

Personalized Mathematics – Director’s Cut

Bezeichnung der Kurse	Angewandte Mathematik 1 für Umweltingenieure (HS13, HS14) Angewandte Mathematik 2 für Umweltingenieure (FS14, FS15) weitere Kurse, teilw. mit anderen Konzepten: Case Studies in Biostatistics (HS13, HS14), Applied Statistics using R (FS14, FS15), Vorkurs Mathematik (FS14)
Name, Vorname	Kauf, Peter
ZHAW-Kürzel	kauf
Funktion	Dozent Mathematik und Statistik
Anschrift	Dr. Peter Kauf ZHAW Zürcher Hochschule für angewandte Wissenschaften IAS Institut für angewandte Simulation Einsiedlerstrasse 31 A Büro RC E0.11 CH-8820 Wädenswil
e-Mail	kauf@zhaw.ch
Tel.	+41 58 934 54 26
Departement	Life Sciences und Facility Management (N)
Studiengang	BSc Umweltingenieurwesen, MSc life sciences

Summary

Wie gelingt es, individuelle Lerneffizienz und Nachhaltiges Kompetenzlernen zu vereinen? Wie können wir neue Medien und Lernformen einsetzen und gleichzeitig Reflexion über diese fördern? Wie können wir Persönlichkeit und Verbindlichkeit integrieren in ein Lernszenario mit modernen digitalen Medien? Wie gelingt es uns, dass Studierende in einem solchen Szenario Eigenverantwortung übernehmen, wissenschaftliches Arbeiten erleben und daran Spass haben? Wie bewältigen wir als Dozierende in machbarem Aufwand anspruchsvolle, neue Lernsituationen? Wie sind wir als Dozierende Vorbilder für Teamwork, Interdisziplinarität und kreative Wissenschaft? Wie wird visionäre Lehre reale Umsetzung?

Personalized Mathematics – Director’s Cut ist ein Konzept zum Grundlagenunterricht in einem notorisch unbeliebten Fach. Es kombiniert den Einsatz von einfachen aber hochspezifischen, innovativen Lernvideos mit wissenschaftlicher Datenanalyse zur Reflexion des Lernverhaltens. Es baut auf ein Inverted Classroom Design auf, das Eigenverantwortung fördert, nachhaltige Problemlösungsstrategien trainiert und Grundlagen disziplinärer und interdisziplinärer wissenschaftlicher Arbeit motivierend und nachhaltig vermittelt. Die eingesetzten Hilfsmittel sind dabei unkompliziert und effektiv.

Das Konzept bietet ebenso Perspektivenvielfalt der Lehrpersönlichkeiten: es sind mehrere Dozierende an der Kursgestaltung beteiligt und für die Studierenden sichtbar. Höhersemestrige Studierende werden in Form von Tutorenkursen eingebunden.

Bereits im ersten Semester finden dabei Anknüpfungen an andere Fächer statt. Durch konkrete inhaltlich abgestimmte Aufgaben entstehen Brücken zu naturwissenschaftlichen Fächern. Die Analyse und Weiterentwicklung des Lernverhaltens wird in Zusammenarbeit mit geisteswissenschaftlichen Fächern (Lernpsychologie) reflektiert.

Dank einer zweijährigen Testphase ist dieses Konzept nicht nur Vision, sondern zu grossen Teilen gelebte Wirklichkeit.

1. Erwartete Veränderungen und Herausforderungen für die Lehre

Das Lehrkonzept Personalized Mathematics fokussiert auf das Spannungsfeld individuelle Lerneffizienz und nachhaltige Kompetenzvermittlung. Es geht darum, den Forderungen der Studierenden nach persönlicher Effizienz im Lernprozess zu begegnen und dabei gleichzeitig wichtige Kompetenzen nachhaltig zu entwickeln. Die Schnittstellen soziales Umfeld, persönliche Prägung, deren Verknüpfung mit modernen Medien und die Reflexion über das Lernverhalten sind dabei zentral (Abb. 1).

