

Videos in der Lehre: Ein Versuch

Prof. Dr. Michael Kipp
Hochschule Augsburg
An der Hochschule 1
86161 Augsburg
michael.kipp@hs-augsburg.de

1 Motivation

Dass die traditionelle Vorlesung ineffizient ist, wurde 2011 von Nobelpreisträger Carl Wieman in einem viel beachteten Science-Artikel eindrucksvoll dargelegt (Deslauriers et al. 2011). Die traditionelle Vorlesung ist aus Sicht der Studierenden zu lang (90 Minuten), nicht selten langweilig, da wenig interaktiv, von schwierigen Randbedingungen geprägt (Unruhe im Hörsaal, Sichtbarkeit von Leinwand, Tafel, Dozent) und vor allem unflexibel (feste Zeit, fester Ort). Aus Sicht der Dozentin ist eine Vorlesung repetitiv, da jahrelang die fast exakt gleichen Inhalte doziert werden, was nach einigen Jahren zu Motivationsproblemen von Seiten der Dozentin führen kann. Die Folgen einer ineffizienten Vorlesung sind dramatisch, denn sobald Studierende "abgehängt" sind, können weitere Inhalte kaum vermittelt werden, da - zumindest in technischen Fächern - die Inhalte oft aufeinander aufbauen. Dies bedeutet, dass zum Semesterende in der Vorlesung kaum noch Studierende erreicht werden, was für beide Seiten, Studierende und Dozenten, eine Verschwendung von Ressourcen bedeutet.

Die Idee des *Inverted Classroom*, auch *Flipped Classroom* genannt, bietet hier einen Lösungsansatz (Bergmann, Sams 2012, Khan 2012). Die reine Wissensvermittlung, die sich in vielen Fächern über die Jahre kaum ändert, wird auf Videos verlagert, die die Studierenden an einem Ort ihrer Wahl sehen können (zu Hause, im Café, an der Hochschule). Die dadurch gewonnene Zeit in der Präsenzveranstaltung wird genutzt, um die Anwesenheit von Studierenden und Dozentin maximal zu nutzen, zum Beispiel durch betreute Gruppenarbeiten und vor allem durch aktive Kommunikation unter den Studierenden und mit der Dozentin. Deshalb "inverted" Classroom: Wissensvermittlung nicht an der Hochschule, sondern zu Hause, und umgekehrt die Hausaufgabe nicht zu Hause, sondern an der Hochschule.

Videos bieten die folgenden Vorteile gegenüber traditionellen Vorlesungen: Sie können wiederholt angesehen werden, ohne dass ein Gefühl von Scham aufkommt und ohne dass Hemmschwellen (Nachfragen) überwunden werden müssen. Man kann frei im Video springen oder auch die Geschwindigkeit erhöhen. Videos können zu jeder Zeit und an vielen Orten angesehen werden, unterbrochen und pausiert werden. Die Inhalte eines Videos sind in der Regel kompakter dargestellt, da die Produzentin des Videos sich dessen bewusst ist, dass das Video viele Male angesehen wird (im Gegensatz zu einer einmaligen Vorlesung). Videos erlauben es auch, Inhalte "aufzuholen", z.B. kurz vor der Klausur. Die Nachteile von Videos sind, dass sie nicht interaktiv sind, d.h. es kann nicht nachgefragt werden, dass das Ansehen des Videos nicht so leicht überprüfbar ist (im Gegensatz zur Anwesenheit in einer Präsenzveranstaltung) und dass es sich nicht um ein "Gruppenerlebnis" handelt, wo die Anwesenheit der anderen evtl. motiviert.

