkeit zu erhalten, wäre es sehr wichtig gewesen, in diese Studie auch die Patienten mit einzu beziehen. Gerade ihr Bild über einen Arzt kann uns Aufschluss geben, inwieweit wir die Lehre nicht nur auf fachlicher Ebene verändern sollten. Insbesondere die Kompetenzraster, die in den Modellstudiengängen verfolgt werden, zeigen, dass die Patientenorientierung und die Sicht des Patienten auf den Arzt eine sehr wichtige Rolle spielen. Auch im Rollenmodell der WHO, das in der Einleitung abgebildet ist, taucht ein Punkt auf, der für den Patienten von großem Interesse sein dürfte: *Communicator*. Die Studie der Volkswagen Stiftung ist zwar in ihrem Umfang und in ihren Ergebnissen sehr interessant, gibt aber auch keine abschließende Antwort auf die Frage, wie man ein guter Arzt wird.

Gibt nun diese Dissertation eine Antwort auf die Frage „**Wie wird man ein guter Arzt?**“: **Nein!** Sie kann auch gar nicht dazu dienen auf diese umfassende und schwierige Frage eine Antwort zu geben. Diese Dissertation versucht eine Antwort auf die Frage „Welche Strukturformeln sollte der Mediziner bzw. Zahnmediziner für die Physikumsprüfung beherrschen?“ Diese Frage stellt sich aber nur im Fach Biochemie/Molekularbiologie und ist besonders relevant für die Physikumsvorbereitung. Die Biochemie trägt im Studium jedoch nur einen kleinen Teil dessen bei, was einen Studierenden zu einem guten Arzt macht.

Da die ÄApprO und der IMPP-GK keine klare Aussage machen, welche Strukturformeln zu lernen sind, wurde eine bestehender Liste („Kanon“) von Strukturformeln zur kritischen Beurteilung an verschiedene Hochschullehrer versendet. Dieser Kanon ist ein subjektiver Vorschlag von Prof. Koolman und basiert auf seinen Lehrerfahrungen über drei Jahrzehnte, seiner Tätigkeit als Autor biochemischer Lehrbücher und seiner Tätigkeit als Sachverständiger des Institutes für Medizinische und Pharmazeutische Prüfungsfragen im Fach Biochemie/Molekularbiologie. Die Ergebnisse dieser Befragung mit Hilfe des Kanons sollten die Grundlage bilden, um die Lücke in der ÄApprO im Bezug auf die Strukturformeln zu schließen oder zumindest die

Dozenten der Biochemie und Molekularbiologie – etwa auf der Ebene ihres Verbandes (Gesellschaft deutscher Biochemiker und Molekularbiologen, GBM) – zu einer Diskussion anzuregen, deren Ziel ein Katalog chemischer Formeln ist, der den Prüfungen zugrunde liegt. Als einen Indiz, dass diese Lücke in der ÄApprO und in der IMPP-GK mit der Ergebnis dieser Dissertation geschlossen werden kann, könnte man die geringe Anzahl der ablehnenden Antworten aus der ersten Experten-Umfrage (5% der Antworten (siehe Abbildung 5)) und die hohe Anzahl der Zustimmungen aus der zweiten Experten-Umfrage betrachten.

Dabei bleibt aber zu berücksichtigen, dass die Ergebnisse sich in ihrer Anzahl in der ersten Experten-Umfrage und der zweiten Experten-Umfrage sehr stark voneinander unterscheiden. In der ersten Umfrage antworteten 26 aller angeschriebenen Experten. Diese Antworten stimmten dem Kanon überwiegend zu. Sie befürworteten das Vorhaben und unterstützten das Dissertationsvorhaben durch einige Anmerkungen und Ergänzungen. Die Auswertung der ersten Experten-Umfrage war daher nicht sehr schwer. Dennoch waren auch in der ersten Experten-Umfrage ablehnende Haltungen zu erkennen. Damit ist der eine Antwortende gemeint, der die Beurteilung des Katalogs aus juristischen Gründen heraus für nicht empfehlenswert hielt und die Antwort daher ablehnte. Man kann also auch hier erkennen, dass die Ablehnung, die hier bestand, nicht aus inhaltlichen Gründen heraus eingenommen wurde. In wieweit aber diese „juristischen Gründe“ hier nur als Deckmantel genutzt wurden, kann und soll an dieser Stelle nicht beurteilt werden. Auch die Gruppe derer, die sich Modifikationen wünschten hält sich im Schnitt wieder an den Katalog. Das bedeutet, dass es zwar Forderungen nach einer Erweiterung gab, diesen aber genauso Forderungen nach einer Kürzung entgegen standen. Interessant ist auch die Aussage eines der Befragten, der gesagt hat man solle nur das lernen, was man auch später als Arzt wirklich benötigt. Die Frage, die sich dann hier stellt ist: Woher soll ich als Student wissen, was ich später an Wissen benötige? Gerade dazu dient ja das Studium und in einem Teilgebiet auch diese Dissertation. Auch der Tecnosong, der von einem Lehrenden verfasst wurde ist sehr auffallend. Er bietet eine völlig neue Art der Wissensvermittlung und mag für viele Studenten eine willkommene Bereicherung des Lernalltages sein.

Die zweite Experten-Umfrage unterscheidet sich grundlegend von der ersten Experten-Umfrage. Schon die Anzahl von acht antwortenden Experten macht das deutlich. Und von diesen acht Antwortenden, gaben vier ihre Meinung geschlossen in Form

einer Sammelantwort. Diese Sammelantwort war auch nicht in der vorgesehenen tabellarischen Form, sondern in Form eines freien Kommentartextes. Die Einbettung dieses Kommentartextes kann also auch nicht in mathematischer Form geschehen. Auch eine weitere Antwort konnte nicht in tabellarischer Form erfasst werden, da sie eine ganz andere Schwerpunktsetzung forderte. Dennoch sollten die Ergebnisse der Antworten besprochen und eine Auswertung vorgenommen werden. Durch die geringe Anzahl an Antworten und die bereits oben beschriebenen Unterschiede der Antworten, lassen sich hier nur drei der Rückmeldungen in Form einer Grafik auswerten (siehe Abbildung 17). Von einer ausführlichen Besprechung dieser Grafik wird allerdings abgesehen, da die Zahlen dieser Grafik ein falsches Bild aufwerfen könnten. Die hier abgebildeten Meinungen spiegeln nicht einmal 10% der Befragten. Von dieser kleinen Gruppe ausgehend eine Aussage auf die Gesamtheit der Befragten zu ziehen, ist nicht zulässig. Bereits eine weitere empirisch auswertbare Antwort kann das abgebildete Meinungsbild so stark beeinflussen, dass völlig neue Schlüsse gezogen werden könnten.

Auf eine der Antworten soll hier noch genauer eingegangen werden. Die Rede ist dabei von der letzten Antwort die eingegangen ist. Der Antwortende forderte hier eine viel stärkere Bindung des Prüfungsstoffes an die heutige Forschung und deren Ergebnisse. Da die Inhalte des Formelkataloges an sich schon seit mehr als zehn Jahren geklärt seien, „[sollte] das Abfragen oder Wiedererkennen von Formeln [...] nicht mehr zu den Lerninhalten für das Physikum gehören“. Dem widerspricht aber die Tatsache, dass eine Relevanz von grundlegenden Strukturen nicht aufgrund von aktuellen Schwerpunkten in der Forschung in Vergessenheit geraten darf. Eine Beschäftigung mit den aktuellen Forschungsschwerpunkten kann nicht ohne das nötige Grundwissen geschehen. Neben der aktuellen Forschung sollte gerade in der Lehre immer noch ein Augenmerk auf der Vermittlung dieses Basiswissens liegen. Außerdem ist, nur weil die Inhalte des Kanons einzeln betrachtet erforscht sind, noch lange nicht klar, wie eine sinnvolle und zweckmäßige Sammlung dieser Ergebnisse aussehen kann.

Ein Grund für die geringe Anzahl an Antworten in der zweiten Experten-Umfrage ist eventuell der Zeitpunkt, zudem die Briefe die Hochschullehrer erreichten. Dieser Zeitraum fiel unglücklicherweise mit dem Beginn des neuen Semesters zusammen. Erfahrungsgemäß sind insbesondere in diesem Zeitraum die Hochschullehrer sehr

beschäftigt und haben nur wenig Zeit. Dass der Zeitpunkt der Anfrage so spät war, ist auf eine Verzögerung innerhalb der Planung zurückzuführen. Die Rede ist hier von der Endkontrolle der Lerneinheit vor der Veröffentlichung auf der k-MED-Plattform. Die Endkontrolle obliegt dem Instruktionspsychologen. Daher war es erforderlich, auf die Antwort des Instruktionspsychologen zu warten. Da die Antwort aber noch immer auf sich warten lässt, konnten die Fragen an die Hochschullehrer auch nur mit einmonatiger Verspätung, also zu Semesterbeginn, abgesendet werden. Eine weitere Möglichkeit, warum nur wenige Hochschullehrer in diesem Zeitraum geantwortet haben, sind die eventuellen Probleme beim Abspielen des offline-Kurses. Der offline-Player, den k-MED zur Verfügung stellt, ist noch nicht ganz ausgereift. Er verlangt, dass man alle Mozilla- bzw. Firefox-Anwendungen schließen soll. Außerdem ist noch notwendig, dass die Daten provisorisch auf die lokale Festplatte kopiert werden, um von dort zu starten. Nur wenn man diese Anfrage mit „Ja“ beantwortet, kann der Kurs gestartet werden. Zwar war der CD, auf der die Lerneinheit zu finden war, eine Anleitung beigelegt, aber die Umsetzung der Anweisungen bereitete eventuell einigen Angeschriebenen Schwierigkeiten.

Um sich einen Überblick über einen Themenkomplex zu verschaffen, so wird es an der Universität gelehrt, führt der erste Weg in die Bibliothek. Dort kann man sich anhand von Lexikoneinträgen mit der dort angegebenen Literatur einen Einblick verschaffen. Da aber die Universitätsbibliothek nur beschränkt Zugang bietet (Anfahrtswege, Öffnungszeiten, Wartezeiten ...), nutzt man auch andere Möglichkeiten der Informationsbeschaffung. Einer der bekanntesten Wege, an Informationen heran zu kommen ist dabei das Internet. Natürlich liegt die Suche im Internet sowieso sehr nahe für eine Suche über ein computergestütztes Lernprogramm. Der Weg im Internet führt dann sehr schnell zu den einschlägig bekannten Suchmaschinen. Gibt man nun den Begriff **E-Learning** bei der wohl bekanntesten Suchmaschine Google ein, erhält man ungefähr 57.000.000 Einträge. Die Suche nach diesem Begriff hat gerade mal 0,29 Sekunden in Anspruch genommen. Die genaue Selektion dieser Einträge nähme aber einen ungleich größeren Umfang in Anspruch. Eine genaue Untersuchung dieser Einträge fand 2000 durch Adler und Johnson statt. Dieser Untersuchung lagen zum damaligen Zeitpunkt mehr als eine Millionen Einträge bei Google zu Grunde. Allein schon der Unterschied in der Anzahl der Einträge zeigt, dass die Nachfrage nach E-Learning in einem immensen Maße angestiegen ist. Die Untersuchung hat zu Tage gebracht, dass sich gerade mal 13% der veröffentlichten Literatur

mit dem Nutzen von E-Learning beschäftigen. Gerade diese 13% der Literatur sind aber von hoher Relevanz für mich. Sie können mir zeigen, welchen Wert und welches Einsatzspektrum das E-Learning hat. Gerade aufgrund des gesteigerten Nutzens von E-Learning habe ich mich dazu entschieden, den Kanon an **Strukturformeln**, den ich auf der Grundlage meiner Untersuchung zusammengestellt habe, den Lernenden in dieser Form zu präsentieren. Ein weiterer Grund, warum ich mich für diese Präsentationsform entschieden habe, war, dass die webbasierte Unterstützung der Lehre nicht mehr wegzudenken ist aus dem universitären Alltag. Hierbei verweise ich noch mal auf das bereits gebrachte Zitat von Kleimann: „Hochschulen, die eine „anspruchsvolle, zeitgemäße Lehre“ bieten wollen, kommen „um die mediale Unterstützung und Erweiterung klassischer Lehr- und Studienformen (Schlagwort E-Learning) nicht herum“.

Die Vorteile von E-Learning sind zwar hoch einzuschätzen, dürfen aber auch nicht überschätzt werden. Man darf, gerade vor dem Hintergrund der Multimedialität, niemals das Ziel, nämlich die medizinischen Inhalte, aus den Augen verlieren. Gerade in der Phase, in der E-Learning aufkam und interessant wurde für ein breites Publikum, ging man davon aus, dass man die gesamte Lehre kostengünstig durch diese neue Form des Lernens ersetzen könne. Aber „nicht alle hochfliegenden Erwartungen haben sich erfüllt.“ (Kleimann, Wannemacher, 2006)

In wie weit der Siegeszug des E-Learning noch fortgesetzt werden kann, ist stark abhängig von den zur Verfügung gestellten Fördermitteln. Diese Fördermittel wurden vom BMBF (Bundesministerium für Bildung und Forschung) an ca. 17 ausgewählte Projekte ausgeschüttet. Aber nicht nur das BMBF unterstützte solche Projekte. Vor dem Hintergrund eines zusammenwachsenden Europas stehen auch einige europäische Förderer mit Fördergeldern den Projekten zur Seite. Aber auch die einzelnen Bundesländer steuern einen Teil der Förderung zu den Projekten bei. So wird das Projekt k-MED, für das ich meine Lerneinheit entwickelt habe, vom Land Hessen bis ins Jahr 2010 finanziell unterstützt.

