

Prof. Dr. Jörn Stitz
Pharmazeutische Biotechnologie
Biologics: Antikörper & therapeutische Proteine,
Vakzine & Gentherapeutika
F11 Angewandte Naturwissenschaften
TH Köln

Köln, 19.10.2015

Lehrportfolio

1. Lehrtätigkeiten

Zunächst als Lehrbeauftragter hatte ich im Dezember 2013 und Januar/Februar 2014 ein Modul im Fach Bioinformatik angeboten im 5. Semester des Bachelorstudiengangs Pharmazeutische Chemie (PharmChem). An zwei jeweils ganzen Tagen wurde den Studierenden ein erster Einstieg in die Welt der biologischen Datenbanken ermöglicht. Welche gibt es? Welche Arten von Informationen können dort gefunden werden (Literatur, DNA und RNA-Sequenzen, Proteine und deren Eigenschaften, etc.). Darüberhinaus wurde den Studierenden eine Vielzahl von Anwendungssoftware gezeigt und in Übungen vertieft, welche es ermöglichen die Datenbanken zielgerichtet zu *screenen* und die erhaltenen Daten spezifisch zu untersuchen bzw. auszuwerten. Also z.B. Verwandtschaftsgrade zwischen Teilen des Erbguts verschiedener Organismen zu untersuchen. Die Vorlesungsmaterialien, Links zu *Freeware*-Programmen und Übungsaufgaben wurden in ILIAS hinterlegt und den Studierenden zugänglich gemacht. Abschließend würden mündliche Prüfungen durchgeführt. Die weit überwiegende Mehrheit der Studierenden zeigte hier, daß sie die wesentlichen Unterschiede verschiedener Datenbanken erkannt hatten und auch erste Ängste in der Anwendung der angebotenen Software überwunden und in der Lage waren diese problemlösungsorientiert anzuwenden. Das Feedback von Seiten der Studierenden war sehr positiv. Auch aus meiner Sicht war das Modul ein voller Erfolg und motivierte mich dem Ruf der FH-Köln zu folgen und meinen Dienst als Professor im Fach Pharmazeutische Biotechnologie am 1. April 2014.

Seitdem unterrichte ich im Studiengang PharmChem. Im 2. Semester halte ich seminarische Vorlesungen und Übungen im Fach Molekularbiologie mit 4 Semesterwochenstunden (SWS). Im 5. Semester wird im selben Format

Pharmazeutische und Biotechnologische Mikrobiologie zusammen mit Herrn Prof. Dr. Hirsch angeboten. Darüber hinaus betreue ich das Praktikum Biochemie (4. Semester, 5 SWS). Einmalig habe ich außerdem im WiSe 2014 das Anfängerpraktikum Anorganische Chemie (AC I) betreut.

Im hier vorliegenden Lehrportfolio möchte ich vor allem auf das Modul „Molekularbiologie“ eingehen.

2. Lehrsituation

Das Modul Molekularbiologie wurde vor meinem Dienstantritt durch die Lehrbeauftragte Frau Dr. Wiegand vertreten, die mir freundlicherweise Ihre Lehrmaterialien der Vorlesung in Form von Powerpoint-Präsentationen zur Verfügung stellte. Ich konnte mich also an den Inhalten und der Dichte der kommunizierten Informationen zunächst orientieren.

Zu den Inhalten fiel mir gleich auf, dass es sich hier zum Großteil nicht um molekularbiologische sondern um klassische Grundlagen und Zusammenhänge der Biochemie handelte. So wurden in der Vorlesung zunächst die Struktur von Fetten, Zuckern, Aminosäuren und Nucleotiden (den Bausteinen der DNA und RNA) behandelt. Anschließend wird deren zelluläre Verarbeitung zu Makromolekülen wie Membranen, Glykogen, Proteinen und DNA/RNA erläutert. Ebenso wird der Fluss der Information von den Genen der DNA über die Transkription der RNA zur Proteinbiosynthese der Proteine beschrieben. Diese Reaktionen sind Gegenstand der Biochemie, nicht der Molekularbiologie. Hier werden den Studierenden falsche wissenschaftliche Zuordnungen suggeriert. Außerdem blieb somit wenig Zeit sich mit den Themen der Molekularbiologie zu beschäftigen: die Regulation der Genaktivität, der Kommunikation zwischen Zellen, der Signaltransduktion und der Zelldifferenzierung, sowie der Anwendung dieser biologischen Abläufe für molekularbiologische Untersuchungsmethoden und der biotechnologischen Nutzung bei der Herstellung von Wirkstoffen für Arzneimittel. Hier müssen dringend die notwendigen Veränderungen vorgenommen und die Modulbeschreibung im Handbuch entsprechen angepasst werden.

Das Modul Biochemie wird bisher im 3. Semester - also nach dem Modul Molekularbiologie – angeboten. Hier werden – fachlich richtig - Stoffwechselwege erläutert. Allerdings sollte hier auch die Einführung in die Struktur von Fetten, Zuckern, Aminosäuren und Nucleotiden sowie deren Polymerisation zu Makromolekülen (Membranen, Zuckerspeicher, Proteine und DNA/RNA) erfolgen – nicht im Rahmen des Molekularbiologie Moduls. Folgerichtig und didaktisch sinnvoll wäre das Angebot des Biochemie Moduls im 2. Semester und des Molekularbiologie Moduls im 3. Semester, da die Molekularbiologie auf der Kenntnis der Biochemie aufbaut und nicht umgekehrt.

Auch unter Berücksichtigung der erworbenen Kenntnisse in chemischen Fächern (Anorganische Chemie) erscheint es didaktisch geboten mit der *Chemie* des Lebens, nämlich der Biochemie, fortzufahren. Hier wird die bereits im ersten Semester erarbeitete Grundlage (Strukturformeln und Reaktionsgleichungen) den Einstieg in das Verständnis biologischer Moleküle (Lipide/Fette, Kohlenhydrate/Zucker, Amino- und Nukleinsäuren) erleichtern. Dann können die Grundlagen der Enzym-vermittelten Polymerisation (Synthese) dieser Moleküle zu Makromolekülen (Membranen, Polysaccharide, Polypeptide und Proteine, DNA und RNA) und deren Abbau zur Energiegewinnung in Stoffwechselwegen leicht erläutert werden. Erst dann kann man sich sinnvoll mit den Inhalten der Molekularbiologie auseinandersetzen: Struktur, Interaktion und Regulation von Makromolekülen und Zellen.