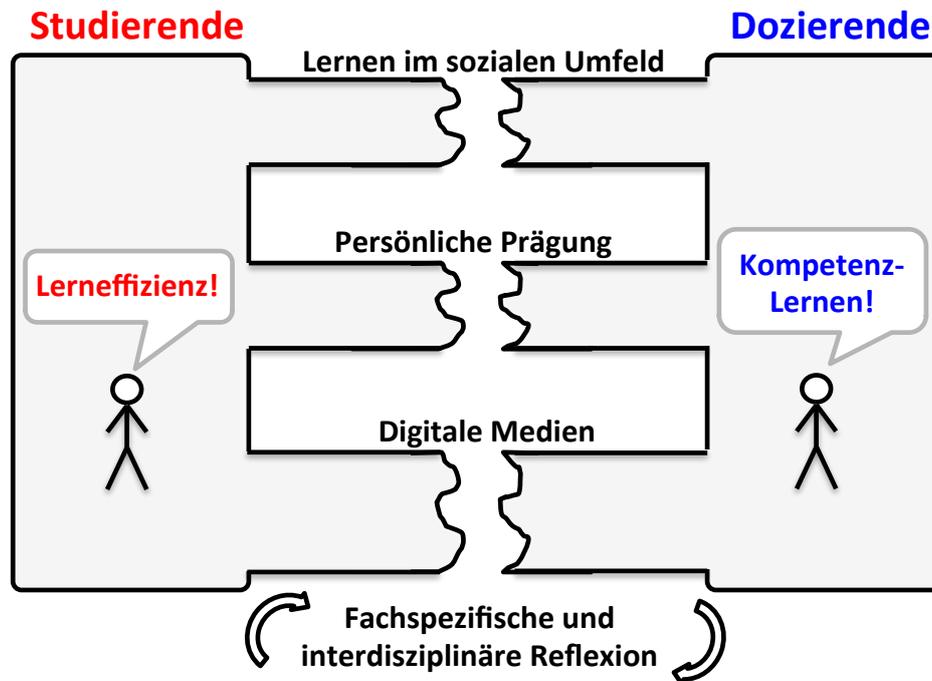


Abbildung 1: Zentrale Elemente des Lehrkonzepts

Lerneffizienz und Kompetenzzernen

Die Vorbildung der Studierenden in meinen Kursen ist sehr heterogen. Damit verbunden sind unterschiedliche Interessen und Kompetenzen in Mathematik. Ich gehe davon aus, dass sich diese nicht harmonisieren werden. Gleichzeitig fordert ein sehr anspruchsvolles Curriculum vor allem in den ersten Semestern ein hoch-effizientes Arbeiten, insbesondere bei den Studierenden, die wenig Vorbildung mitbringen. Effizienz könnte erreicht werden, indem schwierige Denkprozesse auf einfache Rezepte reduziert werden. Dies steht aber in diametralem Widerspruch zur Kompetenzvermittlung. Gerade das Erlangen von interdisziplinären Kompetenzen ist dabei besonders zeitintensiv. Diese Zeitinvestition muss sich für die Studierenden nachhaltig lohnen - nicht erst im Berufsleben, sondern schon im Studium.

Digitale Medien und Reflexion

Die Ansprüche an hohe Lerneffizienz werden durch digitale Errungenschaften (z.B. YouTube) gefördert, gleichzeitig fordert jede neue Technologie Reflexion über ihren Einsatz. Die Generation „digital native“ nutzt diese Technologien oft mit geringer Reflexionstiefe, dafür in hoch-virtuoser Weise. Diese Virtuosität ist eine Chance. Dabei müssen wir Gefahren - z.B. im Umgang mit Daten - erlebbar machen und unsere Studierenden zu sozial- und digital-kompetenten Persönlichkeiten ausbilden. Dies ist unter anderem Aufgabe der Grundlagenfächer, in Mathematik und Statistik mit besonderem Bezug zu den Themen „Big Data“ und „Data Analytics“. Dabei soll auch eine Verknüpfung mit geisteswissenschaftlichen Fächern erfolgen, wo die Thematik im historischen und gesellschaftlichen Kontext aufgearbeitet werden kann.

Persönliche Prägung und soziales Umfeld

In der digitalen Welt können persönliche Prägungen verloren gehen. Gerade diese sind für ein nachhaltiges und motiviertes Lernen zentral. Lernvideos dürfen nicht langweilig und standardisiert sein, sondern sollen Persönlichkeit und Motivation mittragen („Director’s Cut“). Der Dozierende soll im Lernprozess eine Vorbildfunktion einnehmen - nicht als unfehlbarer Fachexperte, sondern indem er vorlebt, wie wir mit Herausforderungen gewinnbringend umgehen. Dazu soll er Bedürfnisse und Probleme der Studierenden konstruktiv aufnehmen. Ebenso wichtig ist das Umfeld beim Lernen, es generiert Verbindlichkeit und bringt Spass und Dynamik in den Lernprozess. Besonders E-Learning braucht soziale Verarbeitung – z.B. in einer effizienten und hochattraktiven Präsenzstunde.

Zur persönlichen Prägung des Unterrichts gehört auch die Vorbildrolle der Dozierenden. Wir sollen die Chance wahrnehmen, unsere Idealvorstellungen von Teamwork, kreativem wissenschaftlichen Arbeiten und interdisziplinärer Zusammenarbeit für unsere Studierenden vorzuleben.

2. Konzept für eine zukunftsfähige Lehrtätigkeit

In diesem Teil wird der Aufbau der Kurse beschrieben. Beispiele für die Umsetzung und Details finden sich im 3. Kapitel.

Lerninhalte

Die Grundlagenkurse in Mathematik sollen die Studierenden befähigen, **quantitative Hilfsmittel** für ihre spezifischen Fachbereiche **gewinnend, kompetent und reflektiert** einzusetzen. Diese quantitativen Hilfsmittel beinhalten mathematische Grundlagen (Funktionen, Differenzieren, Integrieren, Differentialgleichungen, Programmierung) sowie darauf bauende Konzepte (Modellierung, Optimierung, Statistik, Datenerhebung, Datenvisualisierung und Datenanalyse).

Neben diesen sehr konkreten Zielen sollen die Kurse Eindrücke vermitteln und Erfahrungen erlebbar machen, wie naturwissenschaftliche Herausforderungen im Team kompetent und interdisziplinär angegangen werden können. Diese Erlebnisse sind eine Vorstufe für die spezifischeren Kurse in höheren Semestern.

Struktur der Kurse

Die Mathematikurse für Umweltingenieure dauern zwei Semester (3+1 bzw. 2+1 Präsenzlektionen pro Woche). Dabei setzen sich mindestens zwei Dozierende und auch höher semestriige Studierende für den Kurs ein.