Eine Möglichkeit der Fortsetzung dieser Programme über das genannte Jahr hinaus wäre die kommerzielle Vermarktung der Programme. Allerdings hat sich gezeigt, dass außerhalb der medizinischen Fakultäten nur ein geringes Interesse an dieser Software besteht, und sich die Projekte daher nicht selbst finanzieren können. Ein Grund dafür, dass sich diese Systeme nicht selbst tragen, liegt in der falschen Grund-

annahme, die Projekte seien kostengünstig in der Herstellung. Um aber einem gewissen Standard zu entsprechen, entstehen Kosten, die in den ursprünglichen Kalkulationen nicht mit bedacht werden. Die hohen Kosten entstehen insbesondere durch das mangelnde Fachwissen der Autoren bzw. die hohe Einarbeitungszeit im Umgang mit der Software. Zwar ist der Wille und das medizinische Wissen vorhanden, aber es fehlt oft an den nötigen Kenntnissen im Umgang mit den zur Erstellung der Lerneinheiten notwendigen Programmen. Es kommt noch erschwerend hinzu, dass die Lerneinheiten oft nur von einer einzelnen Person entworfen und realisiert werden. Das heißt zum Beispiel, dass ein Professor nur damit beschäftigt ist, eine Lernsoftware zu entwickeln (Pahlke et al., 2006). In dieser Zeit kann er selbstverständlich nicht dem ordinären Auftrag der Forschung oder der Lehre nachkommen. Ganz im Gegensatz dazu entsteht eine Lernsoftware in der Industrie (Pahlke et al., 2006). Dort gibt es für jeden Schritt einen Spezialisten: einen Didaktiker für die Auswahl an Fragen, einen Fachwissenschaftler, der die Inhalte vorgibt, einen Programmierer, der sich um die mediale Umsetzung kümmert und nicht zuletzt einen Manager, der die Arbeiten überwacht und koordiniert. Dabei entsteht eine solche Lerneinheit viel schneller und kosteneffizienter. Um die Probleme, die bei einer Alleinarbeit entstehen, zu umgehen, ist es sinnvoll, in der Universität die Projekte an Personen zu geben, die in beide grundlegenden Bereiche Einblick haben, d. h. an einen Medizin-Informatiker. Gerade ein solcher Medizin-Informatiker hat auch das Wissen darüber, das komplette Potential des E-Learning zu nutzen (Haag, Köpcke, 2006). Unter E-Learning ist nämlich nicht E-Reading zu verstehen. Es darf nicht sein, dass das reine Bereitstellen von pdf-Dateien im Internet schon als E-Learning verstanden wird. Es wird keinen Studenten freuen, sich einen seitenlangen Text am Bildschirm anzusehen, wenn er doch auch das deutlich angenehmere Buch zur Hand nehmen kann. Auch bei einer mit Informationen überladenen Power-Point-Präsentation kann keine Rede von E-Learning sein, da auch hier bestimmte Spezifika wie Interaktivität, Vernetzung und direktes Feedback verloren gehen, wenn sie überhaupt vorhanden sind. Aber auch beim E-Learning ist es ganz wichtig, wie oben schon erwähnt, das Ziel nicht aus den Augen zu verlieren. Der Autor hat daher die Aufgabe, seine Lerneinheit ständig und stets auf die Relevanz für das Examen hin zu untersuchen und zu beurteilen. Hier bietet das E-Learning natürlich einen klaren Vorteil gegenüber dem gedruckten Buch. Ein webbasiertes Programm kann in ungleich kürzerer Zeit auf einen aktuellen Stand gebracht werden als das bei einem Druck der Fall ist.

Das eben beschriebene Problem der mangelnden Fachkenntnis im Umgang mit dem neuen Medium ist aber kein Problem, das nur auf der Seite der Autoren zu finden ist. Auch auf Seiten der Anwender ist dieses Problem vorhanden. Daher sollte die Bedienung der Software intuitiv sein und ohne spezielle Computerkenntnisse von Statuten gehen können.

Auch der zweite Teil des Begriffs E-Learning ist zu berücksichtigen. Eben nicht nur die technische Seite des „E“ sondern auch die didaktische Seite, das „Learning“. Einer zielorientierten Didaktik liegt immer eine Zielgruppenanalyse zu Grunde. Das bedeutet für den Autor, dass er auf die Wünsche der Lernenden eingehen sollte. Auch vor dem Hintergrund der eventuellen späteren Vermarktung ist eine „Kundenorientierung“ sinnvoll. Auch die Motivation / „Kundenbindung“ darf man nicht vergessen. Daher wurde in dieser Lerneinheit auch wiederholt Grafiken eingebunden, die zur Motivation beitragen sollen. Es darf nicht sein, dass nach einmaliger Anwendung oder schon während der ersten Anwendung beim Anwender Frust und Verzweiflung aufkommen. Eine gute Didaktik und ein hoher Unterhaltungswert, der aber nicht die fachwissenschaftliche Expertise aus den Augen verliert, sind die Grundbausteine und die Faktoren einer guten Lerneinheit. Kriterien für diese Didaktik sind dabei:

- Strukturierte, vollständige Abbildung der Inhalte eines Fachgebietes
- Fallbasierte, problem- und praxisorientierte Vermittlung der Inhalte
- Examensrelevanz (Lernzielkatalog)
- Unterhaltsame Vermittlung der Inhalte
- Multiple Choice Fragen
- Kurzvideos und Animationen

Als unzweckmäßig haben sich, auch in meiner eigenen Studienzeit, folgende Dinge erwiesen:

- Langatmige Prosa auf dem Netz
- Unstrukturierte Flut von Powerpoint-Präsentationen
- Fehlende Interaktivität
- Fehlende Examensrelevanz
- Als E-Learning verbrämte Produktwerbung

Das Prinzip meiner Lerneinheit basiert dabei auf den neuesten Erkenntnissen über die Anwendung von E-Learning. Trotzdem muss aber bedacht werden, dass E-Learning auch in der Medizin eine „Modeerscheinung [ist], die geschäftlichen Einflüssen unterliegt“ (Campbell, Johnson, 1999). Allerdings wurden einige technische Möglichkeiten, die schon zur Verfügung stehen, aus didaktischen Erwägungen heraus nicht verwendet. Damit nutzt die Technik der Darstellung zwar nicht alle Mittel aus, ist aber dafür übersichtlicher und zielführender. Ich rede hier insbesondere von der Verwendung von 3D-Modellen zur Darstellung der Molekülstrukturen. Im Falle meiner Lerneinheit sah ich keinen didaktischen Nutzen in dieser Darstellungsart. Ich verweise hier noch mal auf die Aussage von Kristöfel, dass eine übermäßige Benutzung von Interaktivitäten ohne didaktischen Hintergrund gegebenenfalls kontraproduktiv ist. An anderer Stelle ist die Verwendung solcher Modelle natürlich unverzichtbar. Darauf wird auch wiederholt in der Fachliteratur Bezug genommen, dass nämlich die Möglichkeit der dreidimensionalen Darstellung in E-Learning Programmen nicht zu vernachlässigen sei.

Der nächste logische Schritt zur Weiterarbeit an meiner Arbeit ist eine Befragung der Studenten und Interessierten, die mit dem Programm gearbeitet haben, um herauszufinden, inwieweit das Programm ihren Erwartungen entspricht, da eine Evaluierung des Lernprozesses immer beiderseitig geschehen muss. Diese Untersuchung ist notwendig und erforderlich, da eine gute Lerneinheit „die Wünsche der Studierenden erfüllen [sollte] und möglichst in Zusammenarbeit mit diesen erstellt worden sein sollte.“ (Burg, 2008). Dies ist aber erst in einiger Zeit möglich, da man der Lerneinheit Gelegenheit und Zeit zur Bewährung geben muss und eine verlässliche Aussage erst dann getroffen werden kann, wenn Studenten diese Lerneinheit zur Vorbereitung für das Physikum genutzt haben. Außerdem könnte man die Lerneinheit noch mit einem zusätzlichen Teil speziell für die Anforderungen der Lehre der Zahnmediziner erweitern. Die Rede ist hier von einer Erweiterung zu den chemischen Strukturformeln der Werkstoffkunde für Zahnmediziner. Auch eine Erweiterung und Spezialisierung des Bereichs Übungsaufgaben ist hier denkbar. Dies ersieht man auch aus der Tendenz der Antworten auf These sieben bei der zweiten Experten-Umfrage. Mit Spezialisierung ist hier die Erwähnung einer Krankheit, die zu dem jeweiligen Themenkomplex passt, gemeint. Damit wären eine größere Komplexität, das Abfragen von Zusammenhängen und ein klinischer Bezug geschaffen.

6 Zusammenfassung

Studierende der Medizin und Zahnmedizin stehen bei der Vorbereitung auf das Physikikum vor der Frage, ob und welche chemischen Strukturformeln für das Prüfungsfach Biochemie/Molekularbiologie zu lernen sind. Dazu gibt der Gegenstandskatalog der Institution für das schriftliche Examen (IMPP) nur sehr vage Angaben. Auch die Hochschullehrer vor Ort legen sich meist nicht fest. Außerdem haben die Studierenden den subjektiven Eindruck, dass die Meinungen ihrer Dozenten stark voneinander abweichen. Hilfe kommt auch nicht von den sonst zuverlässigen Lehrbüchern, die meist von Formeln überquellen, aber es unterlassen, Angaben dazu zu machen, welche Formeln prüfungsrelevant und deshalb zu lernen sind. Auch im Internet als einer zusätzlichen Informationsquelle mit wachsender Bedeutung in der Lehre finden sich keine Hinweise zur Beantwortung der Frage.

Das Ziel der Dissertation war es deshalb, eine begründete Antwort auf die Frage zu geben, welche chemischen Strukturformeln zu lernen sind. Dazu war die geschilderte Situation zu analysieren und mit Daten zu unterlegen, die auf einer systematischen Befragung deutscher Hochschullehrer der Biochemie und Molekularbiologie beruht. Ausgehend von einem Formelkatalog, den Prof. Koolman (Physiologisch-Chemisches Institut der Universität Marburg) seinen Studierenden empfiehlt, wurde eine Umfrage bei 98 Hochschullehrern biochemisch/molekularbiologischer Institute an 36 Hochschulen durchgeführt, die Mediziner ausbilden. Von den angeschriebenen Hochschullehrern antworteten 26. Die Antworten spiegelten die große Heterogenität in der Auffassung wieder, was ein Studierender an Formeln zu lernen habe. Es gibt gegenwärtig also keinen Konsens unter den Prüfern, welche Strukturformeln ein Studierender zu lernen hat.

Da der versandte Formelkatalog sich in etwa in der Mitte des Antwortspektrums befand, wurde im nächsten Schritt der Dissertation eine multimediale Lehreinheit entwickelt, die den Lernstoff (chemische Strukturformeln für Mediziner und Zahnmediziner) aufbereitet. Dabei wurden einschlägige didaktische Empfehlungen für das

eLearning berücksichtigt. Die Lehreinheit wurde für die Lernplattform k-MED geschrieben, um ihr einen möglichst breiten Einsatz an vielen Hochschulen zu sichern.

In einem zweiten Anlauf wurden erneut diejenigen Hochschullehrer angeschrieben, die bereits auf die erste Anfrage geantwortet hatten. Ihnen wurde die Lerneinheit und ein detaillierter Fragebogen vorgelegt. Die Einschätzung der eLerneinheit war überwiegend zustimmend. Allerdings ist die Rücklaufquote zu gering, um das Ergebnis als statistisch signifikant anzusehen. Es lässt sich folgern, dass die Ausgangsfrage zwar den Studierenden, nicht aber den Lehrenden auf den Nägeln brennt.

Die Frage nach den zu lernenden Formeln hat mit der vorgelegten eLerneinheit eine Antwort erfahren. Ob diese Antwort damit die Bedürfnisse der Studierenden nach einer verlässlichen Vorgabe erfüllt, wird eine zukünftige Befragung der Nutzer herausfinden müssen. Langfristig wäre es wünschenswert, wenn sich die Dozenten der Biochemie und Molekularbiologie – etwa auf der Ebene ihres Verbandes (Gesellschaft deutscher Biochemiker und Molekularbiologen, GBM) – auf einen Katalog chemischer Formeln einigen könnten, der den Prüfungen zugrunde liegt.

6.1 Summary

Students of medicine and dental medicine in the preparation of the preliminary examination are confronted with the question, whether and which chemical structural formula for the Biochemistry/molecular biology have to be learned. The present catalog of the national institution for medical and pharmaceutical examination (IMPP) gives only very vague information. Also the university teachers on site mostly do not commit themselves. In addition, the students have the subjective impression that the opinions of their lecturers strongly deviate from each other. Help also does not come from the usually reliable textbooks which mostly overflow with formulas, but omit information, which formulas are needed to be learned and are relevant for the exam. Also the Internet, which is an additional source of information with growing importance in the apprenticeship, does not give the answer to the question.

Therefore the purpose of the thesis was to give a reasonable answer to the question, which chemical structural formulas have to be learned. In addition, the situation described was analyzed and supported with data, which are based on a systematic questioning of German university teachers of biochemistry and molecular biology. Based on the formula catalog, which Prof. Koolman (Physiological-Chemical Institute of the University of Marburg) recommends to his students, a survey was conducted with 98 university teachers from institutes of biochemistry / molecular biology at 36 universities, who are involved in medical education. From the contacted university teachers 26 answered. The answers reflected a large heterogeneity with respect to the question, which formulas have to be learned. Apparently there is no consensus among the examiners which structural formulas are to be learned.

Since the dispatched formula catalog was in the middle of the answer spectrum, a multimedia teaching unit, which processed the lesson (chemical structural formula for students of medicine and dental medicine), was developed. Besides, appropriate didactic recommendations were taken into consideration for e-learning. The learning unit was written for the learning platform k-MED, in order to secure its broad usability at many universities.

In the second approach, those university teachers who had already answered the first inquiry, were contacted once more. The learning unit and a detailed questionnaire were presented to them. The appraisal learning unit had predominant approval. Indeed, the return rate was too low to regard the result as statistically significant. It can be concluded that the source question is a burning issue to the students, but not for the lecturing staff.

The question is about what the learning formula has to do with presented learning unity as an answer. Whether this answer fulfills the needs of the students for a dependable standard, a future questioning of the users will have to be determined. In the long term it would be desirable if the lecturers of biochemistry and molecular biology could come to an agreement - possibly at the level of their federation (society of German biochemists and molecular biologist, GBM) – on a catalog of chemical formulas relevant in examinations.

7 Verzeichnisse

7.1 Verzeichnis von Abkürzungen und Fremdwörtern

ÄApprO	Ärztliche Approbationsordnung
BÄO	Bundesärzteordnung
BGBL	Bundesgesetzblatt
bloggen	Persönliche Erfahrungen und Erlebnisse publizieren, also als eine Variante des Online-Journals.
CanMEDS 2000-Projekt	Eine Initiative zur Verbesserung der Patientenversorgung und Definition von sieben Schlüsselkompetenzen, für die medizinische Ausbildung und Praxis. CanMEDS ist ein Projekt vom Royal College of Physicians und Chirurgen of Canada (RCPSC). RCPSC ist ein nationaler, gemeinnütziger Verein mit Sitz in Kanada.
CD	Compact Disc
DocCheck	Ein Portal für medizinische Fachberufe
DVD	Digital Versatile Disc
Firefox	Ein freier Webbrowser des Mozilla-Projekts
Gnash	Eine freie Software zur Wiedergabe von Flash-Dateien
HTML	Hypertext Markup Language
ILIAS	Ein freies Learning Management System, mit dessen Hilfe Internet-basierte Lehr- und Lernmaterialie erstellt und verfügbar gemacht wird und auch Kommunikation und Zusammenarbeit unter Lehrenden und Lernenden, Prüfungen und Evaluation, sowie didaktische Strukturen für komplette Kurse verwirklicht werden können.
IMPP-GK	Institut für medizinische und pharmazeutische Prüfungsfragen-Gegenstandskatalog
Internet-Explorer	Webbrowser von Microsoft
k-MED	Knowledge-Based Multimedia Medical Education Wissensbasierte Medizinische Multimediaausbildung

LMS	Learning Management System
LDAP	Lightweight Directory Access Protocol Anwendungsprotokoll zur Bearbeitung von Informationen eines Verzeichnisdienstes
Opera	Eine für viele Plattformen kostenlos erhältliche Software, die Webbrowser, E-Mail-Client und weitere Werkzeuge in sich vereint. Opera wurde von dem norwegischen Unternehmen Opera Software ASA entwickelt
pdf	Portable Document Format. Ein plattformübergreifendes Dateiformat für Dokumente, das von der Firma Adobe Systems entwickelt wurde.
PJ	Praktischen Jahr
SCORM	Sharable Content Object Reference Model Umfasst eine Sammlung von Standards und Spezifikationen aus verschiedenen Quellen, um eine einfache Austauschbarkeit, einen allgemeinen Zugriff und Wiederverwendbarkeit in verschiedenen Umgebungen von web-basierenden Lerninhalten zu ermöglichen.
SWF	Shockwave Flash Format
Swfdec	Eine freie Wiedergabe-Software für das Adobe-Flash-Format (SWF) unter Unix-Systemen
WBT	Web Based Trainings
WHO	World Health Organization, Weltgesundheitsorganisation
Wikipedia	Ein Projekt zur Erstellung einer Online-Enzyklopädie in mehreren Sprachversionen
wmf	Format Windows Metafile

7.2 Literaturverzeichnis

Arnold, Patricia; Zimmer, Gerhard (2004): E-Learning. Handbuch für Hochschulen und Bildungszentren; Didaktik, Organisation, Qualität. 1. Aufl. Nürnberg: BW Bildung und Wissen Verl.