Das Thema Inverted Classroom ist auch im Kontext der aufkommenden reinen Online-Lehrveranstaltungen, sog. MOOCs (Massive Open Online Courses), relevant und wurde

jüngst in einer eigenen Konferenz aufgegriffen, der ICM-Konferenz¹ 2013 in Marburg. In Deutschland sind u.a. die Professoren Handke (Univ. Marburg), Loviscach (FH Bielefeld) und Spannagel (PH Heidelberg) sehr aktiv in diesem Bereich². In den USA wurde das Thema durch den Erfolg der Khan-Academy³ popularisiert, einer kostenlosen Videosammlung von über 4000 Videos, die von Google und der Bill & Melinda Gates Stiftung gefördert wird (Khan 2012).

Im Sommersemester 2013 habe ich in zwei Vorlesungen zum Thema *Programmieren* selbst produzierte Kurzvideos eingesetzt (insgesamt 17 Videos bzw. 12 Videos je Vorlesung). Durch ein Bonussystem gab es Anreize, die Videos vor der Vorlesung zu sehen (analog zu *Pre-Readings*, Heiner, Banet 2012). In der Vorlesung wurde praxisorientiert vorprogrammiert und durch Clickerfragen das Lernen und der Austausch motiviert (*peer instruction*, cf. Mazur 1997). Im begleitenden Praktikum wurde anhand einer Kompetenz-Checkliste kommuniziert, welche Kompetenzen zu "meistern" sind (*mastery learning*, Khan 2012). Diese Kompetenzen wurden anhand eines praxisnahen Live-Coding-Tests abgefragt, die u.a. Minimalanforderungen abbilden sollen (Städler 2010).

Diese Maßnahmen wurden aufgrund von Ressourcenmangel nur teilweise implementiert. Hier berichte ich erste Erfahrungen und studentisches Feedback.

2 Videos

Videos lassen sich zunächst unterscheiden in zwei Typen: abgefilmte Vorlesungen (90 Min.) und thematische Einheiten (10 Min.). Abgefilmte Vorlesungen komplementieren oder ersetzen den Vorlesungsbesuch und erlauben das wiederholte Ansehen, auch mit höherer Geschwindigkeit. Sie haben den Vorteil, dass das Video und das Gesehene 1-zu-1 übereinstimmen. Nachteil ist, dass es schwer ist, in einem 90-minütigen Video gezielt Inhalte zu finden und die Veranstaltung nicht optimiert für die Betrachtungssituation gestaltet ist, also schnell langatmig wirken kann. Schließlich ist auch der Produktionsaufwand nicht zu unterschätzen. Es müssen Sprecher, Tafel, Projektion und Audiosignal evtl. getrennt aufgezeichnet werden und zumindest in der Nachbearbeitung adäquat zusammengeschnitten werden, so dass Sprecher, Folie, Tafel jeweils optimal dargestellt werden, wobei der Kontrastunterschied zwischen Projektion und Sprecher teils nur eins von beiden optimal sichtbar lässt.

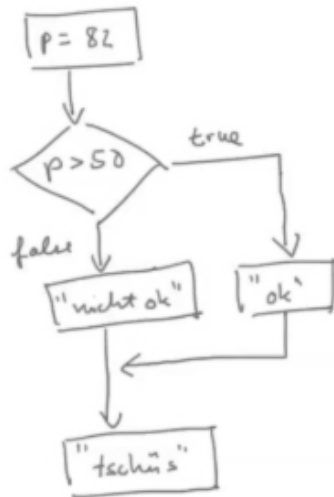
Der zweite Typ Video sind thematische Einheiten, wie sie die Khan-Academy verwendet. Diese auch von mir eingesetzte Variante setzt auf außerhalb der Vorlesung produzierte Videos mit je einem Kernthema und einer maximalen Dauer von 10 Minuten. Laut Salmon Khan begründete sich diese Restriktion zunächst rein technisch, da YouTube nur ein Limit von 10 Minuten erlaubte (Khan 2012). Im Nachhinein erwies sich diese Grenze als ideal, um ein Thema konzentriert mit hoher Aufmerksamkeit zu vermitteln. Dies deckt sich mit meiner Erfahrung, dass Videos, die eher 15 Min. lang sind, bereits Kritik auf sich ziehen.