Ich als Kursverantwortlicher gestalte die 3 (bzw. im zweiten Semester 2) Präsenzlektionen (im Stundenplan als "Vorlesung" ausgewiesen). Zu diesen Lektionen gibt es jeweils 1 zusätzliche Präsenzlektion (im Stundenplan als "Stützunterricht" ausgewiesen). Diese Zusatzlektion wird von einem Kollegen¹ gestaltet. Dabei ist es mir wichtig, dass mein Kollege und ich verschiedene Unterrichtsstile pflegen. Dies ermöglicht den Studierenden, Persönlichkeiten zu erleben, in einem Fach das sehr "sachzentriert" ist. Inhaltlich erfolgt eine sehr präzise Abstimmung. Diese Abstimmung kommunizieren wir den Studierenden und leben vor, wie man als Team einen Kurs gestalten kann.

Mehrmals im Semester finden Tutorenkurse statt. Darin werden Gruppen von ca. 10 Studierenden gebildet, welche sich mit einem Studierenden höheren Semesters in 2-3 Präsenzstunden gezielt auf Prüfungsthemen vorbereiten². Diese Methodik hat sich bewährt und ist beliebt. Die Studierenden des 1. Jahres erhalten so weitere Perspektiven auf Inhalte des Fachs, die Tutoren nutzen diese Kurse als erste Unterrichtserfahrungen.

Das Konzept der Tutoren ist ausbaufähig. Gezielt eingesetzt unterstützt es einen Kurs sehr effektiv. Wichtig ist, dass der Einsatz sorgfältig geplant wird (inhaltliche Eignung der Themen, passendes Lernszenario, Kostenrahmen). Ebenso brauchen Tutoren Betreuung und verdienen produktives und ausführliches Feedback zu ihrem Einsatz.

Leistungsnachweise

Die Leistungsnachweise (Abb. 2) bestehen zum einen aus schriftlichen Semester- und Modulprüfungen, in denen die kompetente Anwendung der Grundinhalte getestet wird. Weiter gibt es drei Gruppenarbeiten, in denen offene Fragen gewinnend und reflektiert angegangen werden sollen – einmal im Bereich Modellierung und schwergewichtig in den Bereichen Datenvisualisierung, Analyse und Erhebung³. Im ersten Semester werden Lerndaten erhoben⁴, welche zusammen mit den gelernten Visualisierungstechniken in eine Arbeit im zweiten Semester einfließen. In diesem Aufbau erleben die Studierenden Erhebungen aus Sicht eines Teilnehmers und aus Sicht einer Forscherin. Gleichzeitig werden durch die Analyse das eigene Lernverhalten sowie Chancen und Gefahren von Datenerhebungen mathematisch reflektiert. Mit dem grossen Gewicht auf selbständigen Arbeiten werden schwierige Denkprozesse

¹ In der Regel ein wissenschaftlicher Mitarbeiter.

² Die Auswahl der Studierenden für die Tutorenstellen verdient Sorgfalt. Diese müssen top-motiviert und kompetent sein.

³ Dies sind die Hauptanwendungen von Mathematik bei Umweltingenieuren.

⁴ Die Erhebung von Lerndaten wird nicht benotet, ist aber obligatorisch.

nachhaltig geübt. Die Wahl der Gruppengrößen bei den selbständigen Arbeiten ist dabei bewusst variabel (max. 4 Personen, Einzelarbeiten möglich). Dies soll den verschiedenen Lern- und Arbeitstypen Rechnung tragen. Neben den Fachinhalten wird immer auch eine Eigenreflexion des Arbeitsprozesses verlangt.

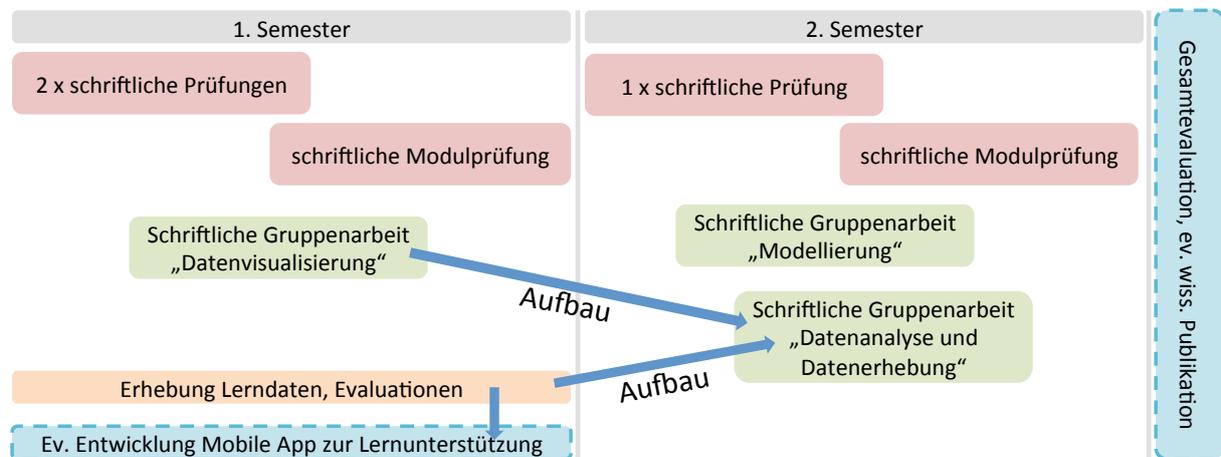


Abbildung 2: Leistungsnachweise. Gestrichelt sind mögliche Weiterentwicklungen.