Gerade wenn man die Studierenden als Kunden und die Lehrenden als Dienstleister betrachtet, muss es das Anliegen der Lehrinstitution sein, den Kunden die bestmögliche Leistung anzubieten. Hierzu gehört natürlich die fachlich richtige Zuordnung der Lehrinhalte zu den entsprechend titulierten Modulen, sowie deren didaktisch sinnvollen Abfolge wenn sie aufeinander aufbauen. Nur so kann die Anwendung des erworbenen biologischen Basiswissens auf technischer Ebene – zum Beispiel im Rahmen des Biochemie Praktikums im 4. Semester - und zum tieferen Verständnis technologischer Prozesse wie der Entwicklung und Optimierung von biotechnologischen Identifizierung, Entwicklung und Herstellung von medizinischen Wirkstoffe sowie deren pharmazeutischen Potenz und Wirkmechanismen gelingen. Genau dies ist das erklärte Ziel des Bachelorstudiengangs PharmChem und des zukünftigen Masterstudiengangs Drug Discovery & Development.

Um die beschriebenen Fachtermini ihrer wissenschaftlichen Bedeutung entsprechend richtig und didaktisch sinnvoll zu verwenden, ist mittelfristig eine Änderung des Modulhandbuches und der Prüfungsordnung unumgänglich. Zur Verdeutlichung der Zugehörigkeit der Lerninhalte zu den entsprechenden Teilbereichen der Biologie habe ich kürzlich entsprechende Umformulierung im Modulhandbuch vorgenommen. Die Lernergebnisse (*learning outcomes*) wurden entsprechend angepasst und formuliert (Meyer & Stocker, Ref. 1). Der Vorschlag der Änderung des Modultitels von „Molekularbiologie“ zu „Molekulare Biologie“ wurde leider nicht ins Modulhandbuch übernommen. Dies sollte im Zusammenspiel mit weiteren Änderungsvorschlägen des Kollegiums dann 2017 bei der Re-Akkreditierung des Studiengangs geschehen.

Inhalte des Vorlesungsmoduls „Molekularbiologie“

- Zellbiologie
 - Aufbau pro- und eukaryotischer Zellen
- Biochemie
 - Nucleinsäuren und Proteine - Aufbau und Struktur
- Genetik
 - Replikation und Transkription der DNA
 - Translation der mRNA
 - Regulation der Genexpression
- Molekularbiologie, Gentechnik und Biotechnologie
 - Signaltransduktion und Zelldifferenzierung
 - Molekularbiologische Methoden (PCR, FACS, Klonierung, Gentransfer, etc.)
 - Protein-biochemische Methoden (Western Blot, ELISA, etc)
 - Biotechnologische Methoden (Hybridomtechnologie, Produktionssysteme, Biologics)

Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen

Die Studierenden können

- den grundlegenden Aufbau von pro- und eukaryotischen Zelle beschreiben und die Funktionen der wichtigsten Zellkompartimente erläutern,
- den Aufbau der wichtigsten Biomolekülklassen darlegen und ihre Funktionen beschreiben,
- den Fluss der genetischen Information von DNA über RNA zur Proteinbiosynthese sowie,
- Mechanismen der Signaltransduktion und der Zelldifferenzierung erklären und diese Kenntnisse auf molekularbiologische und biotechnologische Methoden übertragen und anwenden.

Da die Inhalte der Vorlesung „Molekularbiologie“ und „Biochemie“ als Basis für den überwiegenden Teil der im so „Praktikum Biochemie“ durchgeführten Versuche bilden, hatte ich auch hier Vorschläge zur Titeländerung zu „Molekulare Biologie“ oder „Molekulare Biologie & Biochemie“ eingebracht sowie die Inhalte und Learning Outcomes umformuliert, um leichtere Zuordnung und Verständlichkeit – also erhöhte Transparenz – zu erreichen. Leider wurden keine der Änderungsvorschläge ins Modulhandbuch übernommen. Dies sollte aber bei der Re-Akkreditierung des Studiengangs 2017 unbedingt erfolgen.

Vorschläge zur Änderung:

Inhalte des Praktikums Biochemie

Inhalte

- Molekularbiologische Labormethoden
 - Nucleinsäurecharakterisierung und -vermehrung
- Mikrobiologische Labormethoden
 - Klassische Kultivierungs- und Analysemethoden der Mikrobiologie
- Biochemische Labormethoden
 - Spezifische und unspezifische Nachweismethoden für Biomoleküle sowie Enzymologie

Lernergebnisse (learning outcomes) / Kompetenzen

Die Studierenden können

- Ausgewählte Arbeitstechniken der Molekularbiologie, Biochemie und Mikrobiologie erläutern & praktisch anwenden:
 - Sicheres Arbeiten mit GVOs in einer Gentechnikanlage,
 - PCR, Molekulare Klonierung, Transformation
 - Mikrobielle Wachstums- und enzymatische Reaktionskinetiken,
 - Nucleinsäuren und Proteine analysieren bzw. messen und durchführen.

Das Praktikum findet in einer Gentechnikanlage der Sicherheitsklasse 1 statt. Wie vom Gesetzgeber vorgeschrieben, werden die Studierenden vor Praktikumsbeginn über die Risiken, Sicherheitsvorkehrungen und angezeigten Verhaltens- und Arbeitsweisen belehrt. Allerdings ist hierfür unerlässlich, dass die Unterwiesenen die Grundprinzipien der Rekombinanten DNA-Technologie, der Gentechnik und die Generation genetisch veränderter Organismen (GVO) bereits verstanden haben - *wie will man eine Brandschutzbelehrung durchführen mit Menschen, die nicht wissen was Feuer ist?* Diese wissenschaftlichen Grundlagen der Gentechnik werden im Vorlesungsmodul Molekulare Biologie im zweiten Semester vermittelt. Ich plädiere dringend dafür, das Bestehen der „Molekularbiologie“ Klausur als Vorbedingung zur Teilnahme am gleichnamigen Praktikum einzuführen. Dies Klausur wird an drei Terminen (Klausurtermine im Juli, September und Februar) vor Praktikumsbeginn im April des Folgejahres im vierten Semester angeboten. Es gibt also drei Gelegenheiten, die Klausur zu bestehen. Die Studierbarkeit des Studiengangs leidet also nicht. Wie bereits erwähnt, gilt auch hier, dass die zu erwerbenden Kompetenzen aufeinander aufbauen.