Beutner, Marc; Bistrup, Rosemarie; Kirberg, Silke; Koreny, Katia; Kusserow, Mark; Rehbold, Richard Rolf (2007): Chancen für die Fortbildung durch Multimedia. Blended Learning im Gesundheitswesen. Themen der Zeit. Deutsches Ärzteblatt, Jg. 104, H. 25, S. A 1808- A1809.

Bundesministerium der Justiz (Hg.) (2007): ÄApprO 2002. Online verfügbar unter http://www.bmg.bund.de/cln_117/nn_1168258/SharedDocs/Standardartikel/DE/AZ/H/Glossar-Heilberufe/Approbationsordnung-fuer-Aerzte.html?__nnn=true, zuletzt aktualisiert am 02.10.2007, zuletzt geprüft am 20.10.2008.

Burg, Günter (2008): E-Learning in der Medizin: Top oder Flop. JDDG Journal der Deutschen Dermatologischen Gesellschaft, S. 435–438.

CambridgeSoft: ChemDraw Ultra. Version 7.0.1 (2002). Online verfügbar unter <http://www.cambridgesoft.com/>, zuletzt geprüft am 07.11.2008.

Dahmer, Jürgen (2004): Ausbildungsziel „Arzt“. 15 Thesen für die ärztliche Ausbildung, verbunden mit Vorschlägen für operational definierte Lernziele. Deutsches Ärzteblatt, Jg. 101, H. 28-29.

Debatin, Klaus Michael (2006): Die ärztliche Ausbildung in Ulm. GMS Zeitschrift für Medizinische Ausbildung. Online verfügbar unter <http://www.egms.de/en/journals/zma/2006-23/zma000241.shtml>.

Download, ShockwaveFlashplayer (2008). Online verfügbar unter http://www.adobe.com/shockwave/download/download.cgi?P1_Prod_Version=ShockwaveFlash.

Fischer, Martin R. G. (2003): Perspektiven Screening - Früherkennung - Vorsorge. Med Klin, Jg. 98, H. 10, S. 594–597.

Fischer, Volkhard (2007): Ausbildung im Umbruch. GMS Zeitschrift für Medizinische Ausbildung. Online verfügbar unter <http://www.egms.de/en/journals/zma/2007-24/zma000415.shtml>, zuletzt geprüft am 28.10.2008.

Flash Player Distribution Partners (2008). Herausgegeben von Adobe System Inc. Online verfügbar unter <http://www.adobe.com/products/flashplayer/partners/>, zuletzt aktualisiert am 29.09.2008, zuletzt geprüft am 29.09.2008.

Glowalla, G.; Kohnert, A.; Glowalla, U. (2003): Telekooperation am Beispiel des NMB Verbundprojektes k-MED. In: Puppe, F. Albert, J.; Bernauer, J.; Fischer, M.; Klar, R.; Leven, J. (Hrsg.): Rechnerunterstützte Lehr- und Lernsysteme in der Medizin, Universität Würzburg, 3.-4. April 2003. Aachen: Shaker.

Gotthard, M.; Siegert, M. (2004): elearning - Potenziale der neuen Medien für die ärztliche Fortbildung. Hessisches Ärzteblatt, Jg. 65, H. 394-5.

Haag, Martin; Köpcke, Wolfgang (2006): E-Learning in der Medizin. GMS Zeitschrift für Medizinische Ausbildung. Online verfügbar unter <http://www.egms.de/en/journals/mibe/2006-2/mibe000048.shtml>, zuletzt geprüft am 17.11.2008.

- Haage, Heinz (2006): Ausbildung zum Arzt: Was ist erreicht, was bleibt zu tun?. Eine Übersicht. Bundesgesundheitsblatt - Gesundheitsforschung – Gesundheitsschutz, Springer, S. 325 – 329, DOI 10.1007/s00103-006-1237-4
- Harendza, Sigrid (2006): Kein Patentrezept. E-Learning im Medizinstudium. Forschung & Lehre, Jg. 13, S. 375.
- Heckmann, Dirk (2006): Ja, es hat sich bewährt. Forschung & Lehre, Jg. 13, S. 376
- Hoermann, Stefan; Schneider, Stefan; Glowalla, Ulrich; Steinmetz, Ralf (2003): Erstellen von SCORM-kompatiblen Kursen im Projekt k-MED. In: Rechnergestützte Lehr- und Lernsysteme in der Medizin (Bernauer, J.; Fischer, M.; Leven, J.; Puppe, F.; Weber, M., H. Hrsg.), Aachen: Shaker, S. 103 - 113
- Hoermann, Stefan; Schneider, Stefan; Glowalla, Ulrich; Steinmetz, Ralf (2002): Erstellung von SCORM-kompatiblen Kursen im Projekt k-MED. Aachen.: Shaker Verlag.
- Horn, Florian; Helferich, Simone; Dospil, Alexander (2005): Biochemie des Menschen. Das Lehrbuch für das Medizinstudium, Georg-Thieme-Verlag, Stuttgart. Online verfügbar unter <http://www.thieme.de/ebooklibrary/inhalte/3131308834/index.html>.
- HS für Gesundheit e. V.: HS Magdeburg. (2008) Online verfügbar unter <http://hochges.de/>, zuletzt geprüft am 04.11.2008.
- Institut für medizinische und pharmazeutische Prüfungsfragen (2005). Online verfügbar unter http://www.gesetze-im-internet.de/_appro_2002/index.html#BJNR240500002BJNE000101310, zuletzt aktualisiert am 29.09.2008, zuletzt geprüft am 29.09.2008.
- Jäger, Thomas A. (2007): Entwicklung und curriculare Integration einer internetbasierten Lerneinheit in der Radiologie – Eine experimentelle Evaluationsstudie. Dissertation. Universität Marburg, Radiologie
- Jastrow, Holger; Hämmerer, Ursula (2001): Medizinische Fort- und Weiterbildung. Elektronenmikroskopischer Atlas im Internet. Deutsches Ärzteblatt. Online verfügbar unter <http://aerzteblatt.lnsdata.de/pdf/98/41/s17.pdf>, zuletzt geprüft am 04.11.2008
- Kleimann, Bernd; Wannemacher, Klaus (2006): Es geht nicht mehr ohne. E-Learning als Element der Hochschulentwicklung. Forschung & Lehre, Jg. 13, S. 372–374.
- Koolman, Jan; Röhm, Klaus-Heinrich (2003): Taschenatlas der Biochemie. Georg-Thieme-Verlag, Stuttgart (Flexibles TaschenbuchMED).
- Kreutzig, Thomas (2002): Biochemie. Kurzlehrbuch zum Gegenstandskatalog; [neuer GK, GK 1]. 11., überarb. Aufl., Urban & Fischer München: (GK 1).
- Kristöfl, Robert; Hametner, Karin; Jarz, Thorsten; Werner, Moriz; Pauschenwein, Jutte; Sandtner, Heimo; Schinner, Irmgrad; Sfiri, Anastasia; Teufel, Martin (2006): Qualitätskriterien für E-Learning. Ein Leitfaden für Lehrer/innen, Lehrende und Content-Ersteller/innen. Unveröffentlichtes Manuskript,
- Leven, Franz-Josef; Bauch, Matthias; Haag, Martin (2006): E-Learning in der Medizinausbildung in Deutschland: Status und Perspektiven. GMS Zeitschrift für Medizinische Ausbildung. Online verfügbar unter <http://www.egms.de/en/journals/mibe/2006-2/mibe000047.shtml>, zuletzt geprüft am 30.10.2008.
- Löffler, Georg (2003): Basiswissen Biochemie. Mit Pathobiochemie ; mit 125 Tabel-

- len; [neuer GK]. 5., komplett überarb. und aktualisierte Aufl. Berlin: Springer (Springer-Lehrbuch).
- Löffler, Georg; Heinrich, Peter C; Petrides, Petro E (2007): Biochemie und Pathobiochemie. (Springer-11773 /Dig. Serial]). Online verfügbar unter <http://dx.doi.org/10.1007/978-3-540-32681-6>.
- Lutz, P. Michel: Expertise "Status quo und Zukunftsperspektiven von E-Learning in Deutschland". In: MMB Institut für Medien- und Kompetenzforschung, Jg. 2004. Online verfügbar unter http://www.mmb-institut.de/Bericht_NMB_Expertise_Endfassung_20040906.pdf.
- Macromedia Flash MX 2004. Version 7.2 (2004), zuletzt geprüft am 29.09.2008.
- Marbas, Laurie L.; Case, Erin; Grams, Astrid (2005): Memotricks Biochemie. 1. Aufl. München: Elsevier Urban & Fischer (memotricks).
- Mitzkat, Anika; Schulz, Christian; Benjamin, Kasenda; Thorsten, Langer; Schnell Martin W. (2006): "ARZT IM GANZEN SPEKTRUM". Die INTEGRIERTEN CURRICULA der Mediziner Ausbildung an der Universität Witten/Herdecke. Rückblick auf sechs Jahre Lehre im Hinblick auf Praxisorientierung und theoretische Vorgaben. GMS Zeitschrift für Medizinische Ausbildung. Online verfügbar unter <http://www.egms.de/en/journals/zma/2006-23/zma000285.shtml>, zuletzt geprüft am 28.10.2008.
- Öchsner, Wolfgang; Forster, Johannes (2005): Approbierte Ärzte – kompetente Ärzte. Die neue Approbationsordnung für Ärzte als Grundlage für kompetenzbasierte Curricula. GMS Zeitschrift für Medizinische Ausbildung, Jg. 2004. Online verfügbar unter <http://www.egms.de/en/journals/zma/2005-22/zma000004.shtml>, zuletzt geprüft am 28.10.2008.
- Otte, Benjamin; Schleef, David; Anholt, Eric (2008): Swfdec. Online verfügbar unter <http://swfdec.freedesktop.org/wiki/>, zuletzt geprüft am 29.09.2008
- Pahlke, Friedrich; König, Ine R.; Bischoff, Michael; Ziegler, Andreas (2006): Ein inkrementelles Vorgehensmodell für E-Learning-Projekte an Hochschulen. Med Inform Biom Epidemiol. GMS Zeitschrift für Medizinische Ausbildung, S. Doc25. Online verfügbar unter <http://www.egms.de/en/journals/mibe/2006-2/mibe000044.shtml>, zuletzt geprüft am 04.11.2008.
- Redaktionsteam e-teaching.org (2007): Instruktionsdesign. Didaktisches Design. In: e-teaching.org. Online verfügbar unter <http://www.e-teaching.org/didaktik/theorie/instruktionsdesign/>, zuletzt geprüft am 03.11.2008.
- Rehm, Hubert; Hammar, Friederike (2001): Biochemie light. 2., korr. und erw. Aufl. Frankfurt am Main: Deutsch.
- Rost, Birgit (2008): Entwicklung und Evaluation von e-Lernmaterialien im Fach Biochemie. Dissertation, Philipps-Universität Marburg.
- Scholz, Wilfried (2006): Entwicklung eines E-Learning Curriculums für die medizinische Ausbildung. GMS Zeitschrift für Medizinische Ausbildung. Online verfügbar unter <http://www.egms.de/en/journals/zma/2006-23/zma000237.shtml>, zuletzt geprüft am 28.10.2008.
- Schulmeister, Rolf (2005): Interaktivität in Multimedia-Anwendungen. Herausgegeben von Rolf Schulmeister, Online verfügbar unter <http://www.e-teaching.org/didaktik/gestaltung/interaktiv/InteraktivitaetSchulmeister.pdf>, zuletzt geprüft am 24.10.2008.

Sengstag, Christian (2006): Kein "Pseudo-Einsatz". E-Learning an der ETH Zürich. In: Forschung & Lehre, Jg. 13, S. 381.

Siegert, M.; Schlieck, A.; Jäger, T.; Gotthardt, M.; Glowalla, U. (2003): Der Einfluss von Übungsaufgaben auf das Lernen mit einer computerbasierten Lerneinheit – experimentelle Evaluationsstudie. In: Puppe, F.; Alber, J.; Bernauer, J.; Fischer, M.; Klar, R.; Leven, J. (Hrsg.): Rechnergestützte Lehr- und Lernsysteme in der Medizin. Universität Würzburg, 3.-4. April 2003, Shaker Verlag, Aachen, Germany.

Staemmler, Daniel (2006): Lernstile und interaktive Lernprogramme. Kognitive Komponenten des Lernerfolges in virtuellen Lernumgebungen. (Springer-11775 /Dig. Serial]). Online verfügbar unter <http://dx.doi.org/10.1007/978-3-8350-9212-9>.

Stallman, Richard: Gnash: GNU-Projekt (2008). Online verfügbar unter <http://www.gnu.org/gnu/thegnuproject.html>, zuletzt geprüft am 29.09.2008.

Von Stillfried, Falco Henning, Freiherr (2007): Konzeption eines internetfähigen und multimedialen Biochemie-Lernprogramms - Umsetzung am Beispiel des Glycogens-Stoffwechsel. Dissertation. Philipps-Universität Marburg.

Wagner, Richard; Zenker, Dietmar; Schäfer, Christine; Schneider, Stefan (2006): K-med – vom lokalen Projekt zum e-Learning Dienstleister. GMS – Med Inform Biom und Epidemiol. 2(3):DOC 13., Jg. 2006.

Windows Metafile (2008). Online verfügbar unter http://de.wikipedia.org/wiki/Windows_Metafile, zuletzt aktualisiert am 8. Juli 2008, zuletzt geprüft am 29.09.2008.

Zeeck, Axel (2003): Chemie für Mediziner. Mit 68 Tabellen. 5., völlig überarb. München: Urban & Fischer.

Zimmermann, Ricarda; Schling, Petra (2004): Memocards Biochemie. Legen, lesen, Lernen. Berlin: Springer.

7.2.1 Datenbanken und Internetquellen

Caseport: Ludwig-Maximilians-Universität München. Online verfügbar unter <http://link.caseport.de/caseport/indexjsp.htm>, zuletzt geprüft am 04.11.2008.