Die Datenanalyse zum Lernverhalten hilft auch den Dozierenden im Kurs. Wir können anhand der erhobenen Daten, der Thesen und der Überlegungen der Studierenden herausfinden, wie die Lehre ankommt. Ebenso ermöglicht die Erhebung von Lerndaten eine interessante Weiterentwicklung der Interaktion mit den Studierenden durch eine mobile App zur individualisierten Lernunterstützung. Der mögliche Aufbau und Einsatz einer solchen App muss sorgfältig überlegt werden im Hinblick auf die digitale Unabhängigkeit und Hochschulreife unserer Absolventen. Erste Versuche mit einer sehr einfachen, prototypischen Version werde ich im HS14 machen.

Lehr- und Lernszenarien

Die Lehr- und Lernszenarien gestalte ich mit Fokus auf Lerneffizienz und nachhaltigen Lernerfolg der Studierenden. Ich baue dabei auf drei Hauptpfeilern auf: dem sozialen Lernumfeld (Grossgruppen, meist > 60 Studierende), der persönlichen Prägung der Fachinhalte (Teamwork von Dozierenden, verschiedene Perspektiven auf den Stoff, Einsatz von Tutoren, interdisziplinäre Zusammenarbeit) und dem gezielten Einsatz von Lernvideos. Das Lernverhalten, vor allem der Einsatz digitaler Medien, wird im Themenbereich Datenerhebung, Datenanalyse und Statistik fachspezifisch und interdisziplinär reflektiert. Wichtig ist es, dass die Studierenden in meinem Kurs erleben können, dass es sich bezahlt macht, eigene Lernstrategien zu überdenken. Insbesondere sollen sie erleben, dass es sich lohnen kann, bisher erfolgreiche Strategien zu dekonstruieren und Neues zu probieren⁵.

Der konkrete Erwerb der mathematischen Fähigkeiten erfolgt in einem Inverted Classroom Design. Die Studierenden bekommen für jede Kurswoche Lernvideos und ein Skript, welches die Theorieinhalte und komplexere Anwendungen aufbereitet. Damit ist das Problem der heterogenen Fähigkeiten in Mathematik entschärft. Hocheffizient können alle Studierenden in ihrem eigenen Tempo arbeiten – bei Bedarf ist dies auch in Gruppen (physisch oder online) möglich. Für meine persönlichen Vorlieben hat sich das Element Video als zentrales Vermittlungsinstrument bewährt. Es erlaubt mir, interaktiv, packend und dynamisch Inhalte zu

⁵ Übungen und Beispiele hierzu erfolgen in Abstimmung mit dem Kurs "Lernpsychologie" im ersten Semester (Dozentin: Angela Martucci Siefert). Angela danke ich herzlich für ein sehr bereicherndes Gespräch zum Thema Reflexion des Lernverhaltens.

vermitteln. Ein Skript alleine genügt meinen individuellen "Entfaltungswünschen" nicht.⁶ In den Präsenzstunden folgt die Anwendung des Stoffes. Oft erkennen die Studierenden Verständnisprobleme erst in dieser Phase und die Kompetenz des Dozierenden kann punktgenau eingesetzt werden. Die Präsenzlektionen sind dabei abwechslungsreich gestaltet. Wo thematisch sinnvoll erfolgen z.B. Kurzeinheiten mit Problem Based Learning. Selbst falls die Studierenden die Lernvideos nicht detailliert vorbereitet haben, können sie aus den Präsenzlektionen etwas mitnehmen. Das „oberflächliche“ Durchschauen der Videos ermöglicht, den Stoff zu antizipieren, sich in der komplexen mentalen Welt der Mathematik zu orientieren. Insgesamt kann ich mit diesem Inverted Classroom Design nicht mehr Stoff in ein Semester packen, aber es bleibt durch dieses Antizipieren mehr Raum, die Inhalte sinnvoll zu verarbeiten. Es ist mir wichtig, festzuhalten, dass ich durch Videos Präsenzstunden nicht ersetzen möchte. Präsenzstunden finde ich sehr wichtig im erfolgreichen Lernprozess⁷. Die Dozierenden bekommen in diesem blended learning Szenario eine neue, anspruchsvolle und interessante Rolle: anstatt zum n-ten Mal dieselbe Theorielektion zu machen, interagieren sie mit Studierenden, welche sich auf Theorieinhalte vorbereitet haben. Dies erfordert höchste Fachkompetenz und Flexibilität⁸. Ein zentrales Element der Präsenzstunden ist die Reflexion, wie man an Probleme herangeht. Dies darf die dichten Fachinhalte nicht konkurrieren, sondern soll deren Verarbeitung verbessern⁹. Die Reflexionsprozesse erfolgen dabei in Abstimmung mit dem Fach "Lernpsychologie". So schaffen wir Verknüpfungen zwischen zwei sehr fremd scheinenden Disziplinen, zeigen Gemeinsamkeiten der beiden Fächer und leben die interdisziplinäre Zusammenarbeit vor.

Rollen

Ich nehme in diesem Lehrkonzept eine Rolle als Wissensvermittler im Lernvideo wahr, ähnlich wie bei (interaktivem) Frontalunterricht. In den Präsenzstunden bin ich (wie auch mein Kollege im Stützunterricht) Lerncoach, Moderator für Diskussionen und Motivator bei Lernschwierigkeiten¹⁰.