Darüber hinaus ist es bei etwa 25 Studierenden und maximal drei Betreuern (eine Wissenschaftliche Mitarbeiterin, eine studentische Hilfskraft und ein Dozent bzw. Lehrbeauftragte) in einem gentechnischen Labor erforderlich, dass die Praktikanten bereits gelernt haben, sich in einem Labor zu orientieren, ihre Arbeiten vorzubereiten und dabei die notwendigen Sicherheitsaspekte umsetzen können. Daher bin ich der Auffassung, dass auch mindestens zwei Praktika in chemischen Laboren erfolgreich absolviert sein müssen, um am Praktikum „Biochemie“ teilnehmen zu können. Dem

Curriculum des Studienganges entsprechend wären dies die Praktika „AC I“ und „organische Chemie“ (OC II) im ersten und zweiten Semester.

Bei den beiden Eingangsbedingungen geht es um sicherheitsrelevantes Wissen und praktische Laborerfahrung und damit verbunden die Erhöhung der Arbeitssicherheit, die wir als mit der Aufsichtspflicht versehenen Lehrende zu gewährleisten und weiter auszubauen streben müssen. Darüber hinaus bin ich als Projektleiter nach dem Gentechnikgesetz juristisch persönlich für die Sicherstellung der Qualifizierung der Studierenden verantwortlich und haftbar.

Die von mir vorgeschlagenen Änderung der Zugangsvoraussetzungen für das Praktikum wurden leider ebenfalls nicht umgesetzt. Bei Studierenden, welche die Klausur in „Molekularbiologie“ noch nicht bestanden haben, werde ich daher entweder weiterhin sehr zeitaufwendige Colloquien - zusammen mit einer wissenschaftlichen Mitarbeiterin - oder eine schriftliche Prüfung zu Themen der Sicherheit durchführen müssen.

3. Beobachtungen

In Sommersemester 2014 fiel mir zunächst zu meiner Überraschung auf, dass nur weniger als die Hälfte der angemeldeten Studierenden auch zu den Vorlesungen und Übungen des Moduls Molekularbiologie erschienen. Dies um so mehr, da bis auf wenige Ausnahmen die Mehrzahl der Studierenden nach eigener Aussage keine Schulbildung in den die Grundprinzipien der Biologie genossen hatten.

Relevante Lehrbücher wurden in der ersten Lehrveranstaltung genannt, zur Ansicht ausgelegt und besprochen und waren in ausreichender Menge in der Bibliothek am Leverkusener Campus vorhanden. Die Lehrmittel (Powerpoint-Präsentationen, Übungsaufgaben) wurden direkt nach Abschluss der Modulveranstaltungen am gleichen Tag in ILIAS zur Verfügung gestellt. Die Übungen bezogen sich jeweils auf die Lehrinhalte der vorangegangenen Veranstaltung. Somit hatten die Studierenden zwischen zwei und fünf Tagen Zeit (von Dienstag auf Donnerstag bzw. Donnerstag zum Dienstag), die Lehrinhalte zu rekapitulieren und zu vertiefen. Die Inhalte der Vorlesungen und *Learning-outcomes* wurden zu Beginn jeder Veranstaltung genannt und

die der vorangegangenen wiederholt. Die Übungen sollten zur Wiederholung, Vertiefung und Anwendung der Lerninhalte dienen und als weiterer Leitfaden für die Vorbereitung der Abschlussklausur dienen. Dies wurde innerhalb der Veranstaltungen mehrfach kommuniziert.

Etwa ein Drittel der regelmäßig anwesenden Studierenden arbeitete aktiv in der seminaristischen Vorlesung mit, stellte relevante Fragen oder konnten die Ihrer KommilitonInnen beantworten helfen. Noch deutlich geringer fiel die aktive Beteiligung bei der Vorbereitung und Durchführung der Übungen aus. Weniger als etwa 10% der Studierenden bestätigten die regelmäßige Nutzung von Lehrbüchern was aus meiner Sicht zunächst für eine geringe intrinsische Eigenmotivation oder Interesse am Fach spricht. Bemerkenswerterweise wurde das Modul bei der Evaluation durch die Studierenden überwiegend positiv beurteilt. Vermutlich haben viele Studierende eine große Scheu vor der Benutzung von Lehrbüchern, da dies in der Schule selten eingeübt wird. Das Angebot von Videofilmen zum Selbststudium wurde sehr gut von den Studierenden angenommen und mehrfach dankbar herausgestellt – auch in der Evaluation. Hierzu soll später detaillierter eingegangen werden.

Beim letzten Übungstermin vor der Klausur wurde ausgiebig auf die Fragen der Studierenden nach den prüfungsrelevanten Lehrinhalten eingegangen. Trotz der wiederholten Behandlung dieser Frage während jeder Veranstaltung (siehe oben) schien es hier eine gewisse Unsicherheit zu geben. Auch wurde über die vermeintlich zu große vereinzelt Stoffmenge der Lehrveranstaltung geklagt. Nach Aussage meiner Kollegen wird dies beides aber immer wieder auch in anderen Modulen beobachtet. Einigen Studierenden schien es jedoch schwer zu fallen, die wesentlichen – und auch in den Übungen behandelten - Inhalte, Mechanismen und Prinzipien der Biochemie/Molekularbiologie zu erkennen und von beispielhaft vorgestellten Phänomenen und Anwendungen zu unterscheiden.