CME Chirurgie: Ludwig-Maximilians-Universität München. Online verfügbar unter <http://www.agma.med.uni-giessen.de/elearnmed/projekte/cme.html>, zuletzt geprüft am 04.11.2008.

DEJAVU: Friedrich-Schiller-Universität Jena. Online verfügbar unter <http://www.projekt-dejavu.de/>, zuletzt geprüft am 04.11.2008.

Immuteach: Ernst-Moritz-Arndt-Universität Greifswald. Online verfügbar unter <http://www.uni-greifswald.de/~immuteach/>, zuletzt geprüft am 04.11.2008.

KHK (Koronare Herzkrankheiten): Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf. Online verfügbar unter <http://www.agma.med.uni-giessen.de/elearnmed/projekte/khk.html>, zuletzt geprüft am 04.11.2008.

k-MED: Justus-Liebig-Universität Gießen. Online verfügbar unter <http://www.k-med.org/>, zuletzt geprüft am 04.11.2008.

LaMedica: Eberhard-Karls-Universität Tübingen. Online verfügbar unter <http://www.lamedica.de/portal/portal/Default.aspx?W=0&H=0&J=1>, zuletzt geprüft am 04.11.2008.

med:u: Christian-Albrechts-Universität zu Kiel. Online verfügbar unter <http://www.physiologie.uni-kiel.de/medu/>, zuletzt geprüft am 04.11.2008.

MedicMed: Universität Regensburg. Online verfügbar unter <http://www.medicmed.de/>, zuletzt geprüft am 04.11.2008.

Meduc@se: Humboldt-Universität zu Berlin. Online verfügbar unter <http://www.meducase.de/>, zuletzt geprüft am 04.11.2008.

MeduCluster/SYMPOL: Humboldt-Universität zu Berlin. Online verfügbar unter <http://www.sympol.de/>, zuletzt geprüft am 04.11.2008.

Prometheus: Eberhard-Karls-Universität Tübingen. Die Weiterentwicklung von Prometheus. Online verfügbar unter <http://www.inmedea-simulator.net/med/scene/entry/>, zuletzt geprüft am 04.11.2008.

SonoCard: Universität Duisburg-Essen, Standort Essen. Online verfügbar unter <http://demo.entec.de/sonocard/start/index.html>, zuletzt geprüft am 04.11.2008.

spomedial: Deutsche Sporthochschule Köln. Online verfügbar unter http://194.213.2.55/spomedial/content/index_ger.html, zuletzt geprüft am 04.11.2008.

TT-Net: Medizinische Hochschule Hannover. Online verfügbar unter <http://www.agma.med.uni-giessen.de/elearnmed/projekte/ttnet.html>, zuletzt geprüft am 04.11.2008.

Vision 2003: Universität Bremen. Online verfügbar unter <http://mmedia.medizin.uni-essen.de/vision2003/>, zuletzt geprüft am 04.11.2008.

7.3 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1 Chemische Struktur von D-Glucose: rechts in der geometrisch korrekten aber didaktisch unaufbereiteten Darstellung und links in der didaktisch aufbereiteten Darstellung	18
Abbildung 2 Chemische Struktur von Asparagin, Aspartat und Methionin	28
Abbildung 3 k-MED Lerneinheit, D-Glucose Animation	30
Abbildung 4 k-MED Lerneinheit, Übungsaufgabe	31
Abbildung 5 Prozentuale Verteilung der Experten-Antworten bezüglich des Kanons der Strukturformeln	38
Abbildung 6 k-MED Lerneinheit, Erste Bildschirmseite	41
Abbildung 7 k-MED Lerneinheit, Inhaltsverzeichnis	42
Abbildung 8 k-MED Lerneinheit, Funktionelle Gruppen	43
Abbildung 9 k-MED Lerneinheit, Bindungstypen und der Derivate von Carbonsäuren	44
Abbildung 10 k-MED Lerneinheit, D-Glucose Animation	44
Abbildung 11 k-MED Lerneinheit Frage zu einfachen Verbindungen	45
Abbildung 12 k-MED Lerneinheit lustige Grafik	46
Abbildung 13 k-MED Lerneinheit Fischer-Projektion und die Übergang in Haworth-Form	46
Abbildung 14 k-MED Lerneinheit, Nucleobasen, Nucleoside und Nucleotide	47
Abbildung 15 k-MED Lerneinheit, Metabolite des Intermediärstoffwechsels	48
Abbildung 16 k-MED Lerneinheit, das Ende	49
Abbildung 17 Ergebnis der zweiten Experten Umfrage	50

7.4 Tabellenverzeichnis

Tabelle 1 Rollenmodelle nach ÄApprO, CanMEDS und WHO (Öchsner, Forster, 2005)	4
Tabelle 2 Taxonomie der Interaktivität: Stufen der Interaktion nach Schulmeister (Stämmler 2006).....	14
Tabelle 3 Die Projektverbund der Verein "E-Learning Medizin e.V."	17
Tabelle 4 Verwendete Hardware PC	22
Tabelle 5 Verwendete Hardware Laptop	22
Tabelle 6 Verwendete Programme	23
Tabelle 7 Liste von Strukturformeln von Prof. Koolman	37

8 Akademische Lehrer, Danksagung

8.1 Verzeichnis der Akademischen Lehrer

Meine akademischen Lehrer waren die Damen und Herren in Marburg:

Aumüller, Barth, Cetin, Coca, Ellers, Flores-de-Jacoby, Gente, Gockel, Hasilik, Höffken, Jablonski, Kanngiesser, Klose, Knitschke, Koch, Koolman, Lamp, Lehmann, Löffler, Lotzmann, Maisch, Mandrek, Mengel, Mittag, Momeni, Müller, Mutters, Neff, Nonnenmacher, Pieper, Plant, Ramaswamy, Röhm, Seitz, Stachniss, Steiniger, Stoll, Suske, Swierkot, Teymoortash, Vogt, Weber, Weihe, Werner, Westermann.

8.2 Danksagung

Herrn Prof. Dr. Jan Koolman danke ich für Überlassung des spannenden Themas und die Betreuung dieser Arbeit. Besonders danke ich ihm für die Geduld für das anstrengende Korrekturlesen bei meinen Grammatik- und Rechtschreibungsschwächen.

Bedanken möchte ich mich bei allen Mitarbeitern der k-MED Biochemie Arbeitsgruppe in, Marburg, Gießen, Darmstadt und Frankfurt, für die regelmäßige Unterstützung, speziell bei Dr. Birgit Rost und Dr. Christine Schäfer.

Mein besonderer Dank geht an Herrn Peter Möbus für das reibungslose Funktionieren der Institutsrechner.

Besonders bei Herrn Peter Gerbig bedanke ich mich für die hervorragende Zusammenarbeit und seinen geschulten Blick als Grafiker bei der Umsetzung der Animationen.

Meiner Mutter Marsia Hadjizada und meinen Geschwistern danke ich für ihre beständige Unterstützung, ohne die mein Studium und diese Arbeit nicht möglich gewesen wäre.

Abschließend möchte ich allen danken, die mich bei der Verwirklichung dieser Arbeit und deren Fortsetzung unterstützt haben. Besonders bei Herrn Manuell Hoos.

9 Anhang

9.1 Empfehlungen zum didaktischen Aufbau

Folgende Empfehlungen wurden von Glowalla und Steinmetz (2004) zur didaktischen Gestaltung von E-Learning-Kursen erarbeitet:

Texte:

- Beachten Sie das Vorwissen Ihrer Zielgruppe.
- Explizieren Sie die Lernziele Ihres Textes.
- Achten Sie auf die Kohärenz Ihres Textes.
- Legen Sie Wert auf eine gute und transparente Gliederung ihres Textes.
- Nutzen Sie eine einfache Sprache.
- Verwenden Sie kurze und prägnante Sätze.
- Bieten Sie zusätzliche Stimulans für den Lerner.

Abbildungen:

- Nutzen Sie Bilder, um das Aussehen und die räumliche Anordnung von Gegenständen darzustellen.
- Geben Sie dem Leser Informationen, die seinen Betrachtungsprozess steuern.
- Markieren Sie die relevanten Größen.
- Verwenden Sie eine einheitliche Symbolik.

- Versetzen Sie Ihre Abbildungen mit sprachlichen Erläuterungen.

Animationen und Filme:

- Nutzen Sie Filme oder Animationen, um Bewegungen darzustellen.
- Versetzen Sie Ihren Lerner mit Videos in eine andere Umgebung.
- Achten Sie auf die Aufmerksamkeitssteuerung.
- Geben Sie dem Lerner Vorinformationen.
- Erläutern Sie Ihre Animationen mit gesprochenem Text.
- Vermeiden Sie Musik und Geräusche.

Aufgaben und Aufgabentypen:

- Formulieren Sie zu ihrem Lehrstoff Aufgaben der verschiedenen Typen.
- Erstellen Sie möglichst viele Aufgaben.
- Integrieren Sie Bildmaterial in die Aufgabenstellung.
- Erstellen Sie nur Aufgaben zu Themen, die Sie in der Lerneinheit explizit behandeln.
- Nutzen Sie Aufgaben, um das Lernverhalten der Studierenden zu steuern.
- Verwenden Sie eindeutige Aufgabenstellungen.

Rückmeldungen:

- Gestalten Sie gleichzeitig zu den Aufgaben auch die Rückmeldungen.

- Entscheiden Sie, ob Sie die Rückmeldung zu einer Aufgabe mit einem Link ins Lernsystem oder einer Erläuterung versehen möchten.
- Geben Sie dem Lerner bei der Bearbeitung komplexer Aufgaben Lösungshinweise.

Aufgabenplatzierung:

- Fügen Sie zu Beginn und an verschiedenen Stellen einer Lerneinheit Aufgaben ein, um die Studierenden zu aktivieren.
- Stellen Sie eine Reihe von Aufgaben zusammen, die am Ende einer Lerneinheit den Lernerfolg überprüfen.

9.2 Experten-Umfrage zum Lernkurs

„Chemisch und biochemisch relevante Strukturformeln für das Physikum“

Bitte geben Sie bei den folgenden Aussagen zu dem Lernkurs „**Chemisch und biochemisch relevante Strukturformeln für das Physikum**“ an, wie sehr Sie mit der Aussage übereinstimmen.

Inhalt des Lernkurses

1. Die im Lernkurs vorgestellten Strukturformeln entsprechen genau dem, was Studierende der Medizin/Zahnmedizin im Physikum wissen sollen.

Bitte kreuzen Sie die am besten zutreffende Aussage an:

trifft voll zu	trifft eher zu	trifft eher nicht zu	trifft gar nicht zu	weiß ich nicht
----------------	----------------	----------------------	---------------------	----------------

Didaktik des Lernkurses

2. Der Lernkurs ist inhaltlich so gestaltet, dass die Studierenden sich damit einfach und effizient das notwendige Wissen aneignen können.

Bitte kreuzen Sie die am besten zutreffende Aussage an:

trifft voll zu	trifft eher zu	trifft eher nicht zu	trifft gar nicht zu	weiß ich nicht
----------------	----------------	----------------------	---------------------	----------------

3. Die Reihenfolge der Strukturformeln in dem Lernkurs erlaubt ein systematisches Lernen

Bitte kreuzen Sie die am besten zutreffende Aussage an:

trifft voll zu	trifft eher zu	trifft eher nicht zu	trifft gar nicht zu	weiß ich nicht
----------------	----------------	----------------------	---------------------	----------------

4. Die Lehrtexte in dem Lernkurs sind klar und verständlich.

Bitte kreuzen Sie die am besten zutreffende Aussage an:

trifft voll zu	trifft eher zu	trifft eher nicht zu	trifft gar nicht zu	weiß ich nicht
----------------	----------------	----------------------	---------------------	----------------

5. Die Lehrtexte und Abbildungen ergänzen sich im Allgemeinen gut.

Bitte kreuzen Sie die am besten zutreffende Aussage an:

trifft voll zu	trifft eher zu	trifft eher nicht zu	trifft gar nicht zu	weiß ich nicht
----------------	----------------	----------------------	---------------------	----------------

6. Die grafischen Abbildungen sind im Allgemeinen anschaulich und korrekt.

Bitte kreuzen Sie die am besten zutreffende Aussage an:

trifft voll zu	trifft eher zu	trifft eher nicht zu	trifft gar nicht zu	weiß ich nicht
----------------	----------------	----------------------	---------------------	----------------

7. Die Anzahl der Übungsaufgaben im Lernkurs ist vollkommen ausreichend und sie erlauben eine gute Lernerfolgskontrolle

Bitte kreuzen Sie die am besten zutreffende Aussage an:

trifft voll zu	trifft eher zu	trifft eher nicht zu	trifft gar nicht zu	weiß ich nicht
----------------	----------------	----------------------	---------------------	----------------

8. Die Übungsaufgaben sind gut formuliert

Bitte kreuzen Sie die am besten zutreffende Aussage an:

trifft voll zu	trifft eher zu	trifft eher nicht zu	trifft gar nicht zu	weiß ich nicht
----------------	----------------	----------------------	---------------------	----------------

9. Die Übungsaufgaben sind angemessen schwierig

Bitte kreuzen Sie die am besten zutreffende Aussage an:

trifft voll zu	trifft eher zu	trifft eher nicht zu	trifft gar nicht zu	weiß ich nicht
----------------	----------------	----------------------	---------------------	----------------

Einsatz des Lernkurses

10. Eine Nutzung des Lernkurses zur Unterstützung der Präsenzlehre wäre auch für den Fachbereich, an dem ich lehre, wünschenswert.

Bitte kreuzen Sie die am besten zutreffende Aussage an:

trifft voll zu	trifft eher zu	trifft eher nicht zu	trifft gar nicht zu	weiß ich nicht
----------------	----------------	----------------------	---------------------	----------------

Kommentare

11. Welche Kritik und Anregungen zu dem Lernkurs haben Sie?

9.3 Alle Ergebnisse der ersten und zweiten Experten-Umfrage

Ergebnis der ersten Experten-Umfrage:

Sehr geehrter Herr Hadjizada,

in der Tat sprechen Sie eine nicht leicht zu beantwortende Frage an.

Ich habe das Problem, welche chemischen Strukturformeln die Studierenden der Medizin- und Zahnmedizin in der Ärztlichen Prüfung beherrschen sollen mit meinen in der Lehre engagierten Mitarbeitern besprochen. Wir fanden, dass die von Ihnen erstellte Liste eigentlich alles enthält, was auch wir von den Studierenden fordern.

Was mich angeht glaube ich, dass Ihre Liste sogar umfangreicher ist als das was ich in der Prüfung fordere.

Lange Rede – kurzer Sinn, ich bin mit Ihrem Katalog einverstanden.

Mit freundlichen Grüßen

Sehr geehrter Herr Hadjizada,

die Liste der Stoffgruppen und Verbindungen, die Sie mir in Ihrem Brief zugesandt haben, entspricht genau den Anforderungen, die wir in ██████████ von unseren Medizinstudenten zum Physikum verlangen.

Mit freundlichen Grüßen

Sehr geehrte/r Qassem Hadjizada,

Biochemie ist, wie der Name sagt, Chemie von biologischen Vorgängen. Chemische Strukturen sind die einzige Art, diese Vorgänge darzustellen. Man kann keine Biochemie lernen, wenn man keine Strukturen kennt, genau so wenig, wie man eine Sprache erlernen kann, ohne Vokabeln zu kennen.