In der Begleitforschung (Datenanalyse) sind wir Wissenschaftler und leben den Studierenden eine produktiv-neugierige und hinterfragende Grundhaltung vor. Die Studierenden sind Lernende von Fachinhalt (in betreuter Eigenregie), Anwender des Gelernten auf Teilgebiete ihres Fachbereichs, Teilnehmer von wissenschaftlichen Erhebungen, Daten-Wissenschaftler, reflektierende Beobachter und wertvolle Kritiker von Lehrmethodik. Durch die Verantwortung in diesen Rollen fühlen sich die Studierenden ernst genommen, motiviert und gefordert. Durch bewusstes Heranführen an die einzelnen Rollen vermeide ich eine Überforderung. Höhersemestrige Studierende können eine Rolle als Tutoren einnehmen. In dieser Rolle sind sie Vorbilder für ein erfolgreich abgeschlossenes erstes Studienjahr, Motivatoren bei Lernschwierigkeiten und starke emotionale Stützpfiler, weil sie Verständnis für die Schwierigkeiten im Fach und im Curriculum aus einer anderen Sicht zeigen können als die Dozierenden.¹¹

⁶ Entwicklungen im Bereich E-Book / E-Script verfolge ich interessiert. Im Moment ist mir der Entwicklungsaufwand zu hoch. Mein Kollege Urs Mürset (Statistik im selben Studiengang) setzt sehr erfolgreich auf hervorragend ausgearbeitete Skripte zum Selbststudium. Dies bildet einen guten Strauss an Methodenvielfalt im Fachbereich Mathematik. Die Studierenden erfahren so verschiedene Lehr- und Lernformen.

⁷ Dies basiert auf Erfahrungen des IAS: Urs Mürset hat experimentiert mit Formen des Selbststudiums. Ebenso habe ich damit im Rahmen eines Programmierkurses experimentiert. Ohne "Präsenzzwang" zeigten sich markant schlechtere Kursresultate. Details dazu auf Anfrage. Eventuell gibt es Fächer, für die sich eine reine online-Form gut eignet.

⁸ Die Dozierenden sollen in der Methodenwahl frei bleiben. Die beste Vorlesung, an die ich mich erinnere, war Analysis I an der ETHZ (Prof. O.E. Lanford): 6 Lektionen pro Woche Frontalunterricht, nur Wandtafel - aber eine hochkompetente Persönlichkeit als Dozent.

⁹ Konkrete Beispiele in Kap. 3.

¹⁰ Konkrete Beispiele für ein produktives Ausleben dieser Rollen in Kap. 3.

¹¹ Die Auswahl der Tutoren ist im Hinblick auf diese Fähigkeiten sorgfältig vorzunehmen.

3. Umsetzung des Lehrkonzepts

Das beschriebene Konzept ist seit Herbst 2012 prototypisch und seit Herbst 2013 systematisch im Einsatz. Für Mathematik 1 und 2 entstanden seit 2013 knapp 70 Lernvideos¹². Eine Erhebung des Lernverhaltens wurde im Herbst 2013 zum ersten Mal durchgeführt¹³. Das Team-Teaching Konzept hat sich seit langem in mehreren Kursen bewährt (im HS13 haben 3 Dozierende im Kurs Mathematik 1 unterrichtet). Tutoren setzen wir seit ca. 4 Jahren in verschiedenen Kursen ein. Anhand konkreter Beispiele wird im Folgenden die Umsetzung des in Kapitel 2 beschriebenen Konzepts illustriert.

Lernvideos

Zur Aufnahme der Lernvideos brauche ich die iPad-App „Doceri“. Damit lassen sich in zumutbarem Aufwand Screencasts aufzeichnen und Powerpoint slides handschriftlich annotieren. Wichtiger als technische Qualität sind für mich gut strukturierte und interaktive¹⁴ Inhalte mit persönlicher Prägung¹⁵. Die Studierenden sollen erkennen, dass sich ihr Dozent mit seinem eigenen Stil an sie wendet. Dadurch entsteht Verbindlichkeit und die Fachinhalte bekommen eine motivierende persönliche Note. Zur Verfügung gestellt werden können die Videos über YouTube, die Videoplattform von Switch oder direkt auf Moodle¹⁶. Video-Dozierende müssen bereit sein, sich auf ein neues Medium mit eigener Dynamik einzulassen, das Abfilmen von Vorlesungen ist nicht zielführend¹⁷. Grundlegende Fortbildungsangebote der ZHAW existieren hierzu, wichtig wären Zusatzangebote mit individueller Betreuung, denn je nach Persönlichkeit, technischen Hilfsmitteln und Fachinhalten sind andere Umsetzungsarbeiten nötig.

Inverted Classroom

Das Konzept Inverted Classroom¹⁸ muss sorgfältig eingeführt werden. Befürchtungen zu Mehraufwand müssen Ernst genommen und durch gute Praxis zerstreut werden. Wichtig ist die Verbindlichkeit der Lernvideovorbereitung. Mit dem Inverted Classroom Design befähigen wir unsere Studierenden früh und nachhaltig, Lerninhalte in Eigenverantwortung aufzuarbeiten. Im HS13 hat sich gezeigt, dass dieses Konzept für meinen Mathematik Kurs sehr geeignet ist. Die Studierenden haben besonders geschätzt, dass sie den Lernprozess selbst steuern können, haben aber gleichzeitig kritisiert, dass es viel Eigendisziplin bräuchte, dies auch zu tun¹⁹.