¹ <http://invertedclassroom.wordpress.com/konferenz2013>

² Online-Artikel "Vorlesung verkehrt, aber richtig": <http://www.uni-marburg.de/aktuelles/news/2012b/invertedclassroom>

³ <https://www.khanacademy.org/>

If-Anweisung 2



```

sketch_130426a $
int p = 82;
if (p > 50) {
  println("ok");
} else {
  println("nicht ok");
}
println("tschüs!");
  
```



Abb. 1: Screenshot eines Lehrvideos zum Thema "If-Anweisung"

2.1 Konzept und Produktion

Die eingesetzten Videos drehen sich um das Thema "Programmieren" und behandeln jeweils ein Thema. Umfangreichere Themen werden dabei in Unterthemen zergliedert, so dass ein Einzelvideo die Dauer von 10-15 Minuten nicht überschreitet. Meine persönliche Einschätzung ist, dass eine Länge von 6-8 Minuten optimal ist.

Von der Form her sind die Videos an die Videos der Khan-Academy angelehnt. Die Grundidee ist, dass der Student eine Art virtuelle Tafel sieht und den Lehrer nur hört, während sich auf der Tafel Diagramme und Texte entwickeln. Der Lehrer selbst ist nicht zu sehen, nur zu hören. Bei meinen Videos gibt es also folgende Komponenten:

- **Virtuelle Tafel:** eine Zeichenfläche, auf der geschrieben und gemalt wird - wo auch vorgefertigte Texte hineinkopiert werden können
- **Voice-over:** die eigentliche Erklärung des/der Lehrenden
- **Fenster:** weitere Programme, z.B. die Programmierumgebung (z.B. Processing, BlueJ, Eclipse) oder ein File-Browser, die zu Demonstrationszwecken hinzugeschoben werden
- **Screen-Markup:** temporäre Markierungen (Einkreisen in rot, Pfeile), um die Aufmerksamkeit auf eine bestimmte Stelle des Bildschirms zu lenken

Die Phasen bei der Videoerstellung sind wie folgt:

- **Konzeption:** Hier wird der grobe Ablauf festgelegt und in der Regel stichwortartig abgelegt. Benötigte Demonstrationseinheiten, z.B.

Programmiercode, werden erstellt. Empfehlenswert sind auch Textbausteine, die später direkt auf die Zeichenfläche kopiert werden können.

- **Aufnahmepvorbereitung:** Vor der Aufnahme sollten Ablaufplan und alle Ressourcen auf dem Bildschirm sein. Man sollte die Audioeinstellung prüfen (Lautstärke) und den Abstand des Mikrophons, da eine unzulängliche Audiospur eine komplette Neuaufnahme notwendig macht.
- **Aufnahme:** Während der Aufnahme ist es wichtig, bei Störungen und Versprechern die Ruhe zu bewahren und gegebenenfalls nochmal im Text "zurückzuspringen". Es ist effizienter, Störungen später rauszuschneiden, als jedesmal neu zu beginnen. Ich empfehle ferner, für alle Videos die gleiche Begrüßung und Verabschiedung zu wählen. Beides sollte sehr knapp sein.
- **Postproduktion:** Hier wird das Video geschnitten. Dies beschränkt sich auf das Herausschneiden von Versprechern, Störungen (Baustellenlärm etc.), Fehlern (falsches Fenster reingezogen), aber auch von Längen (ich schneide z.B. bei längeren Texteingaben den Mittelteil heraus und nehme dafür "Sprünge" im Video in Kauf).

2.2 Veröffentlichung

Alle Videos werden auf einer eigenen Internetseite gelistet und sind dort direkt abspielbar (Abb. 2). Zur Vorbereitung lade ich die Videos auf YouTube hoch und schalte sie dort auf "public", d.h. die Videos sind von jedermann/frau über das YouTube-Portal einsehbar.