Insofern ist die beigefügte Liste eher ein Minimum. Natürlich muss kein Studierender nach meiner Auffassung die Strukturformel von Vitamin B12 aufzeichnen können, aber er muss die Tetrapyrrolstruktur kennen, und die Komponenten, die die Wirkungsweise des zentralen Co-Atoms erklären. Dies nur als ein Beispiel.

Mit freundlichen Grüßen

die Ihnen von Herrn Kollegen Koolman aufgelisteten Strukturformeln sind praktisch deckungsgleich mit den Anforderungen, die wir hier in Essen an die Medizinstudenten stellen.

Mit vielen Grüßen

bezugnehmend auf Ihr Schreiben zum 1. Abschnitt der Ärztlichen Prüfung schliesse ich mich der Liste meines Kollegen Prof. Koolman weitgehend an. Grundsätzlich sollten die wesentlichen funktionellen Gruppen der Verbindungen bekannt sein. Bei komplizierteren Verbindungen (Vitamine, Signalstoffe) reichen m. E. das Bauprinzip und die funktionellen Gruppen.

Viel Erfolg für Ihre Arbeit!

Mit freundlichen Grüßen,

Sehr geehrter Herr Hadjizada,

mit der mir zugegangenen "Strukturliste" bin ich einverstanden. Es ist meiner Meinung nach ein Minimalvorschlag.

Ich denke unsere Studenten sollten auch die Strukturen aller Metabolite der wichtigen Stoffwechselwege wissen (Glykolyse, Citratzyclus, Harnstoffzyclus). Allgemein wichtig sind weiter Phospholipide (Phosphatid), Proteindomänen an Beispielen (alpha-Helix/Hämoglobin; beta-Faltblatt/Immunoglobuline; Disulfidbrücke/Insulin), und tRNA.

Ich denke, dass das Denken in Strukturen ein wesentlicher Teil unseres Faches "Biochemie" ist.

Mit besten Grüßen

Formeln im 1. Teil der Ärztlichen Prüfung

Sehr geehrter Herr Hadjizada,

nach Rücksprache mit den meisten [REDACTED] Kollegen beantworte ich Ihre Anfrage nach der hier geforderten Kenntnis von chemischen Strukturformeln:

Abweichend von der versandten Liste von Verbindungen, die prinzipiell zutreffend ist, werden hier erwartet:

Zusätzlich bei "Einfachen Verbindungen": Wasserstoffperoxid, Superoxidanion, Hydroxylion und Hydroxylradikal.

Für folgende Verbindungen wird nur der **prinzipielle Aufbau** (Grundstruktur, charakteristische Strukturmerkmale wie Aldehydgruppe beim Aldosteron, aromatischer Ring beim Östradiol etc.) erwartet:

Cholsäure, Glykocholsäure;

alle aufgeführten Vitamine u. Coenzyme, **zusätzlich**: Folsäure(derivate), Vitamin K;

die Signalstoffe: Noradrenalin, Adrenalin, Inositoltrisphosphat, Progesteron, Testosteron, Cortisol, Aldosteron, Östradiol, Calcitriol;

Bei den unter "Metabolite des Intermediärstoffwechsels" aufgeführten Säuren wird hier durchgängig - in Übereinstimmung mit den meisten Lehrbüchern - der Name der Anionen gegenüber dem der Säuren bevorzugt.

Mit freundlichem Gruß

Betreff: Strukturformeln

Datum: 07.03.2007 13:59:28

Sehr geehrter Herr Hadjizada,

Prof. [REDACTED] hat mich gebeten, Ihre an ihn gerichtete Anfrage bezüglich der für den 1. Abschnitt der ärztlichen Prüfung relevanten Strukturformeln zu beantworten.

Zu der von Ihnen mitgeschickten Liste, die meiner Meinung nach schon sehr vollständig ist, habe ich folgende Ergänzungen (* jeweils nur Bauprinzip):

Lipide: Taurocholsäure *, Triacylglycerine, Glycerophospholipide, Sphingomyeline*, Glykolipide (Cerebroside*, Ganglioside*)

Vitamine, Coenzyme: FAD*, CoenzymA*

Signalstoffe: Eicosanoide*

Mit freundlichen Grüßen

Bei uns wird das aktive Aufzeichnen von chemischen Strukturformeln nur noch in der mündlichen Physikumsprüfung verlangt. In der schriftlichen Klausur müssen vorgegebene Formeln erkannt und Fragen dazu beantwortet werden.

Meine Anmerkungen in Ihrer Liste stellen wahrscheinlich die Minimalanforderungen dar. Manche Prüfer werden u.U. mehr verlangen. Ich habe im Sinne der Minimalanforderungen alle die Verbindungen durchgestrichen, von denen wir nicht notwendig verlangen, dass Sie ein Prüfling zeichnen können muss. Anders ausgedrückt: Wenn ein Prüfling eine oder mehrere der nicht durchgestrichenen Verbindungen gar nicht aufs Papier bringt, ist das Bestehen der Prüfung akut gefährdet.

Manche Verbindungen habe ich zwar durchgestrichen, aber gleichzeitig eingeklammert. Solche Verbindungen müssen vom Prüfling zumindest ansatzweise, im Sinne des Bauprinzips, skizziert werden können und müssen auf jeden Fall erkannt und erklärt werden können. Andernfalls ist ebenfalls das Bestehen der Prüfung gefährdet. Zusätzlich zu Ihrer Liste habe ich hier noch das Bauprinzip der Phosphoglycerolipide eingefügt. Ebenfalls zusätzlich habe ich noch angemerkt, dass in mündlichen Prüfungen auch Kenntnisse aus der Molekularbiologie in Cartoon-Form wiedergegeben werden müssen. Das sind zwar keine chemischen Formeln im strengen Sinne, aber die richtige Wiedergabe von 5'-3' Richtung an den DNA- und RNA-Strängen oder N- und C-Terminus einer Polypeptidkette oder von einer Codon-Anticodon-Wechselwirkung etc. bei Replikation, Transkription und Translation beruht auch auf dem Verständnis der zugrundeliegenden Molekülbausteine. Grundsätzlich sollte betont werden, dass nicht nur das Zeichnen einer Verbindung gefragt wird, sondern auch Umwandlungen, wie z.B. eine Phosphorylierung oder andere Schritte in den gängigen Stoffwechselwegen. Vom Stoffumfang her muss jeder Prüfling mit jeder der von Ihnen angegebenen Verbindungen etwas anfangen können. Ein guter Prüfling wird über die von mir angegebenen Minimalforderungen hinaus einen großen Teil Ihrer Liste aktiv zeichnen können.

Sie können sich bei weiteren Fragen gerne an mich wenden.

Mit freundlichen Grüßen,

Anlage

Liste von Strukturformeln, die ein Studierender der Medizin oder Zahnmedizin in der 1. ärztlichen Prüfung beherrschen sollte

Die Liste orientiert sich an der Approbationsordnung für Ärzte vom 27. Juni 2002 und am Gegenstandskatalog des Institutes für Medizinische und Pharmazeutische Prüfungsfragen.

Stoffgruppe	Verbindungen
Funktionelle Gruppen	Hydroxy-, Aldehyd-, Keto-, Carboxyl-, Amino-, Thiol-Gruppe
Bindungstypen	Ester, Ether, Thioester, Säureanhydrid, Säureamid, Glykosid
Einfache Verbindungen	Wasser, Ammoniak, Ameisensäure, Kohlensäure, Essigsäure, Oxalsäure, Propionsäure, Phosphorsäure, Salzsäure, Schwefelsäure, Salpetersäure, Kohlendioxid, Aceton
Ringsysteme	Cyclopentan , Cyclohexan , Benzen, Pyrrol, Imidazol, Pyridin, Pyrimidin, Indol, Purin, Furan , Pyran
Kohlenhydrate	Glucose, Galactose, Mannose, Fructose , Ribose, Desoxyribose, Saccharose, Lactose, Maltose, Glucuronsäure
Aminosäuren	alle proteinogenen Aminosäuren, Citrullin, Ornithin, β-Alanin <i>einzelne: Gly, Ser, Ala, Glu, Asp, Asn</i>
Lipide <i>β-aminolipid</i> <i>Phosphoglycolipid</i>	Buttersäure, Palmitinsäure, Stearinsäure, Ölsäure, Linolsäure, Linolensäure, Arachidonsäure , Sphingosin , Cholesterol , Cholsäure, Glykocholsäure*, Acetessigsäure, 3-Hydroxybuttersäure
Nucleobasen, Nucleotide	Adenin , Guanin , Cytosin , Thymin , Uracil , ATP , GTP , UTP , CTP , CTPP <i>β-aminolipid</i>
Metabolite des Intermediärstoffwechsels	Malonsäure, Brenztraubensäure, Milchsäure, Glycerol, Citronensäure, 2-Oxoglutarinsäure, Bernsteinsäure, Fumarinsäure, Äpfelsäure, Oxalacetat, Harnsäure , Kreatin , Kreatinin , Harnstoff, Carnitin
Vitamine, Coenzyme	Vitamin A*, C, D*, Nicotinsäure, NAD , Pyridoxal *
Signalstoffe	Acetylcholin , Dopamin , Noradrenalin , Adrenalin , GABA, Serotonin, Histamin, Stickstoffmonoxid, cAMP , Diacylglycerol, Inositoltrisphosphat, Progesteron, Testosteron, Cortisol , Aldosteron, Östrogen, Calcitriol*, Thyroxin
Makromoleküle (nur prinzipieller Aufbau)	Peptid, Protein, RNA, DNA, Glycogen, Stärke, Cellulose, Proteoglykan, Häm

* nur das Bauprinzip, nicht jedes einzelne Detail

Molekulare Biologie: Transkription, Replikation, Translation
 5' → 3'
 N → C - Terminierung
 Leit-Folge-Strang
 komplementärer Strang

vielen Dank für Ihre Zuschrift (ohne Datum), in der Sie die Frage nach meiner Meinung und meinen Vorschlägen über die Wissensanforderungen für Studierende der Medizin und Zahnmedizin zur Ärztlichen Vorprüfung (Physikum) stellen.

Eine pauschale Beantwortung dieser Frage ist schon deshalb nicht möglich, weil für Studierende der Humanmedizin vom IMMP ein Katalog herausgegeben wird, der die Lerninhalte definiert, aber für Studierende der Zahnmedizin mit Recht keine Gültigkeit hat.

Bei der für alle Medizinstudierenden obligaten mündlichen Prüfung muss man sich an lokalen Faktoren (Vorlesungsstoff, Tutorien u. ä.) orientieren. Hier sind die Prüfungsanforderungen weitgehend Ermessenssache des prüfenden Hochschullehrers.

In diesem Zusammenhang steht auch die Frage, aus welchen Gründen die Biochemie mit ihren vielen Formeln und Reaktionsschemata überhaupt gelehrt und gelernt werden muss. Die Antwort darauf lautet nicht etwa „um das Physikum zu bestehen“ (was natürlich auch wichtig ist), sondern in erster Linie geht es um das optimale Rüstzeug für den klinischen Teil des Studiums. Der Studierende soll in die Lage versetzt werden, die Molekulare Medizin zu verstehen, ihren rasanten Aufstieg mit zu verfolgen und im Laufe seines Berufslebens auch zu praktizieren. Darauf sollte der Schwerpunkt der vorklinischen Ausbildung liegen und kann auch nur auf dieser Ebene nützlich sein. Dass dies nicht immer der Fall ist, liegt in erster Linie daran, dass der Unterrichtsstoff nicht von Medizinern, sondern von Naturwissenschaftlern vermittelt wird und die medizinischen Aspekte dabei meist zu kurz kommen.

Die Frage, welche Formeln der Student erkennen oder wiedergeben muss, ist schon im Ansatz falsch. Wichtig ist vielmehr, zu wissen welche prinzipielle Bedeutung die großen Reaktionswege und Zyklen für den anabolen und katabolen Stoffwechsel der Zelle haben, welche nutzbare Energie dabei entsteht und benötigt oder gewonnen wird, welche Signalgeber dabei wirksam werden und wo die Schwachstellen und Entgleisungsmöglichkeiten des Systems liegen (vom molekularen Defekt zum klinischen Symptom). Diese Kenntnisse sind heute Grundlage einer kausalen Behandlung und der Entwicklung neuer therapeutischer Ansätze. Dass man dafür nicht notwendigerweise die Formel einer bestimmten mehrfach ungesättigten Fettsäure oder der Neuraminsäure wiedergeben können muss oder wie genau die Umwandlung von einem Nucleosiddiphosphat in ein Desoxynucleosiddiphosphat verläuft, versteht sich von selbst.

Die mitgegebene Liste der vom IMMP [REDACTED] empfohlenen Strukturformeln ist im Prinzip schon okay, nur kann man mit der Kenntnis dieser Formeln keine molekulare Medizin betreiben.

Ich bin nicht sicher, ob Sie mit meinen Ausführungen sehr viel anfangen können, aber es war ja auch nur meine Meinung gefragt.

Für Ihr Studium wünsche ich Ihnen einen erfolgreichen Abschluss und bleibe

Mit freundlichen Grüßen

Betreff: Ihre Anfrage

Datum: 06.03.2007 08:20:52

Sehr geehrter Herr Hadjizada,

vielen Dank für Ihre Anfrage. Meine Antwort ist sehr kurz:

Ich finde, Medizinstudenten sollten nur Grundprinzipien und gar keine Strukturformeln kennen (die schlägt man im Bedarfsfall besser nach).

Lt. Ihrem Katalog würde ich deshalb NUR

- Funktionelle Gruppen
- Bindungstypen
- Wenige Vertreter von „Ringsysteme bis Lipide“
- Makromoleküle (nur prinzipieller Aufbau)

nennen.

Alles andere ist meiner PERSÖNLICHEN Ansicht nach unnötiger Ballast, der vom Verständnis biochemischer Zusammenhänge ablenkt.

Hoffentlich hat diese Meinung in Ihrem Konzept Platz.

Mit freundlichen Grüßen

Sehr geehrter Herr Hadjizada,

ich habe Ihnen in der Anlage die Liste unserer Strukturformeln im Anhang des Skriptes des 2. Semesters Biochemie kopiert (die Liste gilt aber für alle 4 Semester der vorklinischen Auszubildung). Die fett hervorgehobenen Strukturformeln sollten die Studenten kennen. Derzeit wird der Lernzielkatalog erarbeitet und damit könnten sich Veränderungen in der Liste ergeben.

Mit freundlichen Grüßen

lieber herr hadjizada,

ich bin der meinung, dass der medizinstudent im physikum nur sachen wissen muss, die er auch spaeter als arzt wissen muss und dazu gehoeren nach meiner meinung keine chem. strukturformel.

Sehr geehrter Herr Hadjizada,

Prof. [REDACTED] dankt Ihnen für Ihr Schreiben bezüglich der Strukturformeln für das Physikum.

Wir sind der Meinung, dass die Studiengänge der Medizin und Zahnmedizin schon jetzt völlig überreglementiert sind. Eine weitere Reglementierung in Form eines Strukturformelkatalogs für das Physikum möchten wir aus juristischen Gründen nicht empfehlen.