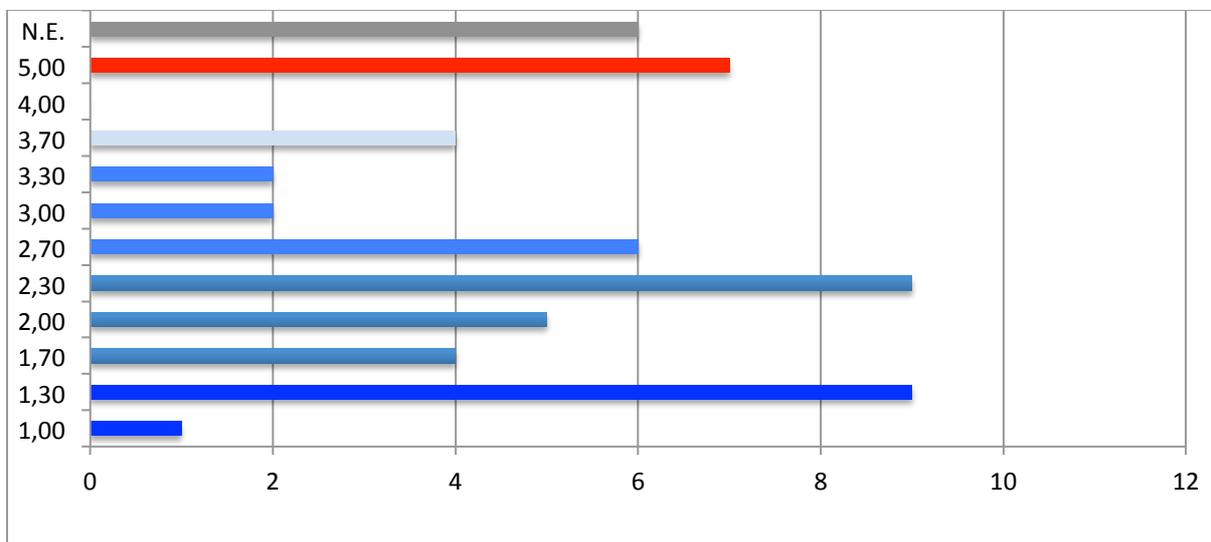
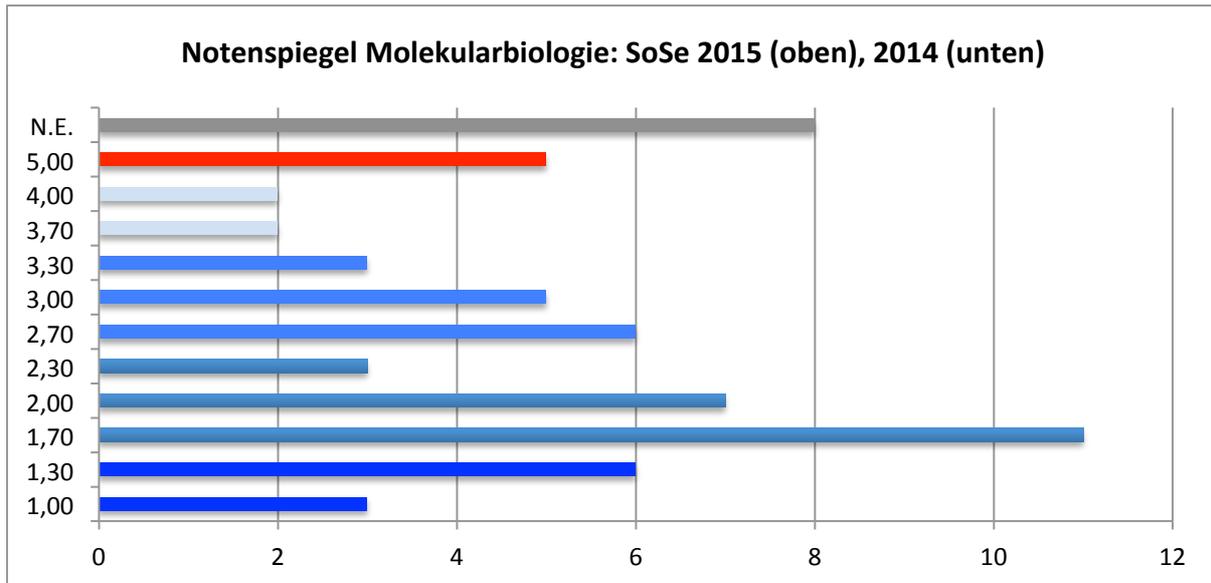
Die Abschlussklausur stellte Aufgaben zu allen in der Veranstaltung behandelten Themenbereichen. Da es sich bei dem Modul um den ersten Kontakt der Studierenden mit biologischen Zusammenhängen handelt und diese im Studiengang neben Inhalten Chemie und Pharmazie einen geringeren Anteil einnehmen, wurden in der in der großen Teilen - aber nicht ausschließlich - Learning-outcomes auf den Ebenen der

Reproduktion von Wissen (z.B. Welche Moleküle haben welche Struktur und was machen diese?) sowie der Erläuterung von biochemischen Reaktionen abgefragt. Hier wurden also nach Bloom (Ref. 2) die Kompetenzstufen K1 (Wissen) und K2 (Verstehen) geprüft. Dies machte etwa 40 bis 50 % der zu gewinnenden Punkte aus. Darüber hinaus musste das Lesen von DNA-Sequenzen beherrscht werden und auf die Übersetzung zu RNA- und Aminosäure-Sequenzen sowie der Bestimmung von Schmelztemperaturen angewendet werden. Dies ist ein Beispiel zur Prüfung der Kompetenzstufe K3 (Anwendung). Unter Angabe einiger biochemischer Daten für einige Proteine musste die Transferleistung erbracht werden, welche dieser Daten zu den erfragten Eigenschaften bei der technischen Verarbeitung der Proteine relevant sind und wie sich die Proteine also in der bei der Bearbeitung verhalten werden. Das Prinzip der Verarbeitungsmethodik musste dazu verstanden und erklärt sowie die technischen Daten analysiert werden (K4, Analyse). Nach Sitte & Wohlschlägl (Ref. 3) bauen diese Kategorien aufeinander auf.

Erfreulicher Weise – wenn auch etwas überraschend für mich – bestanden etwa 90% der Studierenden die Klausur. Die am häufigsten erreichte Noten waren 1,3 und 2,3. Der Notenspiegel ist - vergleichend mit den Ergebnissen im SoSe 2015 – im Folgenden abgebildet.

Das gute Ausfallen der Klausurergebnisse bestätigt, dass der angebotene Medienmix in den Vorlesungs- und Übungsstunden ein geeignetes Mittel zur positiven Gestaltung der Lernumgebung ist. Der Gebrauch von Lehrbüchern könnte noch ergänzend intensiviert werden. Die Lerninhalte und -Ziele wurden effizient kommuniziert und von der überwiegenden Zahl der Studierenden wahrgenommen, erkannt, erreicht und in der Klausur angewendet.

Im Sommersemester 2015 hielt ich das Vorlesungsmodul das zweite Mal ab und versuchte es – aufbauend auf meinen Erfahrungen und dem Feedback der Studierenden - didaktisch weiter zu entwickeln. Zunächst reduzierte ich die Anzahl der Seiten der Powerpoint-Präsentationen. Redundant erscheinende Abbildungen oder von mir als nicht unbedingt für das Verständnis notwendig erachtete Details wurden entfernt.



