

Früheinstieg ins Physikstudium (FiPS)

– Entwicklung der Konzeption eines Frühstudiums als Fernstudium –

The early entrance physics program FiPS

– Development of the instructional design of an early entrance distance study program –

Sebastian Gröber*, Thomas Müller*, Jochen Kuhn**Technische Universität Kaiserslautern, Erwin-Schrodinger-Straße, 67663 Kaiserslautern
groeber@rhrk.uni-kl.de, tmueller@physik.uni-kl.de, kuhn@physik.uni-kl.de

(Eingegangen: 15.08.2017; Angenommen: 08.02.2018)

Kurzfassung

Seit 1998 hat sich das Frühstudium für Schülerinnen und Schüler zu einem breiten und dauerhaften Angebot der Universitäten in Deutschland entwickelt. Derzeit bieten lediglich drei der ca. 75 Universitäten Lehrveranstaltungen des Frühstudiums im Fernstudium an.

Der Artikel führt als Ergebnis einer umfassenden Literatur- und Internetrecherche in Entwicklung und Charakteristika des Frühstudiums in Deutschland ein. Anschließend wird die seit dem WiSe 2015/16 begonnene studienorganisatorische und mediendidaktische Neukonzeption des Früheinstiegs ins Physikstudium der Technischen Universität Kaiserslautern (FiPS) begründet dargestellt. Deskriptive statistische Daten zur Anzahl der FiPS-Studierenden, zum Einzugsgebiet, zur Studiendauer, zur Kurswahl sowie zu Erfolgsquoten geben eine erste Einschätzung der Wirksamkeit von FiPS seit dem WiSe 2015/16.

Abstract

Since 1998, German universities offer broad and permanent early entrance programs for students. Currently, only three out of nearly 75 universities offer their courses as distance learning courses.

As a result of an extensive literature and internet investigation, the article gives an overview of the development and characteristics of the early entrance programs in Germany. Subsequently, we describe the organizational and instructional re-design of the early entrance physics program at the University of Kaiserslautern (FiPS) which started in the winter term 2015/16. Descriptive statistical data about the number of FiPS students, the catchment area, the program duration, the choice of courses and success rates allow a first estimation of the efficacy of the re-designed FiPS program.

1. Frühstudium in Deutschland**1.1. Entwicklung des Frühstudienangebots**

Als Junior-, Schüler- oder Frühstudium wird ein Studium bezeichnet, bei dem Schüler¹ ohne Hochschulzugangsberechtigung an Universitäten und Hochschulen studieren können. Die rechtliche Grundlage dazu ist in den Hochschulgesetzen der Länder, z. B. in §67(4) des Hochschulgesetzes von Rheinland-Pfalz geregelt [1]. Im Unterschied zu einem Schnupperstudium, Probestudium oder zu Schnuppertagen können nicht nur Lehrveranstaltungen besucht, sondern auch Leistungsnachweise erbracht und diese in einem späteren Studium anerkannt werden.

Die Entwicklung des deutschen Frühstudienangebots geht auf die amerikanische SMPY-Studie „Study of Mathematically Precocious Youth“ zurück [2], in der 8 % der Schülerinnen und 18 % der Schüler in einem College-Leistungstest im Vergleich zu Studierenden gleichwertige oder bessere Ergebnisse erzielten. Als Folge begann 1977 an der University of Washington das erste Early-Entrance-Programm zur Förderung von Hochbegabten. In Deutschland wurde von der Technischen Universität Kaiserslautern im WiSe 1998/99 mit dem „Früheinstieg ins Physikstudium (FiPS)“ erstmals ein Frühstudium als Fernstudium [3] und von der Universität Köln im SoSe 2000 mit „Schüler an die Universität“ erstmals ein Frühstudium als Präsenzstudium angeboten [4].

Von 75 staatlichen Universitäten bieten 33 (44 %) im November 2005 [5], 53 (71 %) im November

¹ Maskuline Bezeichnungen von Personengruppen bezeichnen immer auch weibliche Personen.

2012 [6] und als Ergebnis einer Internetrecherche 50 (67 %) im April 2017 ein Frühstudium an. Die Anzahl von ca. 1700 Frühstudierenden im Jahr 2012 [6] hat sich gegenüber der von ca. 750 Frühstudierenden im Jahr 2005 [5] mehr als verdoppelt. Mit Unterstützung der Deutsche Telekom Stiftung ab 2004 [7], hat sich das Frühstudium in Deutschland seit 1998 zu einem dauerhaften universitären Angebot entwickelt.

Bildungsstrategisch handelt es sich beim Frühstudium für Schüler um eine Pull-Out- (Lernen außerhalb der Schule) und Enrichment-Maßnahme (mehr und anders als in der Schule lernen) [8]. Aktive und ehemalige Frühstudierende nennen als Hauptmotive der Teilnahme am Frühstudium „Vertiefung von fachlichem Wissen“, „Studien- und Berufsorientierung“ sowie „universitäre Strukturen kennenlernen“ [9, 10]. Eine potentielle individuelle und häufig beworbene Verkürzung eines Hochschulstudiums steht nicht im Vordergrund [9].

1.2. Zielgruppen und Aufnahmeverfahren

Die Internetrecherche ergibt, dass beim Frühstudium keine einheitliche Zielgruppe adressiert wird und dass, wie in einer früheren Untersuchung dargestellt [11], kein einheitliches Aufnahmeverfahren angewandt wird:

Neben der Hauptzielgruppe Schüler werden auch Hochschulzugangsberechtigte wie z. B. Freiwilligendienstleistende (FSJ, FÖJ, FWJ, Bundesfreiwilligendienstleistende), Studierende oder Berufstätige (mit und ohne Studium) adressiert. Inwieweit diese Personengruppen mit Präsenzveranstaltungen eines Frühstudiums erreicht werden können, ist unbekannt.

Bei den Aufnahmeverfahren von Frühstudierenden wenden fast alle Universitäten eine Auswahl an folgenden Teilnahmevoraussetzungen bzw. Zulassungskriterien an: Empfehlung durch Lehrkräfte, Zustimmung der Schulleitung, Zustimmung der Erziehungsberechtigten, Motivationsschreiben, Erklärung des Nachholens versäumter Lerninhalte, Teilnahme an Wettbewerben, Mindestalter, Mindestklassenstufe und Zeugnisnoten.

Als einzige Universität in Deutschland werden an der Universität Würzburg seit 2005 Bewerber für ein Frühstudium im Wesentlichen anhand eines Intelligenztests und eines fachlichen Aufnahmegesprächs ausgewählt, da Zeugnisnoten allein als Standard-Zulassungskriterium kein valides Kriterium für Hochbegabung sind [12]. Adressiert wird hiermit die kleinstmögliche Zielgruppe eines Frühstudiums, die der nachgewiesenermaßen Hochbegabten. Das Aufnahmeverfahren ist nicht unumstritten:

- Schülern werde das Risiko, vom Frühstudium überfordert zu sein, von vornherein abgenommen [5],

- Schüler, die ihr Entwicklungspotential nicht ausschöpfen (Minderleister) würden nicht hinreichend berücksichtigt [13], und
- beim Aufnahmeverfahren abgelehnt zu werden, könne negativer erlebt werden als das Frühstudium eigenständig abzubrechen.