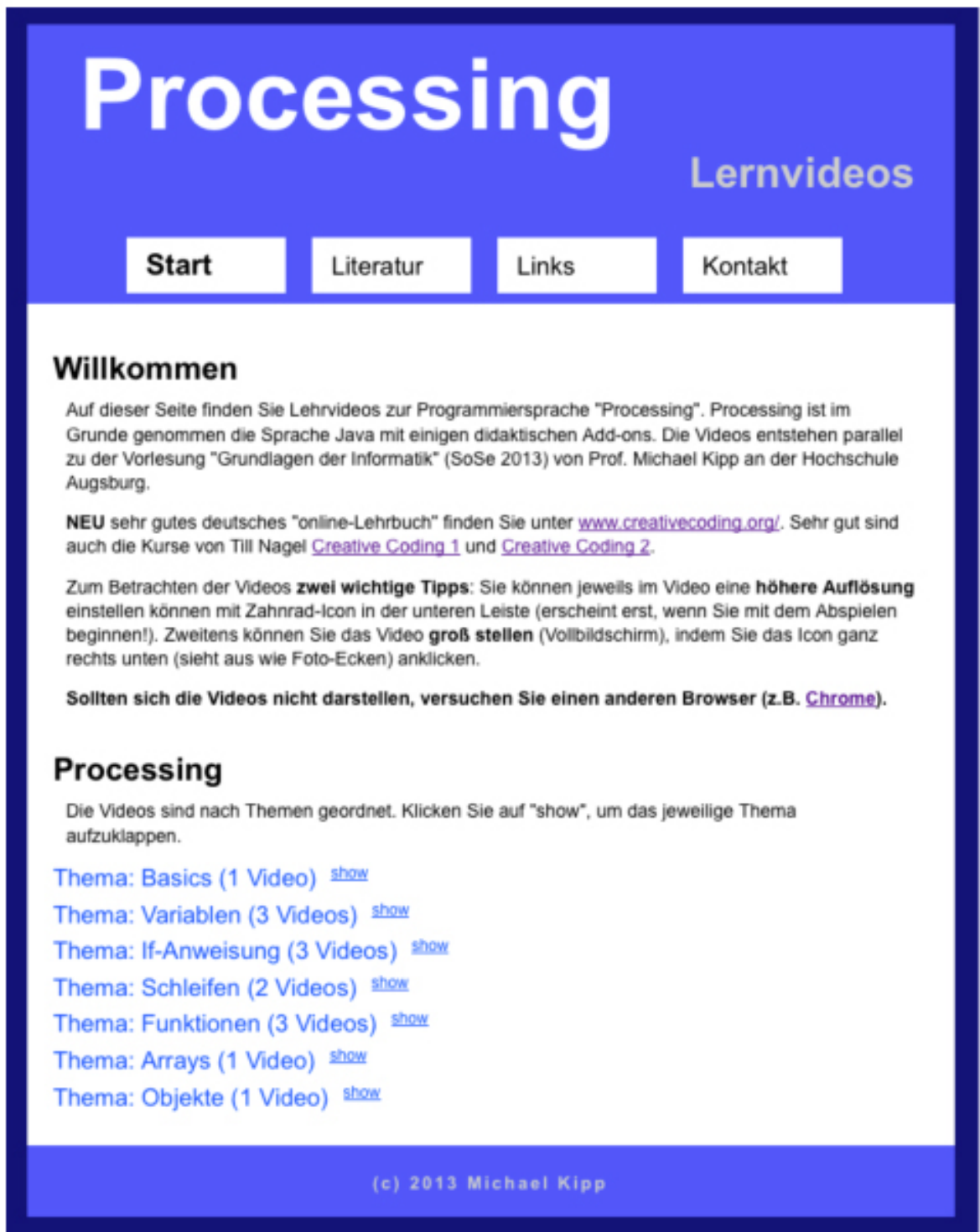


Abb. 2: Auf einer eignen Internetseite⁴ sind alle Videos einsehbar und abspielbar. Aus Gründen der Übersichtlichkeit sind die Themen "zugeklappt" und können per Link aufgerollt werden.