Auch verminderte ich die Anzahl der Beispiele für die Anwendung des zu erlernenden Wissens oder entfernte sie ganz – da ich die Erfahrung gemacht hatte, dass die Studierenden hier oft in eine andere als die gewünschte Richtung dachten oder überwältigt von der Informationsdichte resignierten. Einige dieser Beispiele verschob ich in das Modul Pharmazeutische und Biotechnologische Mikrobiologie, wo sie mir angebrachter erschienen. Eine ganze Reihe dieser Beispiele nutzte ich allerdings weiter – nur jetzt in den Übungen und nicht mehr in der seminaristischen Vorlesung. Hier ermöglichte mir dies einen Rollenwechsel vom „vorlesenden Dienstleister“ zum „Moderator“ einer wissenschaftlichen Diskussion und somit einer engeren Interaktion mit den Studierenden. Diese Interaktion anstrebte ich allerdings auch in der Vorlesung an und baute sie aus. Der Effekt war eine merkliche Steigerung der Aufmerksamkeit und Motivation zur Mitarbeit seitens der Studierenden.

Die Übernahme des Moderierens einer Diskussion durch den Lehrenden wird als „Flipped Class Room Modell“ bezeichnet. Hierbei ist es wichtig die Studierenden zur Vorarbeit für die Übungsstunden zu motivieren. So wird der Erwerb der Lerninhalte aus der Kontaktzeit ins Selbststudium ausgelagert. Während der Präsenzveranstaltung bleibt mehr Zeit zur Anwendung des erworbenen Wissens und weiterführende, vertiefende Diskussionen. Zur Unterstützung des Selbststudiums wurden von mir weitere Lernmaterialien aus verschiedenen Medien angeboten. Diese werden im Folgenden näher und beispielhaft beschrieben.

In den Übungen wandte ich meine Aufmerksamkeit verstärkt auf die ausgewogene Abbildung der Kompetenzstufen K1, K2, K3 und K4. So zielten die ersten Übungsaufgaben meist auf die Reproduktion wissenschaftlicher Begriffe und dem Erklären von biologischen Reaktionen sowie der Rolle einzelner Moleküle darin. Auch diese Abfrage der Niveaus 1 und 2 ist wichtig, um den Studierenden die Möglichkeit zu geben sich in Wissenschaftssprache zu üben und strukturiert zu antworten. Zu eben diesem Zweck bin ich auch dazu übergegangen, die Zusammenfassung der Inhalte am Ende einer Vorlesung sowie eine kurze Rekapitulation der letzten am Anfang der nächsten Vorlesung durch die Studierenden und nicht selbst vortragen zu lassen.

Außerdem gab es Übungsaufgaben, in denen Anwendungen des Wissens auf Probleme, welche wir bereits in der Vorlesung kennen gelernt hatten, reproduziert aber auch weiter vertieft erläutert werden mussten z.B. Welche weiteren Parameter spielen hier für die gegebene Anwendung eine Rolle? Welche Vor- und Nachteile bringt eine bestimmte Technik mit sich? Können Sie sich weitere medizinisch nützliche Anwendungen dieser Methode vorstellen? Außerdem ergriff ich gerne die Gelegenheit auch – für eine überschaubare Zeit – von den Übungsaufgaben weg zu aufkommenden Fragen weitere Diskussionen anzustrengen, die oft auch die Wiederholung und Anwendung der Inhalte bereits einige Wochen zurückliegender Vorlesungen erlaubten.

Ein Beispiel:

1. Welche Nucleinsäure-bindenden Proteine kennen Sie?
2. Welche binden an RNA, welche an doppelsträngige oder einzelsträngige DNA?
3. Welche kommen bei Bakterien, welche bei höheren Lebewesen (Eukaryoten) vor?

4. Welche Funktionen führen die Proteine aus? Analysieren Sie diese.
5. Welche Anwendungen in Forschung/Technik/Diagnose/Therapie haben wir bereits kennen gelehrt? Kennen Sie weitere?

Dies wurde von den Studierenden sehr begrüßt und half das „Große Ganze“ besser in Perspektive zu setzen und den Lernerfolg zu kontrollieren.

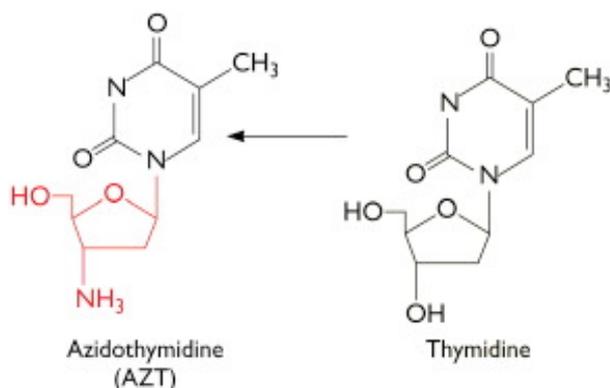
Die letzten ein oder zwei Übungsaufgaben gingen darüber hinaus und zielten auf Kompetenzstufen 3 und 4. Dieses *brain storming* oder Denkaufgaben waren komplexer und nur aus dem Studium der direkt in der Vorlesung vorgestellten Inhalte und Beispiele nicht zu lösen. Es musste Recherche betrieben werden - also Lehrbücher oder die neuen Medien, also im Internet auffindbare Informationen (Wikipedia, Videos, Zeitungsartikel u. ä.) zur Anwendung kommen. Dies ist auch für die Entwicklung und Förderung der Lernkompetenz der Studierenden wichtig. Woher bekomme ich Informationen, die über die unmittelbar in der Lehrveranstaltung gegebenen Inhalte hinausgehen? Anschließend war dann der Transfer des Erlernten zur Lösung komplexerer Probleme zu leisten. Hier ein Beispiel:

Übungsaufgabe:

Wie funktioniert das DNA Mutagen AZT, welches als Wirkstoff in der AIDS-Therapie eingesetzt wird?

Lösungsschritt 1: Was ist AZT? Wie sieht die Struktur aus?

Lösungsschritt 2: Erkennen der Ähnlichkeit mit natürlich vorkommenden Nucleosiden (Thymidin; in der Vorlesung behandelt).



Lösungsschritt 3: Was unterscheidet die beiden Moleküle und was ist die Folge davon?