1.3. Frühstudiumangebot

Die Anzahl der für Frühstudierende zugänglichen Studienfächer und Lehrveranstaltungen im Studienfach variiert stark von Universität zu Universität [11]. Die Frühstudierenden können an regulären, teilweise in separaten Vorlesungsverzeichnissen beschriebenen Lehrveranstaltungen teilnehmen. Spezialveranstaltungen für Frühstudierende werden nicht angeboten. Lehrveranstaltungen in zulassungsbeschränkten Studiengängen (z. B. Medizin, Psychologie) können belegt, aber es können keine Leistungsnachweise erworben werden. An einigen Universitäten können Frühstudierende nicht nur an Vorlesungen, Übungen und Seminaren, sondern auch an Praktika teilnehmen.

Das Studienangebot für Frühstudierende konzentriert sich auf die MINT-Studiengänge: 80 % der Frühstudiengänge entfallen darauf [6] und von 80 % der recherchierten Universitäten wird Physik als Frühstudium angeboten. Auf der Nachfrageseite belegen ca. 50-60 % der Frühstudierenden MINT-Studiengänge [6,11]. Physik wird von Frühstudierenden zusammen mit Chemie und Informatik nach Mathematik am zweithäufigsten gewählt [6]. Ursachen der hohen MINT-Anteile sind die Entstehungsgeschichte des Frühstudiums, die größere Unabhängigkeit der MINT-Studiengänge von der Lebenserfahrung [5], die höhere Übereinstimmung von Studien- und Schulfach sowie eine einfachere Identifizierung und größere Beachtung naturwissenschaftlich Hochbegabter.

1.4. Frühstudium als Präsenz- und Fernstudium

Von den 50 recherchierten Universitäten mit Frühstudium bieten nur die Fernuniversität Hagen, die Universität Rostock und die Technische Universität Kaiserslautern das Frühstudium ausschließlich oder zusätzlich als Fernstudium an. Für Frühstudierende hat ein Fern- gegenüber einem Präsenzstudium außer einem orts- und zeitunabhängigeren Lernen folgende Vorteile:

- Es entfallen die Fahrtzeiten zwischen Wohnort und Universität und die damit verbundenen Fahrtkosten [11].
- Der Ausfall von Unterricht und ein Nachholen versäumter Lerninhalte entfällt ebenfalls [11]. In der Schule müssen keine Regelungen zum Umgang mit Fehlstunden Frühstudierender getroffen werden.
- Studienorganisation und Lehr-Lernmedien können in weiten Grenzen an die Zielgruppen des Frühstudiums angepasst werden.

- Es können ohne erheblichen Mehraufwand breitere Zielgruppen adressiert werden.

Diesen Vorteilen können zum einen Kosten für Präsenzen und Kursgebühren gegenüberstehen. Zum anderen entsteht ein hoher Aufwand zur Adaption vorhandener Lehr-Lernmedien der Präsenzlehre, zur Konzeption und Produktion neuer Lehr-Lernmedien sowie zur fortlaufenden Distribution der Lehr-Lernmedien über eine Lernplattform. Der personelle Aufwand an Tutoren entspricht weitestgehend dem an Betreuern von Übungen im Präsenzstudium.

1.5. Ziele und Wirksamkeit des Frühstudiums

Mit dem Angebot eines Frühstudiums werden die Ziele Studierendenacquire, Hochbegabtenförderung und Studienorientierung angestrebt:

Hinsichtlich des Ziels der Studierendenacquire ist das Frühstudium an Universitäten meist eines unter mehreren an Schulen gerichtete Angebote (z. B. Schülertage, Wettbewerbe). Insbesondere sollen Hochbegabte für die eigene Universität bzw. das eigene Studienfach gewonnen werden [11]. Welcher Anteil Frühstudierender der Universität und dem Studienfach treu bleibt, ist nicht umfassend genug bekannt. Immerhin zeigt eine Befragung ehemaliger Frühstudierender der Universität Würzburg, dass 96 % ein Studium aufgenommen haben und unter diesen 52 % fachtreu Mathematik und 38 % fachtreu Physik studieren oder studierten [10].

Hinsichtlich des Ziels der Hochbegabtenförderung zeigen die folgenden Medienberichte, zu welchen Leistungen einzelne Schüler fähig sind, wenn ihnen die Möglichkeit eines Frühstudiums geboten wird: Ein Abschneiden als Klausurbeste [13], das vorzeitige Bestehen einer Vordiplomprüfung [14] oder die Teilnahme an internationalen Wettbewerben [15]. In der öffentlichen Wahrnehmung ist ein Frühstudium daher eng an die Hochbegabtenförderung gebunden.

Hinsichtlich des Ziels der Studienorientierung liegen keine empirischen Untersuchungen zur Wirksamkeit des Frühstudiums vor. Dazu müssten die Gründe und Quoten eines Frühstudiumsausstiegs an Universitäten umfassender bekannt sein [11]. Solche Informationen können auch zur Steigerung der studienorganisatorischen und mediendidaktischen Qualität von Frühstudiumangeboten beitragen.

Die Definition von Studienabbruch als Beenden eines Erststudiums ohne Studienabschluss ist auf ein Frühstudium ohne Studienabschluss nicht anwendbar. Denkbar wäre als informeller Frühstudiumabschluss der Erwerb einer festen Anzahl von Leistungsnachweisen.

Kriterium eines Frühstudiumsausstiegs ist z. B. das plötzliche Fernbleiben oder die Abmeldung von laufenden Lehrveranstaltungen. Hohe Ausstiegsquoten sind z. B. dadurch erklärbar, dass Frühstudierende die fehlende Eignung im Studienfach erkennen und dies dann zu niedrigeren Abbruchquoten in einem nachfolgenden Studium führt [13]. Eine Aus-

wahl Frühstudierender mit sehr guten Lernvoraussetzungen führt naheliegender Weise, wie das Würzburger Frühstudium zeigt, zu niedrigen Ausstiegsquoten [12].

2. Entwicklung von FiPS als Fernstudium

Im WiSe 2000/01 waren von 104 FiPS-Studierenden 71 % Zivildienstleistende und 10 % Wehrdienstleistende, 8 % Berufstätige und 6 % Schüler [16]. Mit der Aussetzung des Wehr- und vor allem des Zivildienstes im Juli 2011 brach die Hauptzielgruppe weg, was langfristig zu weniger als 10 FiPS-Studierenden im WiSe 2014/15 und SoSe 2015 führte. Seit dem WiSe 2015/16 wird FiPS deshalb mit nachfolgend dargestellter, studienorganisatorischer und mediendidaktischer Neukonzeption angeboten.

2.1. Studienorganisatorische FiPS-Konzeption

2.1.1. Zielgruppen und Aufnahmeverfahren

Der abnehmenden Anzahl FiPS-Studierender wird entgegengesteuert, indem in FiPS zum einen sehr viel stärker als früher die Zielgruppe „Schüler“ des Frühstudiums adressiert wird. Zum anderen werden die unter 1.4 genannten Vorteile eines Fernstudiums genutzt, um mit FiPS auch einen Beitrag zur Öffnung der Hochschulen für nicht-traditionelle Zielgruppen zu leisten [17]. Es wird zusätzlich die heterogenere Zielgruppe „Hochschulzugangsberechtigte“ adressiert und damit auch das Verhältnis des Aufwands zur Studierendenanzahl optimiert.