Mit freundlichen Grüßen

Sehr geehrter Herr Qassem Hadjizada,

da ich nicht mehr in der Medizinerbildung tätig bin, kann ich keine aktuellen Vorschläge machen.

Danke für Ihr Verständnis und gute Wünsche für Erfolg!

Mit freundlichen Grüßen

Sehr geehrter Herr Hadjizada,

ich wünsche ihnen für ihre Dissertation viel Erfolg, auch wenn ich ihren Sinn nicht ganz verstehe. Sie sollten sich einmal Unterlagen aus schriftlichen Physikumsprüfungen besorgen. Dann werden sie sehen, dass das Grundübel sämtlicher ärztlichen Prüfungen darin besteht, dass nicht das Verständnis für einen Sachverhalt besteht, sondern bestimmte Fakten auswendig gelernt werden. Dies kann sich z.B. darin äußern, dass ein Student in der Lage ist alle Strukturformeln aufzumalen, aber unfähig, die Bedeutung der Aminosäure Alanin im Stoffwechsel zu erläutern. Entscheiden sie einmal für sich, was sie für wichtiger erachten. Approbationsordnung hin oder her, ich wünsche mir, dass die Studierenden zum Physikum einen Überblick über den Stoffwechsel haben, die Wechselbeziehungen im Stoffwechsel und diese zellulären Strukturen oder Organen zuordnen können. Ob sie dann noch die Formel für Testosteron wiedergeben können oder nicht, ist für mich nur von untergeordneter Bedeutung.

Sehr geehrter Herr Hadjizada,

nach Rücksprache mit Herrn Prof. [REDACTED] bzgl. Ihres o.g. Schreibens bitten wir Sie, sich mit Ihren Fragen an den Lehrbeauftragten der Biochemie, Herrn Prof. [REDACTED] zu wenden:

[REDACTED]

Mit freundlichen Grüßen

Hallo Herr Hadjizada,

haben Sie besten Dank für Ihren Brief. Ihr Promotionsprojekt finde ich interessant und wichtig. Viel Glück bei der Arbeit!

Albrecht Kossel (Nobelpreis 1910) hat 30 „Grundbausteine“ des Lebens postuliert und viele, wie das Adenin oder Histidin, auch selbst entdeckt.

Diese Grundbausteine, die in der präbiotischen Evolution¹ wahrscheinlich auch zu den ersten gehörten (De Duve, Nordhoff), sollte ein Medizinstudent beherrschen:

21 proteinogene Aminosäuren

5 Nucleinbasen

Ribose und Glucose

Ölsäure

[Pantethein, sehr, sehr alt, aber zu speziell]

sowie den (Dimethyl)**Gonan-Ring mit Nummerierung**

und das Cholin.

¹Ich erlaube mir, Ihnen den Text zum EVOTECNO – dem einzigen Tecno, den ich betextet habe - zu schicken. Auf der rechten Seite stehen die physikochemischen Erklärungen.

Soweit zu meiner Liste, die eine Teilmenge Ihrer Liste darstellt. Vorschläge zu Ihrem Konzept:

Streichen würde ich:

Oxalsäure, Salpetersäure, Citrullin, β -Alanin, Citronensäure, Kreatinin, Carnitin.

* Sternchen sollten noch bekommen: Sphingosin, Cholsäure, Cholesterin, Inositoltrisphosphat, Testosteron, Aldosteron, Thyroxin und Häm (Häm geht aus der Makromolekülgruppe in die Coenzymgruppe)

Ergänzen würde ich:

Oxogruppe (für Aldehyd- und Ketogruppe),

Ethanol,

Milchsäure (R- und S-Lactat),

Glutathion (als uraltes und weit verbreitetes Peptid),

und Hämoglobin* in der Makromolekülgruppe.

Tricks für die Nummerierung des Gonansystems und für das Skizzieren des Hämgerüsts – beginnend mit dem Rote-Kreuz-Logo und Ergänzung zum Porphyrin - schicke ich Ihnen per Post.

Verschiedene Vorschläge

Wo immer möglich, auch die bei pH 7 vorherrschende Form erwähnen, also $\text{NH}_3/\text{NH}_4^+$, Formiat/Ameisensäure, Acetat/Essigsäure, Schwefelsäure/Sulfat etc.

b) Evtl. „yl“-Verbindungen erklären:

Formyl, Acetyl, Stearyl, Phosphoryl etc.

c) Irgendwie habe ich immer noch das Gefühl, das Ihre Liste eher zu umfangreich ist, habe aber keine Idee, wo man sie ändern könnte.

Mit besten Grüßen, auch an Herrn Professor Koolman,

Zusammenfassung: PRÄBIOTISCHE EVOLUTION

**Für die 30 Stars des Lebens
war die Frühphysik des Bebens
auf der primitiven Erde
ein heißer Auftrag, der hieß:
Werde!**

- AS, Adenin u.a. Basen, Ribose, Ölsäure, Pantethein
- Energieentladungen in der Urzeit
- Gase, Öden, Ozeane unter grünem Himmel
- über 80°C, pH 2, hohe hydrostat. Drucke
- Millers, Ponamparumas, Orós Simulationen

**Dann kam der Stein des Weisen:
uv nimm dir und Eisen,
plus deftige Thiole
und Säurenmix der Kohle:¹⁾
So entstand als Biomäster
Energie der Thioester.**

z.B. Pyrit (= FeS_2)
 $2 \text{Fe}^{2+} \rightarrow 2 \text{Fe}^{3+} + 2 \text{e}^-$ (unter uv-Stahlung)
 $\text{R}_1\text{-SH}$
 $\text{R}_2\text{-COOH}$
(Mäster der Biomasse)
 $\text{R}_1\text{-S-CO-R}_2$

**Peptide schuf sie, Ungetüme –
jedoch schon Primitivenzyme -,
und sie zog als Anhydrid
Phosphat dann in die Evo mit:
ATP war zwingend da.
als PolyA die RNA.
Zugleich entstanden Coenzyme,
und bereitet war die Bühne**

- Multimere
- Katalyse für Wachstum der Biomasse
 $\text{R}_2\text{-CO-O-PO}_3^{2-}$
- aus P_i , Adenosin und gem. Anhydrid
 $n \times \text{ATP} \rightarrow \text{A}_n + n \times \text{PP}_i$

**für DieNA Sie wissen schon,
die Welt mit diesem neuen Ton:
Information,
Mutation,
Selektion,
Evolution,
dooby, dooby- Klon für Klon.**

(EVOTECNO. Musik Lassatess,
Text Schirmer, 21. 11. MMI)

1) oder „Oxomix der Kohle“
(R-CHO und 2-Oxosäuren)

Damals und heute

ASPEKT	Präbiotische Welt	Rezente Biosphäre
Bausteine des Lebendigen (Aminosäuren, AGCU, Coenzyme, Lipide)	Entstehung aus einfacheren Verbindungen unter den physikochemischen Extrembedingungen im tobenden Chaos (vgl. Simulations-experimente von Miller)	Entstehung durch Synthese im Inneren Milieu
Situation des nicht-biologischen Schwefels	H ₂ S und Thiole	Sulfate
Situation des nichtbiologischen Eisens	Fe ²⁺ und Fe ³⁺ im Gleichgewicht	Eisenoxyde als Mineralien
Sauerstoff (O ₂) in der Atmosphäre	Etwa 1 mm Hg	Etwa 150 mm Hg
Ozonschicht	Kaum vorhanden	(noch) vorhanden
Katalysatoren für biochemische Prozesse	Peptide, Aminosäuren, Pyrit-Oberflächen und andere Minerale, Tone, Eisenschwefel-Cluster	Enzyme, Ribozyme – arbeiten sehr sauber (100%) und sehr schnell im Vergleich zu chemischen Katalysatoren
Externe Energetisierung der biologischen Prozesse	UV-Licht an der Erdoberfläche; hydrothermische Tiefseeschlote	Sichtbares Licht an der Erdoberfläche (schwarze Raucher)
Zentraler Prozess der Energiebereitstellung	Thioester-Synthese	ATP-Synthese
Synthese von Proteinen und anderen Makromolekülen	durch die chemischen Verhältnisse bestimmt	durch Information bestimmt (vgl. zentrales Dogma)
Leben in dem Milieu, in dem Leben entstehen könnte	Nein (Ch. Darwin)	Ja

ASPEKT	Präbiotische Welt	Rezente Biosphäre
Zentrale energie-liefernde Reaktion für Synthesen	Spaltung von Thioestern	ATP → ADP und P _i
Phosphat	Mußte erst in die Prä-Biosphäre eingebracht werden, wahrscheinlich durch Phosphorylyse von Thioestern (vgl. GAPDH-Reaktion)	Ist vorhanden, z. B. in ATP, DNA, Coenzymen u. v. a. m.
Pyrophosphat = Diphosphat = Phosphorsäureanhydrid = PP _i	Phosphat spaltet Säureanhydride (Acylphosphate) zu Säure und Diphosphat	Spaltung von ATP in AMP und PP _i
AMP	Adenin aus HCN, Ribose aus Formaldehyd, Phosphat aus Pyrophosphat	Im Zytosol als 15 Stufen-Synthese
ATP-Synthese	Pyrophosphat spaltet Säureanhydride (Acyl-Adenylate); Phosphorylierung von AMP durch PP _i	Phosphorylierung von ADP durch Protonengradienten und Substratkettenphosphorylierung
RNA	Polymerisation von ATP und NTPs unter PP_i-Abspaltung	DNA-gesteuert
Erklärungsgewinne durch die Chemie	sehr groß	geringer, wegen Mißachtung des Inneren Milieus oft problematisch

Verschiedenes

Verteilung der Atome an der Erdoberfläche

Abrahamsche Religionen – die nachvollziehbare Erschaffung der Welt aus dem Nichts

Miller, Oró: Simulationsexperimente, beispielsweise Adenin und Ribose

Präbiotische Energie

Prinzip der Übereinstimmung unter Berücksichtigung der Reversibilität

Betreff: 1. Abschnitt der ärztlichen Prüfung

Sehr geehrter Herr Hadjizada,

Bezug nehmend auf Ihre Anfrage an Prof. [REDACTED] welche Strukturformeln ein Studierender der Medizin im Physikum beherrschen sollte, habe ich Ihnen ein Blatt beigefügt, auf dem die relevanten Strukturformeln angegeben sind.

Ich wünsche Ihnen viel Erfolg für Ihre Dissertation.

Praktikumsskript Biologie 3. FS

Stickstoffstoffwechsel

N-Bilanz: katabole und anabole Stoffwechselsituation (klinische Beispiele), N-Kreislauf im Organismus.

Einteilung der Aminosäuren: essentielle und nicht-essentielle, glukoplastische und ketoplastische.

Verdauung und Resorption von Proteinen und Aminosäuren: Proteolyse im Magen/Darm-Trakt, Aminosäuretransporter in Leber, Niere, Darm.

Stoffwechselwege der Aminosäuren: Transaminierung (GPT, GOT), nicht-dehydrierende Desaminierung (Serin-Dehydratase), oxidative Desaminierung, Glutamin-Stoffwechsel, Aspartatzyklus, Ablauf, Regulation und Pathobiochemie des Harnstoffzyklus, Bedeutung der Glutaminase für die Kompensation der metabolischen Azidose, Sulfat als Endprodukt des Abbaus S-haltiger Aminosäuren, aktives Sulfat.

Stoffwechselwege der Nukleotide: Struktur und Biosynthese von Purinen und Pyrimidinen mit Schlüsselenzymen und Regulation, Synthese von Desoxynukleotiden und Thymidylat, Chemotherapie mit Fluoruracil und Folsäureantagonisten (Methotrexat), Abbau der Purinnukleotide, Salvage-Pathway.

Pathobiochemie: Phenylketonurie, Ketoacidurie, Gicht, Allopurinol, SCID, Adenosin-desaminase-Mangel.

Biogene Amine: Bildung und Funktion von Adrenalin, Histamin, Serotonin, GABA.

Methoden: enzymatische Bestimmung von Ammoniak und Harnstoff.

Vitamine

Definition, Einteilung in wasser- und fettlöslich, Vorkommen, Stabilität in Nahrungsmitteln, Provitamine, Mangelkrankungen (A- und Hypovitaminosen), Hypervitaminosen.

Funktion, Vorkommen und Bedeutung für den Stoffwechsel folgender Vitamine: A - Retinol, B1 - Thiamin, B2 - Riboflavin, B3 - Niacinamid, B9 - Folsäure, B12 - Cobalamin, C - Ascorbinsäure, D - Calciferol, E - Tocopherol, H - Biotin, K - Phyllochinon.

Mineralien und Spurenelemente: Magnesium, Eisen (Häm, Hämoglobin, Cytochrome), Zink, Kupfer, Selen, Jod (Schilddrüsenhormone, Regulation der Sekretion), Kobalt, Fluor (Knochen und Zähne).

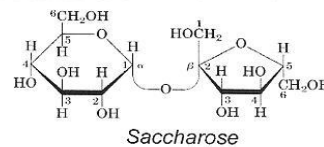
Methoden: Chromatographische Trennverfahren (Dünnschicht-, Ionenaustausch-, Gelchromatographie).

Strukturformeln

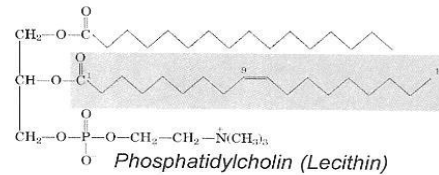
Aktives Zeichnen der im Anschluss angegebenen Verbindungen; weitere wichtige Formeln müssen erkannt werden.

allgemein: Oxidationsstufen des Kohlenstoffs (Kohlenwasserstoff/Alkohol/Aldehyd/Keton/Carbonsäure), Redox-Reaktionen, Ester, Säureamide (auch Peptidbindung), Säureanhydride, Amine, Disulfidbindung, Wasserstoffbrückenbindung.

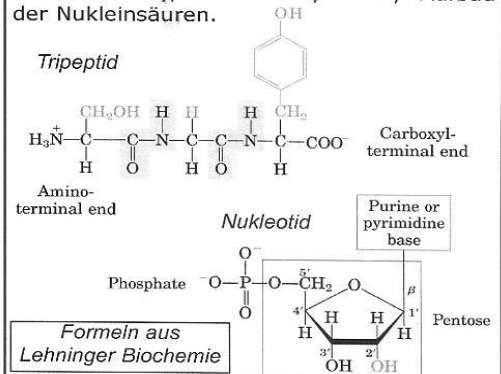
Kohlenhydratstoffwechsel: Glukose (Ringform), Halbacetalbildung, Glykosidische Bindung, Saccharose, Ribose, Desoxyribose; Glycerinaldehyd, Glycerinsäure (Glycerinaldehyd-Dehydrogenase-Reaktion), Phosphorsäure-Ester der Zucker (z.B. Glukose-6-phosphat), Pyruvat, Lactat.