Praxisnahe Aufgaben

Es ist wichtig, dass ein abstraktes Fach wie die Mathematik den Praxisbezug konkret aufzeigt. Bereits im ersten Jahr versuchen wir nach Möglichkeit, Beispiele aus konkreten Industrie- und Forschungsprojekten einzubauen. Aufgrund der hohen Komplexität und dem frühen Zeitpunkt im Studium müssen wir diese in der Schwierigkeit herunterbrechen. Trotzdem bleiben die Fragestellungen realistisch. Zum Beispiel verwenden wir eine Forschungsarbeit zur

¹² Beispiel siehe <https://tube.switch.ch/videos/13>.

¹³ Zum Ausbau des Konzepts wurden mir im HS13 vom IUNR Institut für Umwelt und Natürliche Ressourcen (Dep. N) 150h zusätzlich zum regulären Lerhaufwand zur Verfügung gestellt.

¹⁴ Bei Zwischenfragen und Aufgaben werden die Studierenden aufgefordert, das Video anzuhalten und erst nach eigenem Versuch weiterzufahren und die Lösung anzuschauen.

¹⁵ Z.B. durch die eigene Handschrift.

¹⁶ Bei der Wahl ist der Grad der Öffentlichkeit zu beachten. Persönlicher Touch (z.B. Humor), oder Fehler können dabei problematisch sein. Auch Themen wie Corporate Identity sind überlegt anzugehen. Momentan sind z.B. Bestrebungen im Gang, Mathematikvorkurse ZHAW weit als MOOC anzubieten (Interessenten am N, T, W; Lead bei ZiD am W). Hierbei ist ein anderer Grad an formaler Professionalität sinnvoll (Marke ZHAW), und damit auch andere Budgetordnungen nötig als in diesem Konzept beschrieben.

¹⁷ Auch bei professionellen Plattformen werden teils nur Vorlesungen abgefilmt. Die Resultate sind langweilige Casts (persönliche Meinung des Verfassers).

¹⁸ Ich meine damit Vorbereitung von Theorie vor den Präsenzstunden und Anwendungen sowie Diskussionen im Präsenzunterricht.

¹⁹ Diese Thematik habe ich mit mehreren Moodle-Umfragen über das Semester hinweg ausgeleuchtet.

Optimierung von Wasserturbinen mit ökologischen Randbedingungen als Grundlage für eine Problem-Based Learning Einheit im Themenumfeld Kurvendiskussion und Optimierung. In den Statistikkursen kommen reale Fragestellungen aus der eigenen Beratungstätigkeit in der Gruppe "Transdisciplinary Statistics" am IAS aus dem Bereich Life-Sciences zum Einsatz. Umfragen zeigen, dass gerade solche Lerneinheiten sehr beliebt sind. Dank dem Flipped Classroom Konzept haben diese sehr gut Platz im Präsenzunterricht.

Interdisziplinäres Zusammenarbeiten

Leider bleibt in unseren dicht-geprägten Curricula im ersten Jahr wenig Platz für Musse und Verarbeitung. Diese sind jedoch für produktive Verknüpfungen von Inhalten verschiedener Disziplinen zentral. Gleichzeitig müssen wir in den Grundlagenkursen dafür sorgen, dass die disziplinäre Ausbildung den Anforderungen entspricht. Auch unter diesen schwierigen Rahmenbedingungen wollen wir interdisziplinäre Kompetenzen schulen. Wichtig ist dabei, dass ein konkreter Nutzen für die Studierenden entsteht. Neben Anknüpfungen an Fächer des Studiengangs durch themenbezogene Aufgaben (Populationsdynamik in Ökologie, Kohlenstoffkreislauf in Klimatologie, etc.) planen wir für das HS14 eine engere Abstimmung mit dem Kurs "Lernpsychologie". Wir wollen darin die Reflexion und Dekonstruktion von eigenem Lernverhalten ausbauen. Die Datenerhebungen der Mathematik sind dabei ein Teil, es geht aber auch darum, verschiedene Elemente des Kurses Lernpsychologie direkt in der Mathematik erlebbar zu machen (z.B. das Verknüpfen von Theorien zu Themen wie "Lernorte", "soziales Umfeld" mit konkreten Experimenten zum Lernen in Mathematik). So werden wir dem Personalisierungsanspruch auch in Bezug auf Lerntypen und Selbsterkenntnis gerecht.

Erhebung Lernverhalten

Die quantitative Erhebung des Lernverhaltens erfordert ein spezifisches Web-Tool.²⁰ Eine Schwierigkeit liegt in der Umsetzung der Erhebung (Tagebuchmüdigkeit, Motivation). Die Studierenden müssen motiviert werden, regelmässig und sorgfältig ihre Arbeitsmuster zu erfassen. Massiver Zwang führt dabei zu Sorglosigkeit und damit zu schlechten Daten. Ideal wären zusätzlich zur Erfassung der Lernmuster regelmässige Kurztests welche zeigen, ob Lernziele erreicht wurden. Dies ist aber für Studierende und Dozierende sehr aufwändig. Nach einem ersten Durchlauf 2013 werde ich in Zusammenarbeit mit der Dozentin für Lernpsychologie ein anreizbasiertes Modell entwickeln, das zu seriöser Erfassung motiviert. Anreize sollen dabei vor allem Benefits für die eigene Lerneffizienz durch zielgerichtete Eigenreflexion sein. Konkrete Pläne hierzu sind in Arbeit für das HS14. Das Formular zur Erfassung der Lernzeiten ist in Abb. 3 gezeigt. Wie erwartet war der Aufbau zu umfangreich, für HS14 werden wir die Erhebungsgrössen punktueller fokussieren.