In Abstimmung auf beide Zielgruppen findet ein möglichst einfaches Aufnahmeverfahren ohne leistungsselektive Zulassungskriterien Anwendung:

- In einem Fernstudium mit bundesweitem Einzugsgebiet (vgl. Abb. 1) sind Zeugnisnoten aufgrund der eingeschränkten Vergleichbarkeit kein gerechtes Zulassungskriterium. Auch ohne Zeugnisnotenkriterium nehmen an FiPS nur Schüler mit sehr guten Zeugnisnoten teil (vgl. Tab. 3).
- In einem Fernstudium mit bundesweitem Einzugsgebiet wären Zulassungskriterien, die eine Anwesenheit von Bewerbern vor Ort erfordern, angesichts eines Studiums ohne Studienabschluss nicht zu rechtfertigen.
- Schüler benötigen als wichtigstes Eignungskriterium für FiPS lediglich eine Einschätzung ihrer Leistungsfähigkeit durch die Physik-/Mathematiklehrkraft und die Klassen- bzw. Kursleitung anhand vorgegebener Kriterien (z. B. Fachwissen, Leistungsbereitschaft).
- FiPS-Interessierte können selbst ihre Eignung für FiPS auf der FiPS-Homepage [18] anhand empfohlener Studienvoraussetzungen (Klassenstufe, Kenntnisse zur Newton'schen Mechanik, Kenntnisse in Mathematik) und anhand von Inhalten eines online bereitgestellten FiPS-Schnupperkurses einschätzen.

2.1.2. Kursangebot und Kursgebühren

FiPS umfasst die drei Kurse Experimentalphysik 1 (EP1: Mechanik/Thermodynamik, 8 ECTS), Experimentalphysik 2 (EP2: Elektrodynamik/Optik, 8 ECTS) und Mathematische Grundlagen der Physik (MGdP: 10 ECTS) der ersten beiden Fachsemester des Präsenzstudiums im Umfang von jeweils 4 SWS Vorlesung und 2 SWS Übung. Alle Kurse werden jedes Semester angeboten, die Reihenfolge und Anzahl der Kurse pro Semester sind nicht vorgegeben. Empfohlen werden je nach individuellen Lernvoraussetzungen und individueller Leistungsfähigkeit die Kursbelegungsreihenfolgen EP1 → MGdP → EP2, MGdP → EP1 → EP2 sowie EP1 und MGdP → EP2. Dieses inhaltlich vernetzte, auf drei Kurse begrenzte Kursangebot kann in minimal zwei Semestern und somit vor der allgemeinen Hochschulreife erfolgreich absolviert werden.

Die Kursgebühren pro Semester steigen mit der Anzahl gewählter FiPS-Kurse und sind für Hochschulzugangsberechtigte höher als für Schüler [18]. Damit soll eine Überforderung FiPS-Studierender durch die Wahl zu vieler Kurse vermieden und die Zielgruppe „Schüler“ bevorzugt adressiert werden.

2.1.3. Blended-Learning-Struktur, Lernmodule, Lernplattform und Lehr-Lernmedien

Seit dem WiSe 2015/16 sind die drei FiPS-Kurse nicht mehr wie bisher an die dreimonatige Vorlesungszeit, sondern an die sechsmonatige bzw. 26-wöchige Semesterzeit von April bis September bzw. von Oktober bis März gekoppelt (Abb. 1). Für gleiche Lerninhalte steht damit FiPS-Studierenden ohne Reduktion des Kursangebots doppelt so viel Lernzeit wie den Präsenzstudierenden zur Verfügung.

FiPS ist ein Fernstudium mit Blended-Learning-Struktur aus Einführungs-, Zwischen- und Klausurpräsenz sowie mediengestützten Selbstlernphasen zwischen den Präsenzen (Abb. 1).

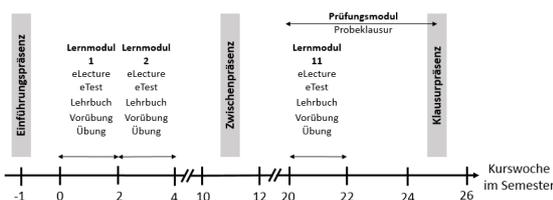


Abb. 1: Blended-Learning-Struktur von FiPS mit Präsenzen (Einführungs-, Zwischen- und Klausurpräsenz) und mediengestützten Selbstlernphasen (Lernmodule 1-11 und Prüfungsmodul)

Die eintägige Einführungspräsenz kurz vor Semesterbeginn (Kurswoche -1) ist nur für FiPS-Einsteiger verpflichtend. Eine gemeinsame Zwischenpräsenz (ca. Kurswoche 11) für alle FiPS-Studierenden ist mit Rücksicht auf Anfahrtszeiten und Reisekosten freiwillig. Zum Erwerb von Leistungsscheinen müssen FiPS-Studierende zum Semesterende (Kurswoche 25) an der gemeinsamen Präsenz-Klausur für alle FiPS-Kurse teilnehmen.

Im Unterschied zum Präsenzstudium sind Selbstlernphasen durch einen Zwei- anstatt einen Ein-Wochen-Rhythmus der Abgabe von Übungen zeitlich getaktet und durch themenbasierte Lernmodule stärker inhaltlich strukturiert (Abb. 1). Jeder FiPS-Kurs umfasst 11 Lernmodule (Tab. 1) und ein abschließendes Prüfungsmodul.

Lernmodul	Thema
1	Kinematik
2	Newton'sche Axiome
3	Energieerhaltung
4	Impuls- und Drehimpulserhaltung
5	Mechanische Schwingungen
6	Mechanische Wellen
7	Dynamik starrer Körper
8	Reale feste und flüssige Körper
9	Gase
10	Strömende Flüssigkeiten und Gase
11	Hauptsätze der Thermodynamik

Tab. 1: Themenbasierte Lernmodule des EP1-FiPS-Kurses

Das Prüfungsmodul beginnt mit der Abgabe der Übung 10 bzw. der Klausurzulassungsentscheidung (vgl. 2.1.4) und der Bereitstellung einer Probeklausur. FiPS-Studierende haben bei dieser Kursplanung eine mehr als einmonatige Vorbereitungszeit bis zur Präsenz-Klausur.

Auf der Lernplattform OpenOLAT [19] sind zum Kursbeginn außer Lehrbüchern alle in FiPS eingesetzten Lehr-Lernmedien wie eLectures, eTests, Vorübungen und Übungen bereitgestellt (vgl. 2.2). Im Unterschied zum Präsenzstudium mit getakteter Ausgabe der Übungen, können FiPS-Studierende dadurch langfristig und flexibler ihre Lernzeiten an schulische Belastungen bzw. das Berufs- und Privatleben anpassen.