Fettstoffwechsel: Fettsäuren (Essig-, Propion-, Palmitin-, Stearin-, Ölsäure), Phosphatidylcholin, Glycerin, Diacylglycerol, Succinat, Malonsäure, Oxalacetat, α -Ketoglutarat, Thioester mit CoA (nicht die CoA-Formel), Acetessigsäure.



Stickstoffstoffwechsel: ausgewählte Aminosäuren (Gly, Ala, Ser, Phe, Tyr, Glu, Gln, Asp, Asn, Cys, Lys, Met), Carbamoylphosphat, Harnstoff, Nukleotide (nicht die Basenformeln), Nucleoside, cAMP, Aufbau der Nucleinsäuren.



Anlage**Liste von Strukturformeln, die ein Studierender der Medizin oder Zahnmedizin in der 1. ärztlichen Prüfung beherrschen sollte**

Die Liste orientiert sich an der Approbationsordnung für Ärzte vom 27. Juni 2002 und am Gegenstandskatalog des Institutes für Medizinische und Pharmazeutische Prüfungsfragen.

Stoffgruppe	Verbindungen
Funktionelle Gruppen	Hydroxy-, Aldehyd-, Keto-, Carboxyl-, Amino-, Thiol-Gruppe
Bindungstypen	Ester, Ether, Thioester, Säureanhydrid, Säureamid, Glykosid
Einfache Verbindungen	Wasser, Ammoniak, Ameisensäure, Kohlensäure, Essigsäure, Oxalsäure, Propionsäure, Phosphorsäure, Salzsäure, Schwefelsäure, Salpetersäure, Kohlendioxid, Aceton
Ringsysteme	Cyclopentan, Cyclohexan, Benzen, Pyrrol, Imidazol, Pyridin, Pyrimidin, Indol, Purin, Furan, Pyran
Kohlenhydrate	Glucose, Galactose, Mannose, Fructose, Ribose, Desoxyribose, Saccharose, Lactose, Maltose, Glucuronsäure .
Aminosäuren	alle proteinogenen Aminosäuren, Citrullin, Ornithin, β -Alanin <i>L-Homocystein</i>
Lipide	Buttersäure, Palmitinsäure, Stearinsäure*, Ölsäure, Linolsäure, Linolensäure, Arachidonsäure*, Sphingosin, Cholesterol*, Cholsäure, Glykocholsäure*, Acetessigsäure, 3-Hydroxybuttersäure,
Nucleobasen, Nucleotide	Adenin, Guanin, Cytosin, Thymin, Uracil, ATP, GTP, UTP, CTP, dTTP
Metabolite des Intermediärstoffwechsels	Malonsäure, Brenztraubensäure, Milchsäure, Glycerol, Citronensäure, 2-Oxoglutarinsäure, Bernsteinsäure, Fumarinsäure, Äpfelsäure, Oxaloesigsäure, Harnsäure, Kreatin, Kreatinin, Harnstoff, Carnitin, <i>Glycin aldehyd 3-phosphat, Acetyl Co A</i>
Vitamine, Coenzyme	Vitamin A*, C, D*, Nicotinsäure, NAD, Pyridoxal*,
Signalstoffe	Acetylcholin, Dopamin, Noradrenalin, Adrenalin, GABA, Serotonin, Histamin, Stickstoffmonoxid, cAMP, Diacylglycerol, Inositoltrisphosphat, Progesteron, Testosteron, Cortisol*, Aldosteron, Östrogen, Calcitriol*, Thyroxin
Makromoleküle (nur prinzipieller Aufbau)	Peptid, Protein, RNA, DNA, Glycogen, Stärke, Cellulose, Proteoglykan, Häm*

* nur das Bauprinzip, nicht jedes einzelne Detail

*Krebsneigende
Stoffe*

*Benzol, TCDD, Formaldehyd, Pyrene**

Anlage**Liste von Strukturformeln, die ein Studierender der Medizin oder Zahnmedizin in der 1. ärztlichen Prüfung beherrschen sollte**

Die Liste orientiert sich an der Approbationsordnung für Ärzte vom 27. Juni 2002 und am Gegenstandskatalog des Institutes für Medizinische und Pharmazeutische Prüfungsfragen.

Stoffgruppe	Verbindungen
Funktionelle Gruppen	Hydroxy-, Aldehyd-, Keto-, Carboxyl-, Amino-, Thiol-Gruppe <i>methyl-, acetyl-Gruppe</i>
Bindungstypen	Ester, Ether, Thioester, Säureanhydrid, Säureamid, Glykosid
Einfache Verbindungen	Wasser, Ammoniak, Ameisensäure, Kohlensäure, Essigsäure, Oxalsäure, Propionsäure, Phosphorsäure, Salzsäure, Schwefelsäure, Salpetersäure, Kohlendioxid, Aceton
Ringsysteme	Cyclopentan, Cyclohexan, Benzen, Pyrrol, Imidazol, Pyridin, Pyrimidin, Indol, Purin, Furan, Pyran <i>g</i>
Kohlenhydrate	Glucose, Galactose, Mannose, Fructose, Ribose, Desoxyribose, Saccharose, Lactose, Maltose, Glucuronsäure .
Aminosäuren	alle proteinogenen Aminosäuren, Citrullin, Ornithin, β -Alanin
Lipide	Buttersäure, Palmitinsäure, Stearinsäure, Ölsäure, Linolsäure, Linolensäure, Arachidonsäure, Sphingosin, Cholesterol, Cholsäure, Glykocholsäure*, Acetessigsäure, 3-Hydroxybuttersäure
Nucleobasen, Nucleotide	Adenin, Guanin, Cytosin, Thymin, Uracil, ATP, GTP, UTP, CTP, dTTP
Metabolite des Intermediärstoffwechsels	Malonsäure, Brenztraubensäure, Milchsäure, Glycerol, Citronensäure, 2-Oxoglutarinsäure, Bernsteinsäure, Fumarinsäure, Äpfelsäure, Oxaloesigsäure, Harnsäure, Kreatin, Kreatinin, Harnstoff, Carnitin
Vitamine, Coenzyme	Vitamin A*, C, D*, Nicotinsäure, NAD, Pyridoxal*,
Signalstoffe	Acetylcholin, Dopamin, Noradrenalin, Adrenalin, GABA, Serotonin, Histamin, Stickstoffmonoxid, <i>Neurotransmitter</i> cAMP, Diacylglycerol, Inositoltrisphosphat Progesteron, Testosteron, Cortisol, Aldosteron, Östrogen, Calcitriol*, Thyroxin
Makromoleküle (nur prinzipieller Aufbau)	Peptid, Protein, RNA, DNA, Glycogen, Stärke, Cellulose, Proteoglykan, Häm

* nur das Bauprinzip, nicht jedes einzelne Detail

* Prinzipien der Differenzen, nicht alle Details

Liste von Strukturformeln, die ein Studierender der Medizin oder Zahnmedizin in der 1. ärztlichen Prüfung beherrschen sollte

Die Liste orientiert sich an der Approbationsordnung für Ärzte vom 27. Juni 2002 und am Gegenstandskatalog des Institutes für Medizinische und Pharmazeutische Prüfungsfragen.

Stoffgruppe	Verbindungen
Funktionelle Gruppen	<u>Hydroxy-</u> , <u>Aldehyd-</u> , <u>Keto-</u> , <u>Carboxyl-</u> , <u>Amino-</u> , <u>Thiol-</u> Gruppe
Bindungstypen	<u>Ester</u> , <u>Ether</u> , <u>Thioester</u> , <u>Säureanhydrid</u> , <u>Säureamid</u> , <u>Glykosid</u>
Einfache Verbindungen	<u>Wasser</u> , <u>Ammoniak</u> , <u>Ameisensäure</u> , <u>Kohlensäure</u> , <u>Es-sigsäure</u> , <u>Oxalsäure</u> , <u>Propionsäure</u> , <u>Phosphorsäure</u> , <u>Salzsäure</u> , <u>Schwefelsäure</u> , <u>Salpetersäure</u> , <u>Kohlendioxid</u> , <u>Aceton</u>
Ringsysteme	<u>Cyclopentan</u> , <u>Cyclohexan</u> , <u>Benzen</u> , <u>Pyrrol</u> , <u>Imidazol</u> , <u>Pyridin</u> , <u>Pyrimidin</u> , <u>Indol</u> , <u>Purin</u> , <u>Furan</u> , <u>Pyran</u>
Kohlenhydrate	<u>Glucose</u> , <u>Galactose</u> , <u>Mannose</u> , <u>Fructose</u> , <u>Ribose</u> , <u>Deso-xyribose</u> , <u>Saccharose</u> , <u>Lactose</u> , <u>Maltose</u> , <u>Glucuronsäure</u> .
Aminosäuren	<u>alle proteinogenen Aminosäuren</u> , <u>Citrullin</u> , <u>Ornithin</u> , β -Alanin
Lipide <i>Nur prinzipiell Aufbau</i>	<u>Buttersäure</u> , <u>Palmitinsäure</u> , <u>Stearinsäure</u> , <u>Ölsäure</u> , <u>Linolsäure</u> , <u>Linolensäure</u> , <u>Arachidonsäure</u> , <u>Sphingosin</u> , <u>Cholesterol</u> , <u>Cholsäure</u> , <u>Glykocholsäure*</u> , <u>Acetessigsäure</u> , <u>3-Hydroxybuttersäure</u>
Nucleobasen, Nucleotide	<u>Adenin</u> , <u>Guanin</u> , <u>Cytosin</u> , <u>Thymin</u> , <u>Uracil</u> , <u>ATP</u> , <u>GTP</u> , <u>UTP</u> , <u>CTP</u> , <u>dTTP</u>
Metabolite des Intermedi- ärstoffwechsels	<u>Malonsäure</u> , <u>Brenztraubensäure</u> , <u>Milchsäure</u> , <u>Glycerol</u> , <u>Citronensäure</u> , <u>2-Oxoglutarsäure</u> , <u>Bernsteinsäure</u> , <u>Fu-marsäure</u> , <u>Äpfelsäure</u> , <u>Oxalessigsäure</u> , <u>Harnsäure</u> , <u>Kreatin</u> , <u>Kreatinin</u> , <u>Harnstoff</u> , <u>Carnitin</u>
Vitamine, Coenzyme	Vitamin A*, C, D*, Nicotinsäure, NAD, Pyridoxal*
Signalstoffe	<u>Acetylcholin</u> , <u>Dopamin</u> , <u>Noradrenalin</u> , <u>Adrenalin</u> , <u>GABA</u> , <u>Serotonin</u> , <u>Histamin</u> , <u>Stickstoffmonoxid</u> , cAMP, <u>Diacylglycerol</u> , <u>Inositoltrisphosphat</u> <u>Progesteron</u> , <u>Testosteron</u> , <u>Cortisol</u> , <u>Aldosteron</u> , <u>Östra-diol</u> , <u>Calcitriol*</u> , <u>Thyroxin</u>
Makromoleküle (nur prinzipieller Aufbau)	<u>Peptid</u> , <u>Protein</u> , <u>RNA</u> , <u>DNA</u> , <u>Glycogen</u> , <u>Stärke</u> , <u>Cellulose</u> , <u>Proteoglykan</u> , <u>Häm</u>

* nur das Bauprinzip, nicht jedes einzelne Detail

Mit kleineren Größen

Ergebnis der zweiten Experten- Umfrage:

Betrifft: Dissertation

Sehr geehrter Herr Hadjizada,

hiermit erlaube ich mir, auf Ihre Anfrage an Prof. [REDACTED] zu antworten. Prof. [REDACTED] ist seit einem Jahr emeritiert und wollte sich nach seinem Bekunden nun weniger um Belange des universitären Lernens kümmern. Deshalb sind Prof. [REDACTED] Prof. [REDACTED] und ich überein gekommen, dass wir Ihre Anfrage nicht einfach unbeantwortet lassen sollten.

Man benötigt schon etwas mehr Zeit für die Kontrolle der CD als nur 15 Minuten, aber das ist in Ordnung. Die Übersichtlichkeit der ausgewählten Formeln ist recht gut. Schön anschaulich ist auch die Interaktion über die gelben Kästchen. Ein paar orthographische und grammatikalische Fehler sind nicht wirklich störend. Rationell betrachtet, ist diese Auflistung der etwa 137 Formeln kurz, knapp und auch gut in den begleitenden Texten beschrieben. Trotzdem konnte ich mich nicht zum Ankreuzen des Fragebogens durchringen.

1. Das Aufgelistete ist sicher essentiell, aber es fehlen viele andere Formeln aus dem Stoffgebiet Biochemie.
2. Bei der Kürze der Darstellung gehen notwendigerweise Zusammenhänge verloren, so dass
3. einige Studenten zum „Schubkasten“-Lernen verleitet werden.
4. Die Übungsfragen sind klar formuliert, jedoch könnte bei Studenten der Eindruck entstehen, dass es keine komplexen Zusammenhänge und damit auch schwierige Fragen zu biochemischen Strukturen gibt.
5. Die Saccharoseformel auf S. 30 hat einen „Flüchtigkeitsfehler“, so dass die Fructose 7 C-Atome aufweist.
6. Die Frage auf S. 78 ist mit den angebotenen Alternativen nicht korrekt zu beantworten, denn die Auflistung der Aminosäuren in Peptiden geht vom N- Terminus aus, wie kurz vorher richtig erläutert, also Alanyl-Glycin (vergleichen Sie: γ -Glutamyl-Cysteinyl-Glycin für Glutathion!).

Wie Sie selbst eingangs schreiben, kann dieses Lernprogramm nur eine (preiswerte) Ergänzung zum Lehrbuch sein. Man kann eben „schnell mal üben“. Ihr Anspruch, eine „Sammlung physikumsrelevanter Strukturformeln“ zu erstellen, ist sicher lobenswert und

aufwändig zu realisieren, aber die Behauptung, es sei die einzige, halte ich für gewagt. Es verleitet zu einem minimalisierten Lernen.

Ihre Literaturliste ist insofern bemerkenswert, als dass sie ein Spektrum von Büchern enthält, die hier in Magdeburg empfohlen (z.B. „Karlsons Biochemie und Pathobiochemie“, 15. Auflage, 2005 oder „Löffler-Petrides“) werden oder aber ausdrücklich nicht empfohlen werden (z.B. „Kreutzig“ oder „Zeeck“). Unsere Erfahrungen zeigen, dass die Studenten gerne auch zum „Horn“ (Thieme) greifen.

Sie erfahren hiermit wieder einmal, dass die Meinungen selbst bei scheinbar klaren Sachverhalten auseinander gehen.

Ich wünsche Ihnen Erfolg für Ihre Promotion und verbleibe

mit freundlichen Grüßen

Sehr geehrter Herr Hadjizada,

Ihren Lernkurs habe ich mir angesehen und ich finde ihn sehr gut aufgebaut. Wenn man alle Informationen des Kurses "im Kopf" hat ist das auf jeden Fall zum Bestehen der Physikumsprüfung ausreichend. Ich denke aber, um als ein wesentlicher Bestandteil für die Lernkontrolle zu dienen, sollten mehr Übungsaufgaben vorhanden sein. Der Lernkurs könnte dazu verführen, die Strukturen nur nach diesem Kurs zu lernen, und dann würden noch Lücken bestehen, da viele Daten zwar in den Textteilen vorkommen aber nicht im Übungsteil abgefragt werden.