Woche	Datum	Tag	Vorlesung			Stützunterricht			Podcast schauen			Skript lesen			Aufgaben / Übungen lösen (ausserhalb der aufgelisteten Angebote)			Diskussion über Mathe (ausserhalb der aufgelisteten Angebote)			Sonstige Angebote		
			Dauer	Anspruch	Gefühl	Dauer	Anspruch	Gefühl	Dauer	Anspruch	Gefühl	Dauer	Anspruch	Gefühl	Dauer	Anspruch	Gefühl	Dauer	Anspruch	Gefühl	Was	Dauer	Gefühl
Bsp. 1		Mo	135	6	7										15	3	2				2	20	2
Bsp. 2		Di																					
Bsp. 3		Mi				45	4	3	45	5	3	15	5	2				10	3	1	4	60	2
43	21 Okt	Mo																					
43	22 Okt	Di																					
43	23 Okt	Mi																					

Abbildung 3: Ausschnitt aus dem Formular für die Erfassung der Lernzeit. Diese Version wurde im HS13 eingesetzt. Fürs HS14 ist eine punktuellere Erhebung mit verschiedenen Schwerpunkten über das Semester in Planung.

²⁰ Das eingesetzte Tool wurde von Matthias Wenger am IAS Institut für angewandte Simulation entwickelt (Zeitaufwand ca. 2 Tage).

Umsetzung von Ideen der Studierenden

Im Zusammenhang mit der Erfassung von "Lernraten" entwickeln die Studierenden eigene Ideen für interessante Erhebungsfragen. Im FS14 wurde u.a. vorgeschlagen, die Selbsteinschätzung einer Prüfungsnote zu erheben. Diesen Vorschlag habe ich aufgenommen und direkt vor der Prüfung erfragt, welche Note erwartet würde, direkt nach der Prüfung wurde dasselbe gefragt. Abb. 4 zeigt das Resultat im Vergleich mit der effektiven Note, summarisch (links) und für die individuellen Leistungen (rechts; jede Linie entspricht einem Studierenden). Besonders interessant sind Fehleinschätzungen (Überschätzungen > 0.75 Noten rot gepunktet, Unterschätzungen < -0.75 Noten²¹ blau gestrichelt, Rest grau). Solche Darstellungen regen zum Nachdenken über Ursachen einer falschen Selbsteinschätzung an. Da die Diskrepanz zwischen Selbsteinschätzung und effektiver Beurteilung der Leistung eine der wichtigsten Ursachen für Demotivation ist (enttäuschte Erwartungen) treffen wir hier einen sehr wichtigen Punkt.²² Rezeptantworten auf die Frage, wie man Fehleinschätzungen vermeidet, gibt es keine - aber die Diskussion über die Ursachen einer persönlichen Fehleinschätzung erlauben, dieser besser vorzubeugen.

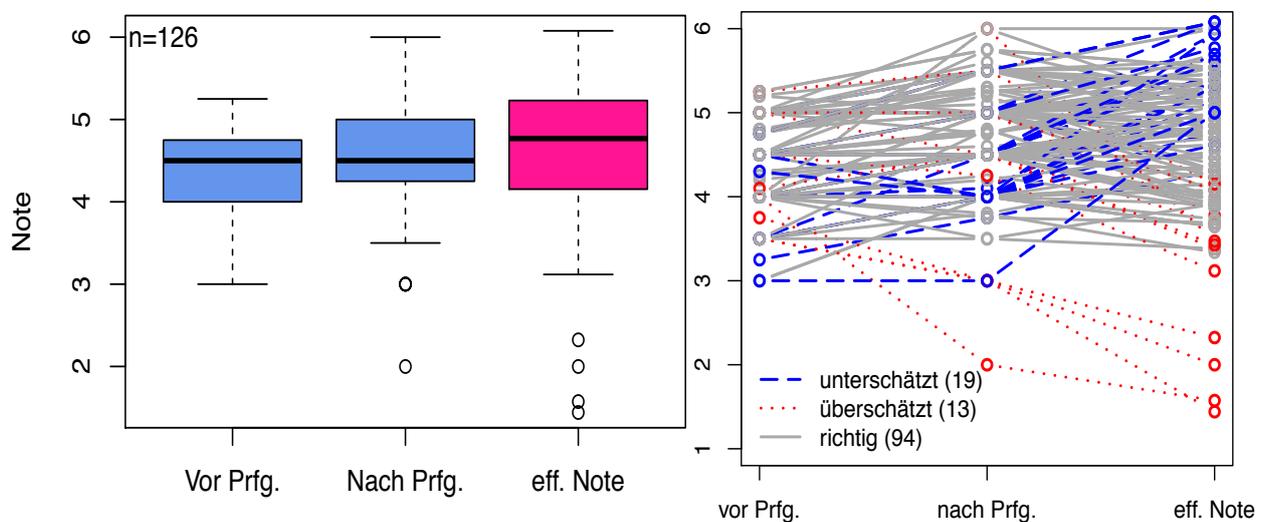


Abbildung 4: Einschätzung der Prüfungsnote durch die Studierenden. Links summarisches Bild, rechts individuelle Einschätzung (jede Linie entspricht einem Studierenden).