In OpenOLAT laden FiPS-Studierende ihre Lösungen von Übungen als pdf-Dokumente hoch, und die Tutoren stellen korrigierte Lösungen wieder als pdf-Dokumente zum Download bereit. Weiterhin werden kurz nach Ende der Abgabefrist von Übungen automatisch die Musterlösungen der Übungen zum Download bereitgestellt.

Die Tutoren betreuen FiPS-Studierende auch in allen inhaltlichen Fragen per E-Mail. Studienorganisatorische Anliegen werden per Mail und Telefon von einer in der Fernstudienberatung erfahrenen Mitarbeiterin bearbeitet.

2.1.4. Studien- und Prüfungsleistungen

Die Studien- und Prüfungsleistungen von FiPS-Kursen und den entsprechenden Präsenzlehveranstaltungen an der Technischen Universität Kaiserslautern sind gleich. In den Übungen müssen für die Klausurzulassung in der Regel Mindestanteile der Gesamtpunktzahl erreicht werden. In den Klausuren müssen zum Bestehen Mindestanteile der Gesamtpunktzahl erreicht werden. Leistungsscheine attestieren also gleiche Leistungen im Präsenzstudium und

in FiPS, so dass FiPS-Studierende auch an Klausuren für Präsenz-Studierende teilnehmen können. Da FiPS-Studierende nicht bestandene Klausuren beliebig oft wiederholen können, profitieren sie von sechs Klausurterminen pro Jahr mit höchstens dreimonatigem zeitlichen Abstand.

2.1.5. Konzeption der Einführungspräsenz

Die eintägige Einführungspräsenz hat im Rahmen der Blended-Learning-Struktur von FiPS aufgrund dreier Funktionen eine hohe Relevanz: Signalisieren des Beginns einer neuartigen Bildungsphase, Kennenlernen der FiPS-Studierenden untereinander und der Dozenten/Tutoren sowie Vorbereitung auf die anschließende Selbstlernphase. Den Inhalten und der Struktur der Einführungspräsenz (siehe Anhang A) liegen folgende Überlegungen zugrunde:

- Fachinhalte fokussieren auf FiPS-Studierende des EP1- und MGdP-Kurses, weil diese zu Beginn des FiPS-Studiums gewählt werden. Aufgrund gleichartig strukturierter Kurse und nach bisherigen Erfahrungen benötigen EP2-Kursteilnehmer keine Einführungspräsenz mehr.
- Das EP1-Vorlesungsthema „Zweites Newton'sches Axiom“ knüpft zu einem an schulische Inhalte an. Zum anderen kann ein Ausblick auf stärker universitäre Inhalte wie „Bewegte Bezugssysteme“ (z. B. gleichförmig geradlinige Bewegung bezüglich eines rotierenden Bezugssystems) oder „Bewegung masseveränderlicher Körper“ (z. B. Bewegung einer Rakete) gegeben werden.
- Das MGdP-Thema „Einführung in die Vektorrechnung“ ist sowohl Grundlage für den MGdP-Kurs als auch für die Kinematik zu Beginn des EP1-Kurses.
- Eine Einführung in die Nutzung der Lernplattform OpenOLAT und der Lehr-Lernmedien stellt sicher, dass das Lernen physikalischer Inhalte nicht durch technologische Hürden verzögert oder beeinträchtigt wird.
- Der gezielte Wechsel zwischen Programmpunkten mit mehr und weniger Eigenaktivität der Teilnehmer sowie zwischen physikalischen und studienorganisatorischen Inhalten reguliert die Belastung während des Tages (siehe Anhang A).

2.2. Mediendidaktische FiPS-Konzeption

In den zweiwöchigen Lernmodulen (vgl. 2.1.3) werden traditionelle Lehr-Lernmedien der Präsenzlehre wie die Vorlesung als eLecture, Übung/Musterlösung und das Standard-Lehrbuch durch eTests und Vorübung/Musterlösung ergänzt (Abb. 2).

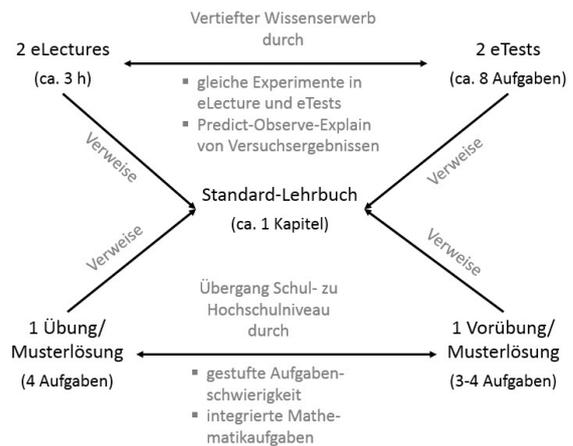


Abb. 2: Vernetzung von Lehr-Lernmedien in FiPS-Kursen mit Angaben zum Umfang der Lehr-Lernmedien je zweiwöchigem Lernmodul

Wegen der umfangreichen Selbstlernphasen (vgl. 2.1.3) und des ausreichenden inhaltlichen Umfangs der Instruktionsmedien eLecture und Standard-Lehrbuch unterstützen beide ergänzenden Lehr-Lernmedien einen aktiven Wissenserwerb. Die Nutzung aller Lehr-Lernmedien, außer der Übung zum Erreichen der Klausurzulassung (vgl. 2.1.4), ist freiwillig.

Abb. 3 zeigt, wie die einzelnen Lehr-Lernmedien vernetzt sind. Verweise von den Lehr-Lernmedien auf das Standard-Lehrbuch sollen dessen gezielte Nutzung fördern. Angaben zur Anzahl von Aufgaben und Kapiteln sowie der Zeitdauer des eLectures erlauben den Gesamtumfang an Lehr-Lernmedien in einem Lernmodul einzuschätzen.

2.2.1. Vernetzung von eLecture und eTests

Das eLecture ist eine Aufzeichnung der Präsenz-Vorlesung im Hörsaal mit zwei Videokameras (Live-Digitized-Lecture), Screencast der Folien und anschließender Videobearbeitung (Abb. 3).

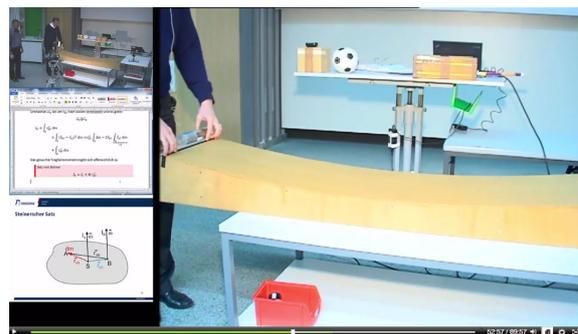


Abb. 3: Screenshot eines eLectures. Im Hauptfenster (rechts) wird die aktuelle Haupthandlung dargestellt (Vortrag des Dozenten; Erklären von Folien; Durchführung von Experimenten; Projektion von Diagrammen, Messergebnissen oder Simulationen). Im Nebenfenster (links) sind der Dozent und die Folien dargestellt oder es kann die Menünavigation eingeblendet werden

Im eLecture können Lerninhalte (Videoabschnitte) beliebig oft, in beliebiger Reihenfolge und im eigenen Lerntempo über die Menünavigation oder die Videosteuerleiste aufgerufen werden. Allerdings bewirkt diese Art der Interaktivität des eLectures allein, aufgrund des nach wie vor passiven Vorlesungsformats, keine hinreichende kognitive Aktivierung beim Selbststudium.