- AZT mit Azido-Gruppe anstelle der Hydroxylgruppe an C3, phosphorylierung durch zelluläre Enzyme
- => Termination der Phosphatrückradbildung bei Einbau in DNA
- => Termination der DNA-Synthese

Lösungsschritt 4: Was bedeutet dies vermutlich für die Effizienz und Verträglichkeit von AZT als Wirkstoff?

- HIV baut AZT ins DNA-Genom ein.
- Reverse Transkription wird terminiert.
- Die Replikation des Virus wird stark gehemmt!
- Starke Nebenwirkung!!! Nicht nur infizierte Zellen sind AZT in systemischer Anwendung ausgesetzt!
- AZT ursprünglich in Krebstherapie verwendet.

Zusätzlich kann nach der Diskussion der wissenschaftlichen Zusammenhänge und Anwendung des Gelernten auf aktuelle medizinische Probleme hier auch noch den Bezug zum kulturellen Leben außerhalb des Studiums hergestellt werden:

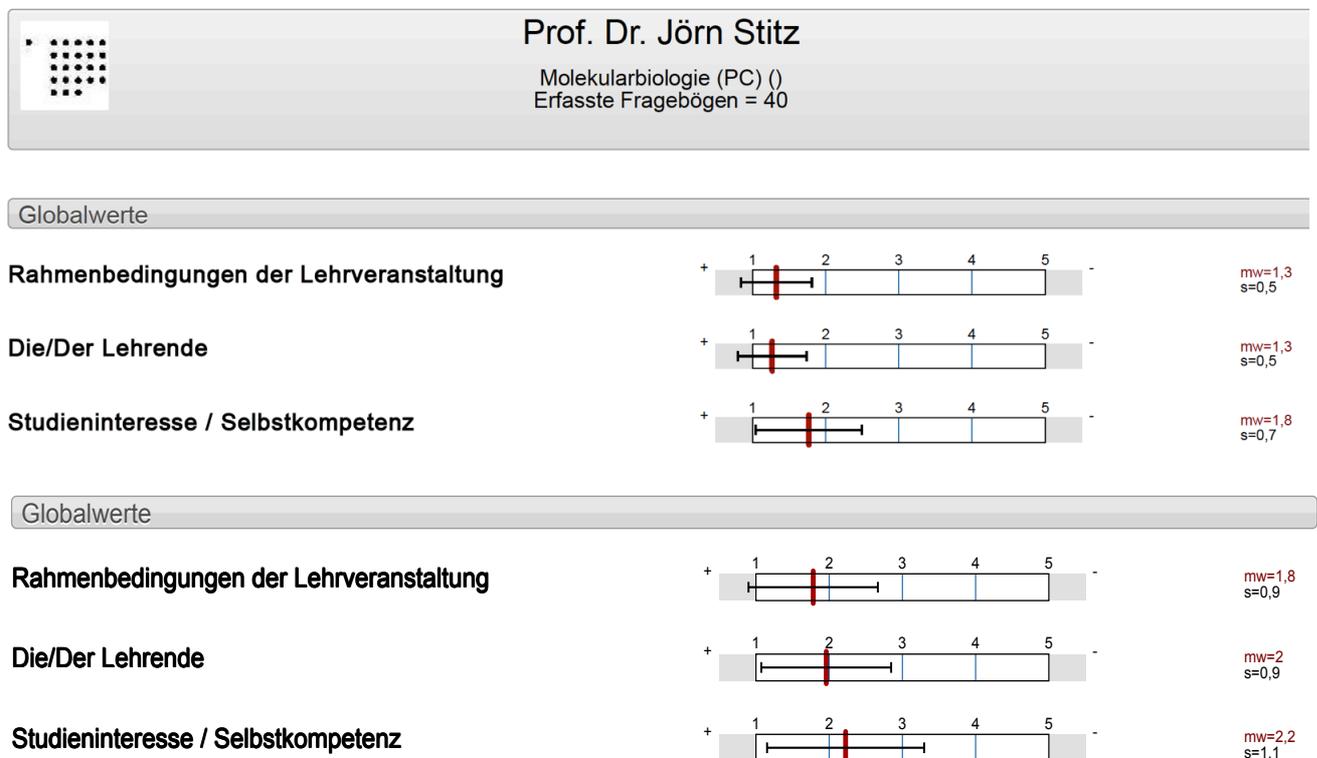
- Haben Sie von AZT schon mal gehört?
- Wer von Ihnen geht gern ins Kino?
- Haben Sie von diesem Film gehört?



- Schilderung der Geschichte der frühen Chemotherapie (AZT) gegen HIV/AIDS.
- Welche Eigenschaften müssten denn verbesserte Wirkstoffe aufweisen?
- Wie könnte dies erreicht werden?
- Ermutigung zur weiteren Vertiefung und zum „Blick über den Tellerrand“!

Auch wenn nur leider wenige Studierende die schwereren Aufgaben zu Hause bearbeitet und vorbereitet hatten, war während der Diskussionen rege Beteiligung zu beobachten und so eine Kontrolle des Lernerfolgs möglich.

Das Feedback zu den von mir beschriebenen Lehrmethoden war sehr überwiegend positiv und hat sich von 2014 bis 2015 – abgebildet in der Evaluation und einer Steigerung um etwas mehr 0.5 Notenpunkte - weiter verbessert. Die Globalwerte aus dem SoSe 2015 (oben) und SoSe 2014 (unten) sind in der folgenden Abbildung dargestellt.



Zur Verdeutlichung der des spezifischeren Feedbacks Auszüge aus den persönlichen Kommentaren der Studierenden (Evaluation 2015):

Leider geht nur eine handvoll Studenten auf die Fragen und Anregungen des Lehrenden ein und beteiligt sich an Vorlesung und Übung aktiv.
mehr Zeit bei den Vorlesungen, die Lösungen einzublenden

(oft keine ausführliche Antwort auf Fragen die gestellt wurden aufgeschrieben.)

→ hier Studentische Meinungen nicht ausreichend

sehr offen für Fragen • gute, lockere Art vorzutragen

KEINE VERBESSERUNGSVORSCHLÄGE

SUPER VORLESUNG! DIE ERSTEN FOLIEN, DIE HILFREICH SIND

Videos sind top

Weiter so!

Die interaktive Gestaltung der Vorlesung und Übung hält das Niveau sehr abwechslungsreich und somit auch anregender.