Fehlerkultur

Wichtige Motivatoren für erfolgreiches selbstgesteuertes Lernen sind Selbstbewusstsein und Vertrauen in die eigenen Fähigkeiten. In der Mathematik sind diese besonders schwer zu erwerben, da sehr einfach Fehler passieren, die einem das Fach gnadenlos anstreicht. Umso wichtiger ist ein produktiver Umgang mit Fehlern, der Aufbau einer positiven Fehlerkultur. Dies kann ich einerseits als Dozent vorleben - es kommt vor, dass beim Vorrechnen Fehler passieren. Wenn ich hier mit Humor und Selbstverständlichkeit reagiere, nehme ich den Studierenden die Angst vor diesen Fehlern und zeige, dass niemand perfekt ist - auch nicht der "gottnahe" Dozent mit 13 Jahren Mathematikerfahrung. Andererseits kann ich die Fehlerkultur auch positiv aufbauen, indem ich sorgsames, wertschätzendes Feedback zurückgebe wenn Fragen auftauchen, bzw. falsche Antworten gegeben werden. Hier ist eine schwierige Gratwanderung zu bewerkstelligen: das Feedback soll auf Defizite hinweisen, sodass diese klar erkannt werden können, gleichzeitig soll es die Defizite als positives Potential darstellen, z.B.: "Da bist Du bei einer schwierigen Aufgabe - Dein Ansatz ist kreativ und viele Überlegungen sind sehr gut, Du bist dem Ziel sehr nahe. Punktuell ist genau hier eine Fehlüberlegung drin. Bist Du sicher, dass diese Umformung stimmt?"

²¹ Zur Färbung wurde das Mittel der erwarteten Note vor und nach der Prüfung verglichen mit der effektiven Note.

²² Für interessante, emotionale Diskussionen sorgt auch immer die Frage nach geschlechtsspezifischen Unterschieden.

Beobachtungsaufgaben

Die Studierenden erleben in ihrem Curriculum sehr viele Gruppenarbeiten. Mir ist es wichtig, auch das individuelle Arbeiten zu fördern. Dabei sollen Vorlieben der einzelnen Studierenden reflektiert werden. Im HS14 planen wir zu diesem Zweck punktuell Beobachtungsaufgaben, aus denen eine Steigerung der Lerneffizienz erreicht werden soll. Hier zwei Beispiele für geplante Aufgaben:

- Wie wird ein Podcast angeschaut? Wir bilden Peer Gruppen. Dabei schaut Person B der Person A über die Schulter beim Podcast schauen und notiert, wo Person A Pause drückt, welche Aufgaben im Video sie wie angeht. Dann wird gewechselt. Am Schluss soll einerseits ein Austausch darüber stattfinden, wo Vor- und Nachteile im verschiedenen Vorgehen liegen und gleichzeitig soll durch das Wissen des "Beobachtetwerdens" erlebt werden, was für einen Nutzen das sorgfältige, reflektierte Umgehen mit dem Video bringt.²³
- Das Thema "Summenzeichen" ist eine erste und drastische Begegnung mit Abstraktion. Seit der Primarschule können die Studierenden Zahlen addieren, doch nun gibt es eine neue Notation, die nur mehr eine Rechenanweisung ist - abstrakt und ohne klaren Nutzen. Ein wichtiger Inhalt der Mathematik ist genau der Umgang mit solchen neuen, abstrakten und schwierigen Themen. Wir werden das Kapitel "Summenzeichen" mithilfe eines Podcasts als Vorbereitung aufgeben. In der Präsenzstunde werden wir zwei (schwierige) Aufgaben, A1 und A2, vorlegen und die Klasse in 6er Gruppen aufteilen. Aufgabe A1 wird von der Hälfte der Personen in jeder Gruppe gelöst, während die andere Hälfte jeder 6er Gruppe dokumentiert wie vorgegangen wird (Fokus auf "Wo bleibt man hängen", "Wie geht die Gruppe mit dem Hängenbleiben um?", "Was für Strategien kommen zum Einsatz, um trotzdem weiterzukommen?"). Danach wird Aufgabe A2 von der anderen Hälfte der Gruppe gelöst. Die Beobachter beurteilen dabei zusätzlich, ob nach ihrem Eindruck etwas vom Beobachten des ersten Versuchs gelernt wurde. Im Fach "Lernpsychologie" wird vor diesem Beobachtungsexperiment besprochen, wie komplexe, abstrakte Probleme angegangen werden können. In einer weiteren Runde könnte zusätzlich Druck generiert werden durch z.B. einen Preis für die schnellste Lösung.

Solche Beobachtungsaufgaben sollen das eigene Lernverhalten optimieren. Gleichzeitig sind diese zielführende Vorbereitung auf spätere naturwissenschaftliche Fächer und Arbeiten. In jedem Experiment geht es darum, Beobachtungen zu machen, diese zu dokumentieren und einen klaren Fokus zu haben auf das, was man mit der Beobachtung lernen will²⁴.

Die meisten der hier beschriebenen Visionen sind bereits Realität. Umso mehr freue ich mich darauf, im HS14 wieder Personalized Mathematics anzubieten und angewandte Forschung nicht nur zu vermitteln, sondern für die Studierenden aktiv erlebbar zu machen.

²³ Es ist denkbar, dass neue technische Lösungen bei Videoplattformen in naher Zukunft erlauben, das Nutzerverhalten aufzuzeichnen. Hierauf möchte ich vorbereitet sein. Kontakte mit Google-Entwicklern im Bereich YouTube bestehen.

²⁴ Dies wird den Studierenden auch so kommuniziert.