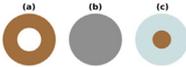
eTests sind eine Möglichkeit, um das Instruktionsmedium eLecture intensiver zum Lernen zu nutzen [20,21]. Wie bei der Vernetzung von EP1-Vorlesung und Übung in der Präsenzlehre an der Technischen Universität Kaiserslautern [22, 23, 24] erfolgt eine Vernetzung von eLecture und eTests anhand von Demonstrationsexperimenten (Abb. 4). Dazu weisen die in OpenOLAT bereitgestellten eTests folgende Eigenschaften auf:

Vorhersage - Reihenfolge des Zieleinlaufs



Drei Zylinder mit gleichem Radius R und gleicher Masse m starten zeitgleich aus gleicher Höhe auf einer Rollbahn. Die Zylinder sind

(a) ein Hohlzylinder aus Messing,
(b) ein Vollzylinder aus Aluminium,
(c) und ein Kupferzylinder mit Plexiglasummantelung:



In welcher Reihenfolge erreichen die drei Zylinder den tiefsten Punkt der Rollbahn?

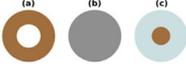
Reihenfolge (c)-(b)-(a)
 Reihenfolge (b)-(a)-(c)
 Reihenfolge (a)-(b)-(c)

Beobachtung - Reihenfolge des Zieleinlaufs



Drei Zylinder mit gleichem Radius R und gleicher Masse m starten zeitgleich aus gleicher Höhe auf einer Rollbahn. Die Zylinder sind

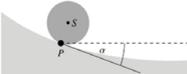
(a) ein Hohlzylinder aus Messing,
(b) ein Vollzylinder aus Aluminium,
(c) und ein Kupferzylinder mit Plexiglasummantelung:



In welcher Reihenfolge erreichen die drei Zylinder den tiefsten Punkt der Rollbahn?

Reihenfolge (c)-(b)-(a)
 Reihenfolge (b)-(a)-(c)
 Reihenfolge (a)-(b)-(c)

Erklärung - Gesamtdrehmoment auf Zylinder



Drei Zylinder mit gleichem Radius R und gleicher Masse m starten zeitgleich aus gleicher Höhe auf einer Rollbahn. Die Rollbahn hat an einer Stelle den Neigungswinkel α . Die Zylinder sind

(a) ein Hohlzylinder aus Messing,
(b) ein Vollzylinder aus Aluminium,
(c) und ein Kupferzylinder mit Plexiglasummantelung:

Welche der Aussagen sind richtig?

Auf die Zylinder wirkt bezüglich des Berührungspunktes P das gleiche Gesamtdrehmoment $M = Rmgsin\alpha$.
 An der gleichen Stelle der Rollbahn wirken auf die Zylinder verschiedene Gesamtdrehmomente.
 Das Gesamtdrehmoment der Zylinder bezüglich P nimmt beim Hinabrollen auf der Rollbahn ab.
 Die Zylinder sind so gestaltet, dass auf diese das gleiche Gesamtdrehmoment wirkt.

Abb. 4: eTest-Aufgabe „Zylinderwettrennen“ in OpenOLAT (Lernmodul „Dynamik starrer Körper“). Vorhersage (oben), Beobachtung (mittig) und Schritt zur Erklärung des Versuchsergebnisses (unten)

- eTests und eLecture sind inhaltlich vernetzt, indem in eTests Ergebnisse von Demonstrationsexperimenten des eLectures nach dem Predict-

Observe-Explain-Prinzip [25, 26] vorhergesagt, beobachtet und erklärt werden sollen (Abb. 4).

- eTests und eLecture sind medial vernetzt, indem Bilder und Videoausschnitte von Demonstrationsexperimenten im eLecture in eTest-Aufgaben verwendet werden.
- eTests und eLecture sind konzeptionell vernetzt, indem sowohl im eLecture als auch in eTests anhand gleicher Demonstrationsexperimente physikalische Konzepte veranschaulicht und vermittelt werden sollen. Der unzureichende Zuwachs konzeptionellen Verständnisses durch die traditionelle Präsentationsweise von Demonstrationsexperimenten in Vorlesungen [27] soll kompensiert werden.

Das Ziel der eTests ist nicht, den Wissensstand FiPS-Studierender am Ende einer Lernphase zu prüfen (summatives Assessment), sondern quasi-kontinuierlich die Entwicklung des konzeptionellen Verständnis FiPS-Studierender zu fördern (formatives Assessment).

Sehen sich FiPS-Studierende im eLecture Demonstrationsexperimente an, dann wissen sie, dass eTest-Aufgaben dazu verfügbar sind. Damit wird das zeitlich ausgedehnte eLecture durch ein formatives Assessment sequenziert. Eine optional in OpenOLAT implementierte automatisierte Beantwortung bearbeiteter eTest-Aufgaben ist als Feedback eines formativen Assessments nicht sinnvoll. FiPS-Studierende können sich richtige bzw. falsche Antworten und die Begründungen dazu anzeigen lassen.

2.2.2. Vernetzung von Vorübung und Übung

FiPS-Einsteiger in den EP1- oder den MGdP-Kurs sind damit konfrontiert, dass Übungsaufgaben einen wesentlich höheren Schwierigkeitsgrad als schulische Aufgaben haben. Übungsaufgaben sind komplexer und umfangreicher und erfordern mehr Vorwissen und mehr Ausdauer für ein erfolgreiches Lösen.

Als Hilfe werden sogenannte Vorübungsaufgaben bereitgestellt, deren Schwierigkeitsgrad zwischen schulischen Aufgaben und den Übungsaufgaben liegt. Die Unterschiede zwischen Vorübungsaufgaben und Übungsaufgaben sind:

- Vorübungsaufgaben dienen einerseits dazu, schulische Lerninhalte zu wiederholen und aufzuarbeiten. Andererseits werden zu Übungsaufgaben mit neuen universitären Lerninhalten (z. B. Strömungen von Flüssigkeiten und Gasen) einfachere Aufgaben als Einstieg bereitgestellt.
- Vorübungsaufgaben sind kleinschrittiger formuliert als Übungsaufgaben.
- Es werden wenige und kürzere Herleitungen gefordert als in Übungsaufgaben.
- Vorübungsaufgaben umfassen auch Aufgaben zu mathematischen Grundlagen der Übungsaufgaben (z. B. Berechnung von Volumenintegralen).

2.2.3. Instruktionsqualität von Vorübungsaufgaben, Übungsaufgaben und Musterlösungen

Die Instruktionsqualität von Vorübungen, Übungen und dazugehörigen Musterlösungen in FiPS muss aufgrund der Zielgruppen, des Bearbeitens von Aufgaben im Selbststudium und des Fehlens von Face-to-Face-Kommunikationsmöglichkeiten zur Kompensation von Instruktionsmängeln höher als in einem Präsenzstudium sein. Die Instruktionsqualität von adaptiertem und neu erstelltem Übungsmaterial wird sichergestellt durch

- ein einheitliches Format von Aufgaben und von Musterlösungen;
- ein präziseres Formulieren von Aufgabestellungen mit Operatoren;
- eine bessere inhaltliche Sequenzierung von Teilaufgaben;
- Musterlösungen, die ausführliche Begründungen von Ansätzen, viel erklärenden Text, Bezüge zu Formeln, eine große Anzahl von Lösungsschritten sowie vielen Skizzen und Abbildungen enthalten.