Die Videos zu den Themengebieten sind hilfreich - Danke!
Weiter so! ☺

3. Bewertung & Optimierungsmöglichkeiten

Die ausführliche Nennungen der Learning Outcomes zu Beginn und der Ausblick auf die der folgenden Veranstaltung sollte beibehalten werden. Ich beabsichtige die Learning Outcomes zukünftig auch deutlicher zu trennen nach i) basiswissenschaftlichen Inhalten, die zusammen mit Fachtermini gelernt und reproduziert werden müssen, ii) Zusammenhängen dieser Inhalte in biologischen Kontext und den Lehrinhalte innerhalb der fortschreitenden Lehrveranstaltungen (Rückblick und Ausblick, Aufbau auf bereits gelerntem), iii) der pharmazeutischen Relevanz (z.B. Zielstrukturen für Medikamente oder als Ursache für Erkrankungen), iv) der technischen Anwendung der biologischen Kenntnisse, und v) deren Verwendung bei der Lösung pharmazeutischer und biotechnologischer Probleme bei der Arzneimittel Identifikation, Optimierung und Herstellung. In der letzten Vorlesungsreihe Molekularbiologie im SoSe 2015 habe ich

außerdem Zeit darauf verwendet, den Studierenden bereits in der Eingangsvorlesung einen Leitfaden an die Hand zu geben (siehe Abbildung).



Pharmazeutische Chemie



Was kommt in der Klausur dran?

Benennen:

- **Welche Moleküle sind an welchen Reaktionen beteiligt?**
- **Wie sehen diese aus, welche Struktur haben sie?**

Erläutern:

- **Welche Eigenschaften haben diese Moleküle?**
- **Wie laufen die Reaktionen und Prozesse ab?**
- **Wie funktionieren die molekularen Interaktionen?**

Anwenden:

- **Warum und wie funktionieren abgeleitete Techniken?**
- **Wie/wofür werden sich diese Kenntnisse/Techniken angewandt?**
- **Nutzung in Gentechnik, Biotechnologie, Biopharmazie?**

Molekularbiologie

Prof. Dr. J. Stitz

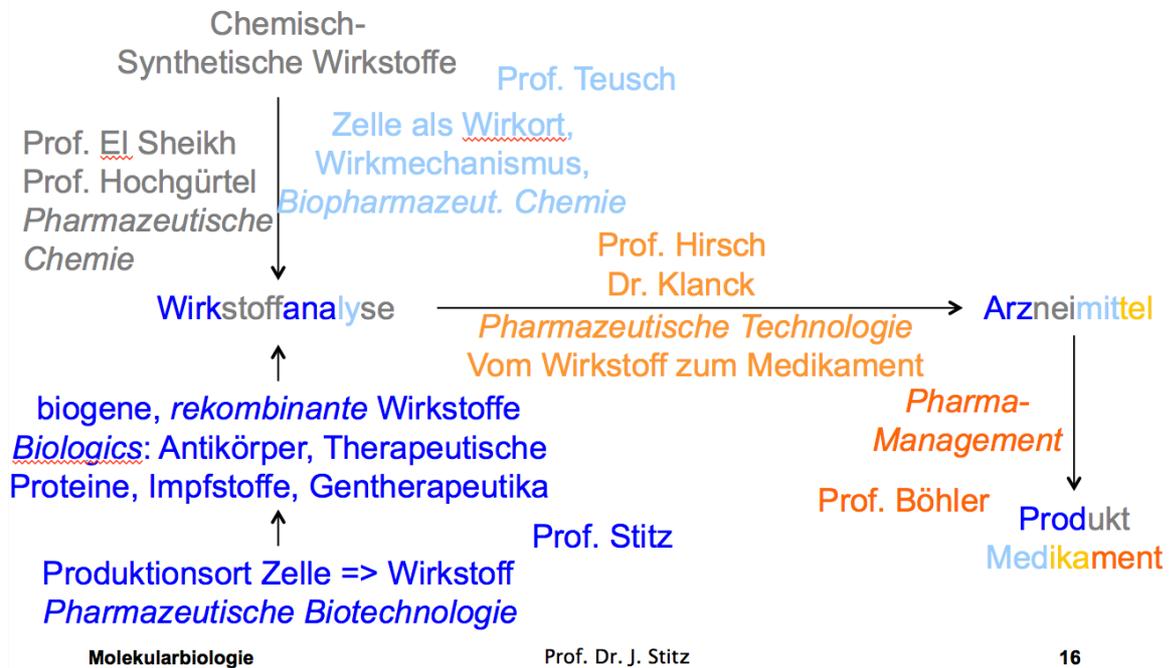
12

Diese Aufgliederung kann sicher auch verstärkt bei der Stellung und Bearbeitung der Übungen berücksichtigt werden – wie z.B. vorher unter 3a. beschrieben. Auch hier werde ich weiterhin darauf hinweisen, dass die Übungen auch als Orientierung für die Klausurrelevanten Zusammenhänge und als Lernkontrolle dienen und verstanden werden sollen. Wie bereits erwähnt, muss sich dies auch in der Veränderung der dargestellten Learning Outcomes im Modulhandbuch niederschlagen.

Gleichzeitig ist es mir auch wichtig, den Studierenden die Zusammenhänge der einzelnen Fächer früh vor Augen zu führen. Zur Verdeutlichung der inhaltlichen Bedeutung der Lerninhalte des oder der Module im Studiengang und für die spätere Berufswahl und –Chancen habe ich ebenso in der Eingangsvorlesung 2015 bereits ein interaktives Gespräch mit den Studierenden initiiert. Als Vorlage dienten hier erneut Teile meiner Präsentation, die auf der folgenden Seite abgebildet sind.



Rolle der Biologie in der Pharmazie



16

Um die Eingangs beschriebene Konfusion der wissenschaftlichen Begriffe und leicht missverständliche Benennung einiger Module aufzulösen, habe ich - vor der Änderung des Modulhandbuchs - auf die Zusammenhänge und Inhalte der verschiedenen Wissenschaftsfelder in der Biologie hingewiesen und in den Kontext der startenden Vorlesungsreihe gestellt. Eine Abbildung auf der folgenden Seite verdeutlicht dies.