⁴ <http://processing.michaelkipp.de> und <http://java.michaelkipp.de>

2.3 Eingesetzte Hard- und Software

Da es nützlich sein kann zu wissen, welche Ausstattung man für die beschriebenen Videos benötigt, gebe ich hier eine Auflistung aller von mir verwendeten Hard- und Software-Posten:

- **Rechner** und **Monitor**: MacBook Air und externer 26"-Monitor mit einer Auflösung von 1920×1080 Pixeln
- **Grafik-Tablet**: ein Schreibbrett mit Stift der Firma Wacom, Modell Intuos 5 Touch, Größe M, ca. 350€ (Empfehlung: ein Gerät mit ausreichender Größe/Auflösung wählen, damit die Handschrift leserlich bleibt)
- **Headset**: Kopfhörer mit Mikrofon, Logitech PC 960 Stereo Headset USB, ca. 25€
- **Malprogramm** für die virtuelle Tafel: Autodesk Sketchpad Express (kostenlos)
- **Screen-Markierungs-Programm**: OmniDazzle (nur Mac, kostenlos, für Windows wäre UltimatePen eine Alternative)
- **Videoaufzeichnungs-Programm** (auch Screencasting-Software genannt): ScreenFlow (nur Mac, ca. 80€, unter Windows wird häufig Camtasia empfohlen)

Diese Aufstellung zeigt, dass es mit relativ wenigen Ressourcen möglich ist, Videos zu produzieren. Man benötigt kein professionelles Video-Studio.

3 Einbindung

In diesem Abschnitt stelle ich vor, welche Inhalte ich für die Videos auswähle und wann die Videos im Rahmen der Lehrveranstaltung angesehen werden. Beim letzteren Punkt habe ich verschiedene Varianten ausprobiert.

3.1 Kernthemen vs. komplementäre Themen

Die Idee des Inverted Classrooms ist es, die komplette Vorlesung, da es sich um reine Wissensvermittlung handelt, in Videos auszulagern. Umgekehrt wäre es auch möglich, lediglich komplementäre Informationen, z.B. Beispiele oder Vertiefungswissen, in Videoform zu fassen. Das heißt, inhaltlich kann man sich für "Kernthemen" oder "komplementäre Themen" entscheiden. In meinen Veranstaltungen beinhalteten die Videos hauptsächlich Kernthemen.

3.2 Zeitliche Einbindung

Es gibt drei Möglichkeiten der zeitlichen Einbindung:

- Video zur Vorlesungsvorbereitung
- Video in der Vorlesung
- Video als Begleitmaterial

Da ich in meinen Veranstaltungen mit allen drei Formen Erfahrungen gesammelt habe, möchte ich alle drei Formen besprechen.

Video zur Vorlesungsvorbereitung: Da die Videos Kernthemen behandeln, habe ich 2-3 Videos als verpflichtende Vorlesungsvorbereitung im Sinne eines *Pre-Readings* aufgegeben und mit Hilfe von Online-Tests überprüft (Heiner, Banet 2012). Die Punkte des Tests gingen zu 5% in die Endklausur ein. In der Vorlesung wurden die Inhalte der Videos nicht wiederholt, sondern direkt in Beispielen angewandt. In der Evaluation wurde zurückgemeldet, dass viele die Vermittlung von Kerninhalten lieber "live" sehen. Die Tests zur Überprüfung des Gesehenen sind mit einigem Aufwand verbunden, wobei

sich anhand der YouTube-Statistik zeigte, dass teils nur die Hälfte die Videos wirklich anschauten und die Testlösungen wahrscheinlich per Internet kommuniziert wurden.