3. Evaluation von FiPS

Nachfolgende Statistiken basieren, wenn nicht gesondert wie in 3.4 angegeben, auf Daten von 97 FiPS-Studierenden (41 Schüler und 56 Hochschulzugangsberechtigte) aus vier Semestern (WiSe 2015/16 bis SoSe 2017) seit der Neukonzeption von FiPS.

3.1. Anzahl FiPS-Studierender und Einzugsgebiet

Wie Tab. 2 zeigt, steigt die Anzahl FiPS-Studierender zwischen WiSe 2015/16 und SoSe 2017 kontinuierlich von 29 auf 43 pro Semester. Im gleichen Zeitraum konnte der Schüleranteil von 21 % auf über 50 % gesteigert werden.

	Anzahl Schüler	Anzahl Hochschulzugangsberechtigter	Anzahl FiPS-Studierender	Anteil Schüler [%]
WiSe 2015/16	6	23	29	21
SoSe 2016	15	16	31	39
WiSe 2016/17	14	17	31	45
SoSe 2017	22	21	43	51
Mittelwert	14,3	18,8	33,0	43,3

Tab. 2: Anzahl FiPS-Studierender und Anteil der Schüler

Die aktuelle Anzahl FiPS-Studierender im SoSe 2017 ist im Vergleich zu durchschnittlich 43 Frühstudierenden aller Studienfächer an deutschen Uni-

versitäten im WiSe 2012/13 [12] als hoch einzuschätzen.

Nach Abb. 5 kommen mehr als 50 % der Schüler und mehr als 70 % der Hochschulzugangsberechtigten aus überregionalen, mehr als 100 km entfernten Wohnorten.

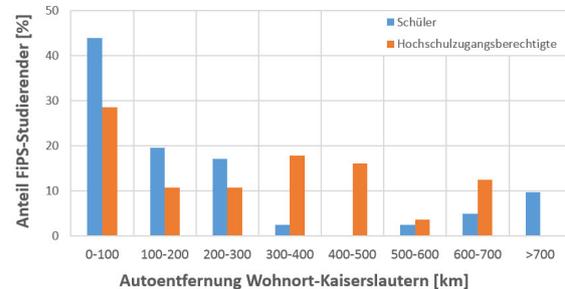


Abb. 5: Autoentfernung zwischen Wohnort und Studienort Kaiserslautern

Das Maximum von 43 % für Wohnorte von Schülern mit weniger als 100 km Entfernung ist auf regionale Vor-Ort-Werbemaßnahmen an Schulen zurückzuführen. Hochschulzugangsberechtigte kommen signifikant häufiger aus entfernteren Wohnorten ($287 \text{ km} \pm 202 \text{ km}$) als Schüler ($162 \text{ km} \pm 160 \text{ km}$). In Abb. 5 sind vier Schüler einer Kooperationsschule in Istanbul mit vergleichsweise hoher Wohnortentfernung von ca. 2400 km nicht berücksichtigt. Die Entfernungsverteilung der Wohnorte zeigt, dass FiPS als Fernstudium ortsunabhängiges Lernen ermöglicht.

3.2. Charakterisierung der Zielgruppen Schüler und Hochschulzugangsberechtigte

Das FiPS-Einstiegalter von Schülern liegt bei $17,5 \pm 1,3$ Jahren. 18 % der Schüler besuchen die Klasse 10, jeweils 41 % die Klassen 11 und 12. Eine Mittelwertangabe ist wegen des gemischten G8/G9-Schulsystems nicht sinnvoll.

Der Schülerinnenanteil liegt mit 15 % unter dem Anteil weiblicher Hochschulzugangsberechtigter (39 %) und damit auch unter dem bundesweiten Durchschnitt weiblicher Präsenz-Frühstudierender in Physik (36 %) [12]. Möglicherweise reicht die Selbstwirksamkeit von Schülerinnen in Physik nicht aus,

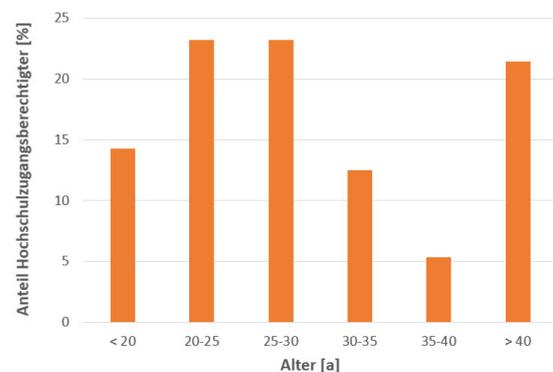


Abb. 6: Altersverteilung der Hochschulzugangsberechtigten

um ein Physik-Frühstudium sogar als Fernstudium aufzunehmen.

Die größten Gruppen unter den Hochschulzugangsberechtigten sind Studierende einer Geistes- oder Gesellschaftswissenschaft (16 %), Studierende einer Naturwissenschaft, Ingenieurwissenschaft oder Mathematik (14 %), Ausübende eines technischen Berufs (14 %) und Personen die keiner Tätigkeit nachgehen (13 %).

Unter dieser heterogenen Zielgruppe der Hochschulzugangsberechtigten sind 32 % Studierende und Personen ohne Tätigkeit unter 25 Jahren und 30 % Personen mit technischem Beruf im Alter von über 30 Jahren. Dem Alter nach nutzt die erste Gruppe FiPS zur Studienorientierung und Ausbildung, die zweite Gruppe zur individuellen Weiterbildung in einem beruflichen Kontext.

	PH-Leistungskurs [%]	MA-Leistungskurs [%]	PH+MA-Leistungskurs [%]	PH-Kurspunkte	MA-Kurspunkte	PH-Abiturpunkte	MA-Abiturpunkte
Schüler	61	54	46	13,4±1,6	12,8±2,1	-	-
Hochschulzugangsberechtigte	29	45	27	-	-	11±2,8 43 % kein PH-Abi	9,5±3,8 17 % kein MA-Abi

Tab. 3: Fachliche Voraussetzungen FiPS-Studierender

Tab. 3 zeigt, dass Schüler häufiger als Hochschulzugangsberechtigte Physik- und Mathematik-Leistungskurse belegen und bessere letzte Schulnoten aufweisen. Schüler bringen also bessere fachliche Voraussetzungen für FiPS mit.

3.3. Kurswahl und Studiendauer

Abb. 7 zeigt die Häufigkeit, mit der die drei FiPS-Kurse gewählt werden. Eine Mehrfachwahl des gleichen Kurses im Erfassungszeitraum wurde als Einfachwahl gezählt.