Eine Vielzahl der Beispiele für Pharmazeutika und Techniken, welche auf dem Basiswissen der biochemischen Vorgänge, die in der Vorlesung von Frau Dr. Wiegand enthalten waren, werde ich weiterhin kritisch prüfen und gegebenen Falls stark kürzen oder ganz aus den Vorlesungsmaterialien streichen – wie in den meisten Fällen bereits geschehen. Hier wird dem Feedback der Studierenden über die als zu dicht empfundene Stoffmenge Rechnung getragen. *Weniger ist mehr* – und hilft, sich zunächst auf die grundlegenden Inhalte zu konzentrieren. Die Ablenkung durch zu viele Beispiele wird minimiert und führt hoffentlich auch zu einer leichteren Identifikation des (klausur-) relevanten Stoffes durch die Studierenden. Außerdem steht so mehr Zeit zur Interaktion mit den Studierenden zur Verfügung, was sich idealerweise in einer aktiveren Beteiligung der Mehrzahl der Studierenden bemerkbar machen sollte. Inaktive oder

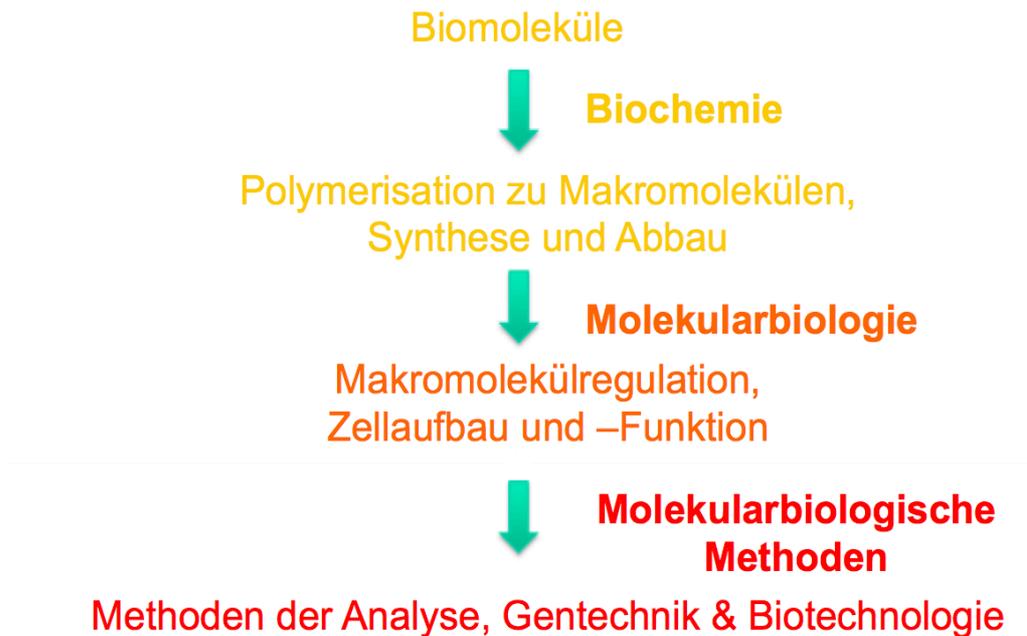
passive Studierende können so eher direkt angesprochen und zur Mitarbeit motiviert und ermutigt werden.



Pharmazeutische Chemie



Worum geht's also in der Vorlesung?



Molekularbiologie

Prof. Dr. J. Stitz

20

Die während der seminaristischen Vorlesung oft als von den primär relevanten Inhalten ablenkend empfundenen Beispiele können jedoch während der Übungen behandelt und diskutiert werden. Hier können die Beispiele aus Pharmazie und Technologie die Studierenden zur detaillierten Auseinandersetzung mit dem in der Vorlesung behandelten Stoff im Selbststudium auffordern und fördern. In den Übungsveranstaltungen kann dieses Transferwissen gemeinsam und in Gruppenarbeit entwickelt und vertieft werden.

Als Angebot zum Selbststudium biete ich gerne kurze Videofilme an, welche biologische Zusammenhänge und Abläufe oder Techniken erläutern. Diese Videos sind auf Youtube *streambar* und in der Regel etwa fünf Minuten lang oder sogar kürzer und werden von den Studierenden dankbar angenommen. Hierfür gibt es aus meiner Sicht eine Reihe von Gründen.

Bei der erwähnten Scheu der Studierenden, Lehrbücher zu benutzen, bieten die Videos eine willkommene Alternative. Gerade der Ablauf komplexer biochemischer Reaktionen ist in Lehrbüchern oft recht „sperrig“ textlich behandelt. Bei der Illustration mit Schemata – also in stehenden Bildern – in Powerpoint-Präsentationen der Vorlesung oder in Lehrbüchern sind naturgemäß schnell Grenzen erreicht. Hier bieten Videos die Möglichkeit, Abfolgen biochemischer Reaktionen oder zelluläre Reaktionen auf Umweltreize in bewegten Bildern - vielleicht schematisiert als Cartoon oder als mikroskopische Abbildungen - in Echtzeit oder im Zeitraffer erfahr- und erfassbar zu machen. Durch die einfache Wiederholung der Filme kann auch schnell eine Memorierbarkeit erreicht werden. Das Angebot von Lerninhalten unter Verwendung alternativer Medien kommt vermutlich dem Konsumentenverhalten der Studierenden entgegen und ist daher zeitgemäßer als der ausschließliche und exklusive Verweis auf Lehrbücher. Hier wird auch die Rekrutierung moderner Medien für die Akquise von wissenschaftlichem und technischem Wissen gefördert. Durch die Bezugnahme der Übungen auf die angebotenen Videos kann der rein passiven und nicht reflektierten Konsumierung der Videos entgegengewirkt werden.

Darüber hinaus werden die Lerninhalte der Vorlesung mittels der angebotenen Videos in den Kontext täglicher Erfahrung und aktuellen Themen gestellt wie z.B. Aspekte der Ernährung, biologische Diversität und Genomvielfalt, das Humane Genomprojekt oder die Anwendung von diagnostischen Methoden wie dem Schwangerschaftstest oder dem „AIDS-Test“. So lernen die Studierenden die neu gewonnen Erkenntnisse als Zuwachs und Vertiefung der allgemeinen Bildung zu nutzen. Bis sollte sich motivierend und als zusätzlicher Lernanreiz bemerkbar machen.

Referenzliteratur

1. Meyer, R. & Stocker, F.: Lehren kompakt 1 - Von der Fachperson zur Lehrperson, hep Verlag, 2011
2. Bloom, B.S.: Taxonomie von Lernzielen im kognitiven Bereich, Beltz Verlag, 1976
3. Sitte, W. & Wohlschlägl, H.: Beiträge zur Didaktik des „Geographie und Wirtschaftskunde“ Unterrichts, Universität Wien Institut für Geographie und Regionalforschung (Verlag), 2004