Video in der Vorlesung: Da die Videos relativ kurz sind, kann man diese auch in der Vorlesung mit den Studierenden ansehen und anschließend Fragen beantworten. Interessanterweise werden hier oft mehr Fragen gestellt als in einer normalen Vorlesung. Gerade in der Entstehungsphase der Videos erlaubt dieses Vorgehen, auch direktes Feedback zur Videogestaltung einzuholen. In der Evaluation wurde aber auch diese Form der Videoeinbindung kritisch bewertet, da zum einen der Vorteil verlorengelassen, das Video anzuhalten oder zurückzuspringen. Des Weiteren verliert man wertvolle Präsenzzeit mit dem Dozenten. Dennoch könnte diese Art der Einbindung z.B. zu Beginn einer Erstsemester-Vorlesung genutzt werden, um die Studierenden an die Videos heranzuführen und diesen Prozess so zu begleiten.

Video als Begleitmaterial: Hier werden die Videos entweder in ihrer Gesamtheit oder gestaffelt parallel zur Vorlesung zur Verfügung gestellt und die Studierenden entscheiden selbst, ob sie die Videos zur Vorbereitung, zur Nachbereitung, nur im Bedarfsfall oder zur Prüfungsvorbereitung nutzen. Bei einigen Studierenden können die Videos auch Ausgangspunkt für eine Suche nach weiteren Videos zum Thema sein, die vielleicht besser den Neigungen des Studierenden entsprechen. Diese Variante wurde in der Evaluation von fast allen Studierenden begrüßt und ist im Sinne des selbstregulierten Lernens auch die wünschenswerteste. Sie birgt die Gefahr, dass die Ressource Video zu spät als wertvolle Hilfe wahrgenommen wird und erst kurz vor der Prüfung zum Einsatz kommt.

4 Kompetenzorientierung

Im Bereich *Programmierung* ist es im Grunde absurd, dass die Note aufgrund einer handschriftlichen Klausur festgestellt wird, die viele Aspekte der Programmierfähigkeit nicht realistisch abbildet (Programmierumgebung mit Code-Vervollständigung, Nachschlagen in Online-Dokumentationen). Durch diese Praxis kann es zu artifiziellen Aufgabenstellungen kommen, die nur teilweise die studentischen Leistungen in den Ziel-Kompetenzen abbilden.

Ich habe daher versucht, die studentische Leistung aufgrund von zu erwerbenden Kompetenzen zu definieren. Diese Kompetenzen werden in einer Checkliste kommuniziert (Abb. 3), die gleichzeitig zur Selbsteinschätzung genutzt werden kann, denn bei jeder Kompetenz gibt es vier Kästchen für die Einschätzung der Beherrschung dieser Kompetenz:

- **Anfänge:** Ich bin ins Thema eingeführt.
- **Basiskenntnisse:** Ich habe die Grundlagen erarbeitet und kann in kleinen Schritten selbstständig arbeiten mit wechselnden Ergebnissen.
- **Gesicherte Kenntnisse:** Ich kann vorwiegend selbstständig Aufgaben bearbeiten mit häufig zufrieden stellenden Ergebnissen.
- **Vertiefte Kenntnisse:** Ich beherrsche das Gelernte und kann es auf neue Probleme übertragen mit guten bis sehr guten Ergebnissen.

Dieses Vorgehen ist angelehnt an die Leistungsfortschrittsdokumentation der Montessori-Schulen, genannt IzEL⁵ (Informationen zum Entwicklungs- und Lernprozess).