Da beim letzten Physikum z.T. nicht gewußt: Struktur von Malonyl-CoA (und Acetyl-CoA) sollte auch behandelt werden (habe ich evtl. auch übersehen); d.h. die Malonyl/Acetyl-Gruppe. Vom Coenzym A sollten zumindest wesentliche Strukturelemente bekannt sein.

Ein paar Veränderungsvorschläge:

4.1 Funktionelle Gruppen Frage 1:

Die funktionellen Gruppen farbig oder durch Kästchen markieren

16.3 Makromoleküle Frage 1:

Da die Amino-terminale Aminosäure zuerst genannt werden sollte, müsste das Peptid Alanyl-Glycin lauten



Viel Erfolg weiterhin mit Ihrem Projekt!

Mit freundlichen Grüßen

Dozentenumfrage zum Lernkurs
„Chemisch und biochemisch relevante Strukturformeln für das Physikum“

Bitte geben Sie bei den folgenden Aussagen zu dem Lernkurs **„Chemisch und biochemisch relevante Strukturformeln für das Physikum“** an, wie sehr Sie mit der Aussage übereinstimmen.

Inhalt des Lernkurses

1. Die im Lernkurs vorgestellten Strukturformeln entsprechen genau dem, was Studierende der Medizin/Zahnmedizin im Physikum wissen sollen.

Bitte kreuzen Sie die am besten zutreffende Aussage an:

trifft voll zu	trifft eher zu X	trifft eher nicht zu	trifft gar nicht zu	weiß ich nicht
----------------	---------------------	----------------------	---------------------	----------------

Didaktik des Lernkurses

2. Der Lernkurs ist inhaltlich so gestaltet, dass die Studierenden sich damit einfach und effizient das notwendige Wissen aneignen können.

Bitte kreuzen Sie die am besten zutreffende Aussage an:

trifft voll zu	trifft eher zu X	trifft eher nicht zu	trifft gar nicht zu	weiß ich nicht
----------------	---------------------	----------------------	---------------------	----------------

3. Die Reihenfolge der Strukturformeln in dem Lernkurs erlaubt ein systematisches Lernen

Bitte kreuzen Sie die am besten zutreffende Aussage an:

trifft voll zu X	trifft eher zu	trifft eher nicht zu	trifft gar nicht zu	weiß ich nicht
---------------------	----------------	----------------------	---------------------	----------------

4. Die Lehrtexte in dem Lernkurs sind klar und verständlich.

Bitte kreuzen Sie die am besten zutreffende Aussage an:

trifft voll zu	trifft eher zu X	trifft eher nicht zu	trifft gar nicht zu	weiß ich nicht
----------------	---------------------	----------------------	---------------------	----------------

5. Die Lehrtexte und Abbildungen ergänzen sich im Allgemeinen gut.

Bitte kreuzen Sie die am besten zutreffende Aussage an:

trifft voll zu	trifft eher zu X	trifft eher nicht zu	trifft gar nicht zu	weiß ich nicht
----------------	---------------------	----------------------	---------------------	----------------

6. Die grafischen Abbildungen sind im Allgemeinen anschaulich und korrekt.

Bitte kreuzen Sie die am besten zutreffende Aussage an:

trifft voll zu	trifft eher zu X	trifft eher nicht zu	trifft gar nicht zu	weiß ich nicht
----------------	---------------------	----------------------	---------------------	----------------

7. Die Anzahl der Übungsaufgaben im Lernkurs ist vollkommen ausreichend und sie erlauben eine gute Lernerfolgskontrolle

Bitte kreuzen Sie die am besten zutreffende Aussage an:

trifft voll zu	trifft eher zu	trifft eher nicht zu X	trifft gar nicht zu	weiß ich nicht
----------------	----------------	---------------------------	---------------------	----------------

8. Die Übungsaufgaben sind gut formuliert

Bitte kreuzen Sie die am besten zutreffende Aussage an:

trifft voll zu	trifft eher zu X	trifft eher nicht zu	trifft gar nicht zu	weiß ich nicht
----------------	---------------------	----------------------	---------------------	----------------

9. Die Übungsaufgaben sind angemessen schwierig

Bitte kreuzen Sie die am besten zutreffende Aussage an:

trifft voll zu	trifft eher zu X	trifft eher nicht zu	trifft gar nicht zu	weiß ich nicht
----------------	---------------------	----------------------	---------------------	----------------

Einsatz des Lernkurses

10. Eine Nutzung des Lernkurses zur Unterstützung der Präsenzlehre wäre auch für den Fachbereich, an dem ich lehre, wünschenswert.

Bitte kreuzen Sie die am besten zutreffende Aussage an:

trifft voll zu	trifft eher zu X	trifft eher nicht zu	trifft gar nicht zu	weiß ich nicht
----------------	---------------------	----------------------	---------------------	----------------

Kommentare

11. Welche Kritik und Anregungen zu dem Lernkurs haben Sie?

Dozentenumfrage zum Lernkurs
„Chemisch und biochemisch relevante Strukturformeln für das Physikum“

Bitte geben Sie bei den folgenden Aussagen zu dem Lernkurs **„Chemisch und biochemisch relevante Strukturformeln für das Physikum“** an, wie sehr Sie mit der Aussage übereinstimmen.

Inhalt des Lernkurses

1. Die im Lernkurs vorgestellten Strukturformeln entsprechen genau dem, was Studierende der Medizin/Zahnmedizin im Physikum wissen sollen.

Bitte kreuzen Sie die am besten zutreffende Aussage an:

trifft voll zu	trifft eher zu <input checked="" type="checkbox"/>	trifft eher nicht zu	trifft gar nicht zu	weiß ich nicht
----------------	---	----------------------	---------------------	----------------

Didaktik des Lernkurses

2. Der Lernkurs ist inhaltlich so gestaltet, dass die Studierenden sich damit einfach und effizient das notwendige Wissen aneignen können.

Bitte kreuzen Sie die am besten zutreffende Aussage an:

trifft voll zu <input checked="" type="checkbox"/>	trifft eher zu	trifft eher nicht zu	trifft gar nicht zu	weiß ich nicht
---	----------------	----------------------	---------------------	----------------

3. Die Reihenfolge der Strukturformeln in dem Lernkurs erlaubt ein systematisches Lernen

Bitte kreuzen Sie die am besten zutreffende Aussage an:

trifft voll zu <input checked="" type="checkbox"/>	trifft eher zu	trifft eher nicht zu	trifft gar nicht zu	weiß ich nicht
---	----------------	----------------------	---------------------	----------------

4. Die Lehrtexte in dem Lernkurs sind klar und verständlich.

Bitte kreuzen Sie die am besten zutreffende Aussage an:

trifft voll zu <input checked="" type="checkbox"/>	trifft eher zu	trifft eher nicht zu	trifft gar nicht zu	weiß ich nicht
---	----------------	----------------------	---------------------	----------------

5. Die Lehrtexte und Abbildungen ergänzen sich im Allgemeinen gut.

Bitte kreuzen Sie die am besten zutreffende Aussage an:

trifft voll zu <input checked="" type="checkbox"/>	trifft eher zu	trifft eher nicht zu	trifft gar nicht zu	weiß ich nicht
---	----------------	----------------------	---------------------	----------------

6. Die grafischen Abbildungen sind im Allgemeinen anschaulich und korrekt.

Bitte kreuzen Sie die am besten zutreffende Aussage an:

trifft voll zu <input checked="" type="checkbox"/>	trifft eher zu <input type="checkbox"/>	trifft eher nicht zu <input type="checkbox"/>	trifft gar nicht zu <input type="checkbox"/>	weiß ich nicht <input type="checkbox"/>
---	--	--	---	--

7. Die Anzahl der Übungsaufgaben im Lernkurs ist vollkommen ausreichend und sie erlauben eine gute Lernerfolgskontrolle

Bitte kreuzen Sie die am besten zutreffende Aussage an:

trifft voll zu <input type="checkbox"/>	trifft eher zu <input checked="" type="checkbox"/>	trifft eher nicht zu <input type="checkbox"/>	trifft gar nicht zu <input type="checkbox"/>	weiß ich nicht <input type="checkbox"/>
--	---	--	---	--

8. Die Übungsaufgaben sind gut formuliert

Bitte kreuzen Sie die am besten zutreffende Aussage an:

trifft voll zu <input checked="" type="checkbox"/>	trifft eher zu <input type="checkbox"/>	trifft eher nicht zu <input type="checkbox"/>	trifft gar nicht zu <input type="checkbox"/>	weiß ich nicht <input type="checkbox"/>
---	--	--	---	--

9. Die Übungsaufgaben sind angemessen schwierig

Bitte kreuzen Sie die am besten zutreffende Aussage an:

trifft voll zu <input type="checkbox"/>	trifft eher zu <input checked="" type="checkbox"/>	trifft eher nicht zu <input type="checkbox"/>	trifft gar nicht zu <input type="checkbox"/>	weiß ich nicht <input type="checkbox"/>
--	---	--	---	--

Einsatz des Lernkurses

10. Eine Nutzung des Lernkurses zur Unterstützung der Präsenzlehre wäre auch für den Fachbereich, an dem ich lehre, wünschenswert.

Bitte kreuzen Sie die am besten zutreffende Aussage an:

trifft voll zu <input checked="" type="checkbox"/>	trifft eher zu <input type="checkbox"/>	trifft eher nicht zu <input type="checkbox"/>	trifft gar nicht zu <input type="checkbox"/>	weiß ich nicht <input type="checkbox"/>
---	--	--	---	--

kommentare

11. Welche Kritik und Anregungen zu dem Lernkurs haben Sie?

Inhalt mit Chemieausbildung abprechen

I
Dozentenfrage zum Lernkurs
„Chemisch und biochemisch relevante Strukturformeln für das Physikum“

Bitte geben Sie bei den folgenden Aussagen zu dem Lernkurs „Chemisch und biochemisch relevante Strukturformeln für das Physikum“ an, wie sehr Sie mit der Aussage übereinstimmen.

Inhalt des Lernkurses

1. Die im Lernkurs vorgestellten Strukturformeln entsprechen genau dem, was Studierende der Medizin/Zahnmedizin im Physikum wissen sollen.

Bitte kreuzen Sie die am besten zutreffende Aussage an:

trifft voll zu	trifft eher zu X	trifft eher nicht zu	trifft gar nicht zu	weiß ich nicht
----------------	---------------------	----------------------	---------------------	----------------

Didaktik des Lernkurses

2. Der Lernkurs ist inhaltlich so gestaltet, dass die Studierenden sich damit einfach und effizient das notwendige Wissen aneignen können.

Bitte kreuzen Sie die am besten zutreffende Aussage an:

trifft voll zu	trifft eher zu X	trifft eher nicht zu	trifft gar nicht zu	weiß ich nicht
----------------	---------------------	----------------------	---------------------	----------------

3. Die Reihenfolge der Strukturformeln in dem Lernkurs erlaubt ein systematisches Lernen

Bitte kreuzen Sie die am besten zutreffende Aussage an:

trifft voll zu	trifft eher zu X	trifft eher nicht zu	trifft gar nicht zu	weiß ich nicht
----------------	---------------------	----------------------	---------------------	----------------

4. Die Lehrtexte in dem Lernkurs sind klar und verständlich.

Bitte kreuzen Sie die am besten zutreffende Aussage an:

trifft voll zu X	trifft eher zu	trifft eher nicht zu	trifft gar nicht zu	weiß ich nicht
---------------------	----------------	----------------------	---------------------	----------------

5. Die Lehrtexte und Abbildungen ergänzen sich im Allgemeinen gut.

Bitte kreuzen Sie die am besten zutreffende Aussage an:

trifft voll zu X	trifft eher zu	trifft eher nicht zu	trifft gar nicht zu	weiß ich nicht
---------------------	----------------	----------------------	---------------------	----------------

6. Die grafischen Abbildungen sind im Allgemeinen anschaulich und korrekt.

Bitte kreuzen Sie die am besten zutreffende Aussage an:

trifft voll zu	trifft eher zu X	trifft eher nicht zu	trifft gar nicht zu	weiß ich nicht
----------------	---------------------	----------------------	---------------------	----------------

7. Die Anzahl der Übungsaufgaben im Lernkurs ist vollkommen ausreichend und sie erlauben eine gute Lernerfolgskontrolle

Bitte kreuzen Sie die am besten zutreffende Aussage an:

trifft voll zu	trifft eher zu	trifft eher nicht zu X	trifft gar nicht zu	weiß ich nicht
----------------	----------------	---------------------------	---------------------	----------------

8. Die Übungsaufgaben sind gut formuliert

Bitte kreuzen Sie die am besten zutreffende Aussage an:

trifft voll zu	trifft eher zu X	trifft eher nicht zu	trifft gar nicht zu	weiß ich nicht
----------------	---------------------	----------------------	---------------------	----------------

9. Die Übungsaufgaben sind angemessen schwierig

Bitte kreuzen Sie die am besten zutreffende Aussage an:

trifft voll zu	trifft eher zu X	trifft eher nicht zu	trifft gar nicht zu	weiß ich nicht
----------------	---------------------	----------------------	---------------------	----------------

Einsatz des Lernkurses

10. Eine Nutzung des Lernkurses zur Unterstützung der Präsenzlehre wäre auch für den Fachbereich, an dem ich lehre, wünschenswert.

Bitte kreuzen Sie die am besten zutreffende Aussage an:

trifft voll zu	trifft eher zu X	trifft eher nicht zu	trifft gar nicht zu	weiß ich nicht
----------------	---------------------	----------------------	---------------------	----------------

Kommentare

11. Welche Kritik und Anregungen zu dem Lernkurs haben Sie?

Einfache Verbindungen vorziehen
B.B.W.

12. Bild größer

14.5 Beispielfrage nach einer Krankheit (Skorbut) (Rückkehr zur Medizin am Schluss.
Psychologische

Betr. : Strukturformeln – Medizin/Zahnmedizin

Sehr geehrter Herr Hadijzada,

Vielen Dank für die Zusendung der CD „Lernkurs – Strukturformeln.
Für die Beziehungen zwischen Biochemie/Molekularbiologie und Medizin haben
Strukturformeln einzelner Komponenten kaum noch eine Bedeutung. Ihre Kenntnis
ist für die Tätigkeit des Arztes in der Klinik und Praxis wenig hilfreich. Vielmehr geht
es bei der Pathobiochemie bzw. Molekularen Medizin um Signalwege,
Genexpressionsmuster, Rezeptor-Ligand-Interaktionen, intrazellulären Transport und
Regulation über Netzwerke u.a. Die Aufklärung der Primärstruktur der beteiligten
Akteure ist seit über 10 Jahren abgeschlossen. Das Abfragen oder Wiedererkennen
von Formeln sollte nicht mehr zu den Lerninhalten für das Physikum gehören.

Mein Urteil ist natürlich eine Einzelmeinung und stark geprägt durch längere
Beschäftigung und Erfahrung auf dem Gebiet der molekularen Medizin.

Ihre CD sende ich Ihnen beigeschlossen zurück.

Mit bestem Dank für Ihre Bemühungen und kollegialen Grüßen