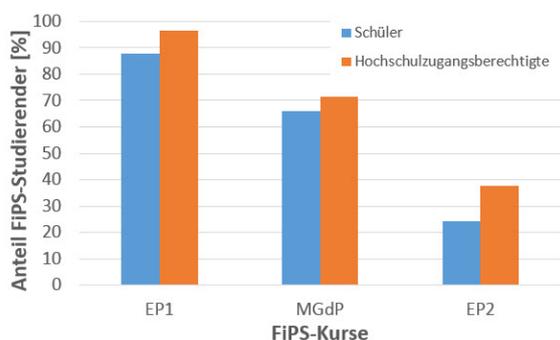


Abb. 7: Kurswahl FiPS-Studierender

Die Kurswahlhäufigkeit nimmt für Schüler und Hochschulzugangsberechtigte in der Reihenfolge

EP1, MGdP und EP2 ab, weil die beiden erstgenannten Kurse Voraussetzung des EP2-Kurses sind (vgl. 2.1.2). Der EP1-Kurs wird häufiger als der MGdP-Kurs gewählt, da FiPS ein Physik- und kein Mathematikstudium ist.

Die Studiendauer (Anzahl der Semester, in denen der Frühstudierende immatrikuliert war) von 90 % der Schüler und 98 % der Hochschulzugangsberechtigten beträgt ein oder zwei Semester. Beide Zielgruppen haben die gleiche Studiendauer von $1,4 \pm 0,7$ bzw. $1,4 \pm 0,5$ Semester. Bei der Kurswahlverteilung und der Studiendauer ist zu berücksichtigen, dass der derzeitige Erfassungszeitraum von vier Semestern nur ein Semester über einer realistischen Studiendauer von drei Semestern für alle drei FiPS-Kurse liegt.

3.4. Erfolgsquoten FiPS-Studierender

Unter Berücksichtigung, dass Schüler und die Mehrheit der Hochschulzugangsberechtigten Leistungen im Frühstudium nicht als Voll-, sondern als Teilzeit-Studierende erbringen (vgl. 3.2), wird nachfolgend nicht der Begriff Ausstiegsquote (vgl. 1.6), sondern der positivere Begriff Erfolgsquote verwendet.

FiPS-Studierende müssen in allen FiPS-Kursen die gleichen Schritte zunehmender Leistungsanforderungen aus Kurswahl (Kurs im Aufnahmeverfahren gewählt), Kursteilnahme (Abgabe mindestens einer

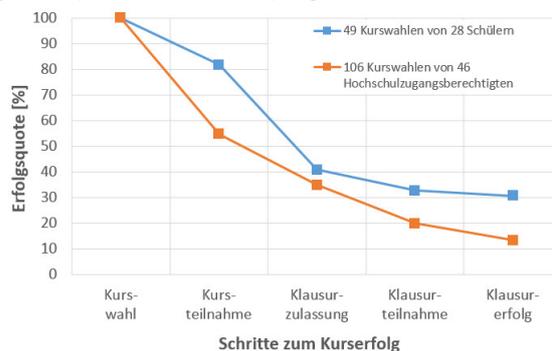


Abb. 8: Erfolgsquoten FiPS-Studierender zwischen Kurswahl und Klausurerfolg für alle FiPS-Kurse im Zeitraum von drei Semestern (WiSe 2015/16 bis WiSe 2016/17)

Übung), Klausurzulassung (vgl. 2.1.4), Klausurteilnahme und Klausurerfolg (vgl. 2.1.4) auf dem Weg zum Kurserfolg bewältigen (Abb. 5). Da FiPS-Studierende auch mehrere Kurse wählen, ist in Abb. 8 der Anteil gewählter FiPS-Kurse aufgetragen.

Schüler nehmen nach Abb. 8 an 81 % und Hochschulzugangsberechtigte an 55 % der gewählten Kurse teil (Abgabe mindestens einer Übung). Kurswahlen von Schülern sind also zielgerichteter und erfolgen in ernsthafterer Absicht als bei Hochschulzugangsberechtigten.

Schüler erreichen bei jedem Schritt zum Kurserfolg höhere Erfolgsquoten als Hochschulzugangsberechtigte. Das gleiche Ergebnis wird auch bei den drei einzelnen FiPS-Kursen festgestellt. Schüler und Hochschulzugangsberechtigte erreichen zwar in etwa gleiche Erfolgsquoten bei der Klausurzulassung

sung, jedoch nimmt diese bei den Hochschulzugangsberechtigten am stärksten zwischen Kurswahl und Kursteilnahme und bei den Schülern zwischen Kursteilnahme und Klausurzulassung ab. Die abnehmende Erfolgsquote zwischen Kursteilnahme und Klausurzulassung ist auf die Beendigung der Übungsabgabe nach 3-4 Übungen zurückzuführen.

Der fast dreimal höhere Klausurerfolg von Schülern gegenüber Hochschulzugangsberechtigten kann zum einen in den besseren fachlichen Voraussetzungen von Schülern begründet sein (vgl. Tab. 3). Zum anderen zeigt Abb. 8, dass fast alle Schüler mit Klausurzulassung die Klausur bestehen. Bei Schülern ist die Klausurzulassung also ein effektiverer Filter als bei Hochschulzugangsberechtigten.

Die Klausurerfolgsquote der Schüler (30 %) ist etwas höher als diejenige aller 104 FiPS-Studierenden aus dem WiSe 2000/01 (28 %). Allerdings waren unter den FiPS-Studierenden nur 6 % Schüler; 81 % waren Wehr- und Zivildienstleistende (vgl. 2.) mit Hochschulzugangsberechtigung und damit höherem Vorwissen. Schüler erreichten die Durchschnittsnote 2,8, Hochschulzugangsberechtigte die Durchschnittsnote 3,2. Bisher hat ein Schüler die Klausur aller drei FiPS-Kurse bestanden.

4. Vergleich von FiPS und MOOCs, Résumé und Ausblick

Zur abschließenden Einordnung von FiPS wird in Tab. 4 FiPS mit MOOCs (Massive Open Online Courses) anhand charakteristischer Merkmale von Fernstudienangeboten verglichen [28]:

Merkmal	FiPS	MOOC
Zielgruppe	National Primär Schüler, sekundär unspezifisch	International Unspezifisch
Teilnehmerzahl	Gering (< 100)	Hoch (einzelne Kurse > 100.000)
Präsenzen	2-3 (Blended-Learning)	Keine
Instruktions- medien	Klassische (Lehrbuch, Übungsaufgaben) und digitale Medien (eTests, eLecture)	Kurze Videos (5 - 10 min)
Kommunikati- onsmedien	Nein	Chat, Forum (insbesondere cMOOCs)
Kursgebühren	Ja	Teilnahme: Nein Zertifikat: Ja
Kursdauer	26 Wochen	6 - 12 Wochen
Anerkennung von Leistungsnach- weisen	Ja	Zertifikate nicht immer anerkannt
Formative Tests	Ja	Ja
Erfolgsquote	30 % (Schüler) 12 % (Hochschulzu- gangsberechtigte)	Oft < 10 %

Tab. 4: Vergleich von FiPS und MOOCs

Der Vergleich zeigt, dass sich FiPS in fast allen Merkmalen erheblich von MOOCs unterscheidet. Zwei Ursachen sind zu nennen: Die primäre Zielgruppe von FiPS sind Schüler und die FiPS-Kurse

unterscheiden sich in Umfang und Anforderungsni-
veau nicht von den Präsenzveranstaltungen.