	Vorl.	Anfänge	Basis	gesichert	vertieft
Thema: Funktionen					
Einfache Funktion definieren und aufrufen	7				
Funktion mit Parametern definieren und aufrufen .	7				
Funktion mit Rückgabewert (int, float, boolean, String) definieren, zurückgegebenen Wert an eine Variable binden.	7				

Abb. 3: Ausschnitt aus der Kompetenz-Checkliste

Weiterer Bestandteil der Kompetenzorientierung ist die Zulassungsprüfung zur Klausur. Dies wurde bislang an unserer Hochschule durch die persönliche Abnahme von Praktikumsaufgaben mit dem Dozenten geleistet, wobei bei diesen Abnahmen in der Praxis immer wieder schwierig zu klären ist, ob der Programmcode selbst geschrieben wurde. Mein Eindruck war, dass an dieser Stelle auch die Dozent-Student-Beziehung belastet wurde durch eine wiederkehrende Quasi-Prüfungssituation.

Daher habe ich diese Zulassungsprüfung ersetzt durch sog. Live-Coding-Prüfungen, in denen innerhalb einer begrenzten Zeit Programmieraufgaben am Rechner mit Hilfe der entsprechenden Programmierwerkzeugen, also unter realistischen Bedingungen, gelöst werden müssen. Die Aufgaben entsprechen den aufgelisteten Kompetenzen und sind in der Regel Variationen der Übungsaufgaben aus dem Praktikum.

Die Kombination aus Videos, Kompetenz-Checklisten und Live-Coding-Prüfungen soll dazu führen, dass die Studierenden von praxisnahen und konkreten Zielen motiviert ihren Lernprozess selbst gestalten.

5 Diskussion

Wie im letzten Abschnitt geschildert war die Einführung von Videos Teil des Versuchs, den Studierenden im Sinne eines selbstregulierenden Lernens mehr Flexibilität zu geben. Die Meinung der Studierenden wurde in mehreren Fragebögen eingeholt.

Die Videos wurden ausnahmslos als *Ergänzung* zur Vorlesung begrüßt. Einige Studierende betonten jedoch, dass sie die Vorlesung als Präsenzveranstaltung bevorzugen, d.h. die Videos sollten die Vorlesung nicht ersetzen. Hier ist jedoch zu bedenken, dass die Präsenzveranstaltung noch eher traditionell (frontal) gehalten war und dass interaktivere Formate vielleicht doch die Videos als Ersatz für den Frontalvortrag akzeptabel machen.

⁵ siehe z.B. <http://www.montessoribayern.de/paedagogik/paedagogik-in-der-praxis/izel-informationen-zum-entwicklungs-und-lernprozess.html>

Hinsichtlich des Themas Flexibilität ist überraschenderweise zu beobachten, dass Studierende es überwiegend (80% der Befragten) begrüßen, wenn Kontrollmechanismen wie Anwesenheitspflicht beim Praktikum oder Online-Tests eingerichtet werden, da offenbar die Befürchtung besteht, dass die eigene Disziplin nicht ausreicht. Hier eine gute Balance aus Pflichten und Anreizen zu finden, scheint die wesentliche Aufgabe zu sein.

Im Kollegenkreis wurde auch die Einbindung externer Videos diskutiert, und es gibt Erfahrungen, die zeigen, dass selbst hochwertig produzierte externe Videos nicht angenommen werden. Meine Vermutung ist, dass es auf eine hohe Stimmigkeit zwischen Videos und Vorlesung ankommt. Sind die Darstellungsform oder die Inhalte zu verschieden, sinkt die Motivation, das (optionale) Videomaterial hinzuzuziehen. Daraus folgt als Handlungsempfehlung: Entweder man produziert die Videos selbst oder man nimmt vorhandene Videos als Grundlage für den Aufbau/Umbau der eigenen Vorlesung. Eine bestehende Vorlesung lediglich durch eine Empfehlungsliste zu passenden, externen Videos zu ergänzen, scheint nicht immer zu funktionieren.

Allgemein denke ich, dass Videos immer nur als Teil der Gesamtveranstaltung gesehen werden müssen und dass besondere Sorgfalt auf die Erreichbarkeit der Videos gelegt werden muss. Dies kann in Form einer eigenen Webseite oder durch Erinnerungsmails mit anklickbaren Links geschehen.

6 Konklusion und Ausblick

Prinzipiell wurden alle drei hier vorgestellten Methoden - Videos, Kompetenz-Checklisten und Live-Coding-Prüfungen - von den Studierenden gut angenommen. Da z.B. die Videos nur unvollständig den Kurs abdeckten und auf verschiedene Weise eingebunden wurden, lassen sich noch keine verlässlichen Aussagen ableiten. Es scheint so, als ob die Methoden sinnvoll sind, aber die richtige Einbindung noch festgestellt werden muss und durch gründliche Evaluation abgesichert werden sollte.

Für die Zukunft ist geplant, die Videos und ein schriftliches Skript stärker zu kombinieren, etwa in Form einer interaktiven Internetseite. Dies würde das Material auch als Grundlage eines reinen Online-Angebots (MOOC) nutzbar machen. Im kommenden Semester wird die komplette Vorlesung mit Videos begleitet werden, so dass die Frage, wie die Vorlesungszeit besser genutzt werden kann, stärker in den Vordergrund rückt. Ziel ist es, die Studierenden dazu zu bewegen, aktiv über die Inhalte zu sprechen, was z.B. im Bereich Mathematik ein Schlüssel zu einem nachhaltigeren Lernen ist (Boaler 2009). Geplant sind z.B. Gruppenarbeiten, in denen Poster zu Inhalten erstellt werden. Die besten Poster verbleiben dann im Vorlesungsraum als Lernhilfe und Dokumentation. Interessant sind auch Hörsaal-Spiele⁶ und die Lehrmethode des *aktiven Plenums* (Spannagel 2011). Weiterhin sollen die Kompetenz-Checklisten zum *peer assessment* genutzt werden, in einem Zeitraum, in dem Studierende sich zu zweit zur Selbsteinschätzung zu verschiedenen Themen beraten. Bei Prüfungen soll weiterhin per Live-Coding unter realistischen Bedingungen getestet werden. Interessant wäre ein Online-System, das automatisch Rückmeldung gibt, so dass Studierende jederzeit ihre Fähigkeiten testen können.

⁶ <http://cspannagel.wordpress.com/2013/05/07/horsaalspiel-ring-the-bell>

7 Literatur

Ackoff, R.L., Greenberg, D. (2008) *Turning Learning Right Side Up: Putting Education Back on Track*, Pearson Prentice Hall

Bergmann, Jonathan, and Sams, Aaron (2012) *Flip Your Classroom*, International Society for Technology in Education.

Boaler, Jo (2009) *What's Math Got to Do with It?: How Parents and Teachers Can Help Children Learn to Love Their Least Favorite Subject*, Penguin Books

Deslauriers, L., Schelew, E., Wieman, C. (2011) Improved Learning in a Large-Enrollment Physics Class. In: *Science*, Vol. 332, no. 6031, pp. 862-864

Heiner, C., Banet, A. (2012) Students' perspectives on pre-class reading assignments, Poster at *Foundations and Frontiers of Physics Education Research: Puget Sound*.

Mazur, E. (1997). *Peer Instruction: A User's Manual*. Upper Saddle River, NJ: Prentice-Hall.

Khan, S. (2012) *The One World Schoolhouse: Education Reimagined*, Hodder & Stoughton.

Städtler, T. (2010) *Die Bildungs-Hochstapler: Warum unsere Lehrpläne um 90% gekürzt werden müssen*, Spektrum Akademischer Verlag.

Spannagel, C. (2011). Das aktive Plenum in Mathematikvorlesungen. In: L. Berger, C. Spannagel & J. Grzega (Hrsg.), *Lernen durch Lehren im Fokus. Berichte von LdL-Einsteigern und LdL-Experten* (S. 97-104). Berlin: epubli.