Die Anzahl FiPS-Studierender konnte durch stu-
dienorganisatorische Veränderungen (z. B. halbjäh-
rige Kursdauer, Ausrichtung auf Zielgruppen Schü-
ler und Hochschulzugangsberechtigte) und medien-
didaktische Veränderungen (Einsatz neuer Lehr-
Lernmedien wie eLecture, eTests und Vorübungs-
aufgaben) seit dem WiSe 2014/15 von unter 10 auf
43 im SoSe 2017 gesteigert werden. Nach der
durchgeführten Literatur- und Internetrecherche ist
FiPS im Studienfach Physik derzeit das fachspezi-
fisch am weitesten entwickelte, das am längsten
angebotene sowie das am häufigsten gewählte Früh-
studium. Erstmals wurden definierte Erfolgsquoten
als Qualitätsmerkmal eines Frühstudiums publiziert.
Eine nationale Einordnung der Erfolgsquote von
FiPS ist aufgrund unbekannter Erfolgsquoten ander-
er deutscher Frühstudiumangebote nicht möglich.
Im internationalen, fachspezifischen (Tab. 4,
letzte Zeile) und im fachspezifischen Vergleich mit
MOOCs (1,5 % Erfolgsquote in Experimentalphysik
1 [29]) ist die Erfolgsquote für Schüler hoch.

Die bisherige und weitere Entwicklung von FiPS ist
im Spannungsfeld der Gestaltung des Übergangs
Schule-Universität, dem Auflösen von Grenzen
zwischen Präsenz- und Fernlehre und der Öffnung
von Universitäten für nicht-traditionelle Zielgruppen
zu sehen: Interessant wäre es, zu untersuchen, wie
und in welchem Umfang die Vielzahl freiwillig
nutzbarer Lehr-Lernmedien zum Lernen verwendet
werden. Dies zu erheben, war aufgrund der sukzes-
siven Erweiterung von FiPS-Kursen mit Lehr-
Lernmedien bisher nicht möglich.

Mit hohem Zeit- und Arbeitsaufwand produzierte
Lehr-Lernmedien sollten auch systematisch in die
Präsenzlehre integriert werden. Des Weiteren sollten
in der Zielgruppe Hochschulzugangsberechtigte
Physiklehrkräfte adressiert werden, die Interesse
daran haben, ihr Physikwissen aufzufrischen und
selbst wieder anspruchsvollere Aufgaben zu lösen
als bei ihrer beruflichen Tätigkeit. Diese Lehrkräfte
sind dann auch bevorzugt geeignet, FiPS-
Studierende an der eigenen Schule zu betreuen.

5. Abkürzungen

FiPS	Früheinstieg ins PhysikStudium
WiSe	WinterSemester
SoSe	SommerSemester
SMPY	Study of Mathematically Precocious Youth
FSJ	Freiwilliges Soziales Jahr
FÖJ	Freiwilliges Ökologisches Jahr
FWJ	Freiwilliges Jahr in der Wissenschaft
MINT	Mathematik Informatik Naturwissenschaft Technik
EP1	ExperimentalPhysik 1
EP2	ExperimentalPhysik 2
MGdP	Mathematische Grundlagen der Physik
ECTS	European Credit Transfer System
OpenOLAT	Open Online Learning And Training
PH	PHysik
MA	MAthematik
MOOC	Massive Open Online Course
cMOOC	connectivism Massive Open Online Course

Tab. 5: Abkürzungsverzeichnis

6. Literatur

- [1] Ministerium der Justiz des Landes Rheinland-Pfalz: Hochschulgesetz in der Fassung vom 19.11.2010. URL: http://landesrecht.rlp.de/jportal/portal/t/32me/pa/ge/bsrlprod.psm?pid=Dokumentanzeige&showdoc-case=1&js_peid=Trefferliste&documentnumber=1&numberofresults=167&fromdoctodoc=yes&doc.id=jlr-HSchulGRP2010rahmen%3Ajuris-lr00&doc.part=X&doc.price=0.0&doc.hl=1#jlr-HSchulGRP2010V9P67
- [2] Brody, L. E. & Stanley, J. C. (1991): Young college students – Assessing factors that contribute to success. In: Southern, T. & Jones, E. D. (Hrsg.): Academic acceleration of gifted children. New York: Teachers College Press.
- [3] Schweickert, F., Roth, D., Menzel, M. & Jodl, H.-J. (2000): Physik studieren per Internet – Können E-Mail und Internet eine Physikvorlesung ersetzen? Erfahrungen mit dem multimedialen Fernstudium in Kaiserslautern. In: Physikalische Blätter 56, 11, 63-66. URL: <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/phbl.20000561115/epdf>
- [4] Halbritter, U. (2011): Ein Jahrzehnt Frühstudium an der Universität Köln. In: Beiträge zur Hochschulforschung 33, 1, 70-80. URL: <http://www.bzh.bayern.de/uploads/media/1-2011-halbritter.pdf>
- [5] Kamm-Jehli, S. (2009): Schülerstudenten – Machbarkeit und Umsetzung in der Schweiz. SwissGifted 2, 1, 17-23. URL: <http://www.bzh.bayern.de/uploads/media/1-2011-halbritter.pdf>
- [6] Deutsche Telekom Stiftung (2013): Frühstudium an Universitäten – Die zentralen Ergebnisse der zweiten bundesweiten Erhebung zum Thema Frühstudium an Universitäten (Wintersemester 2012/2013). URL: https://www.telekomstiftung.de/sites/default/files/fruehstudium_erhebung_2012-2013_auswertung.pdf
- [7] Deutsche Telekom Stiftung (2017): Projektsteckbrief Frühstudium. URL: https://www.telekomstiftung.de/sites/default/files/02_steckbrief_bc_fruehstudium_de.pdf
- [8] Schneider, W., Stumpf, E. & Preckel, F. (2014): Schulische Förderung von Hochbegabten – Ergebnisse nationaler und internationaler Studien. In: Schneider, W., Preckel, F. & Stumpf, E. (Hrsg.): Hochbegabtenförderung in der Sekundarstufe. Ergebnisse der PULSS-Studie zur Untersuchung der gymnasialen Begabtenklassen in Bayern und Baden-Württemberg. Karg Hefte, 7, 10-20. URL: http://www.pedocs.de/volltexte/2014/9985/pdf/Karg_Hefte_7_2014_Schneider_Stumpf_Preckel_Schulische_Foerderung_von_Hochbegabten.pdf
- [9] Solzbacher, C. (2011): Frühstudium in Deutschland – Ergebnisse einer bundesweiten Untersuchung. In: Beiträge zur Hochschulforschung 33, 1, 8-24. URL: http://www.bzh.bayern.de/uploads/media/1-2011-solzbacher_01.pdf
- [10] Stumpf, E. & Gabert, Z. (2016): Bildungsverläufe ehemaliger Frühstudierender – Forschungsstand und Ergebnisse einer retrospektiven Studie. In: Beiträge zur Hochschulforschung 38, 3, 74-89. URL: <http://www.bzh.bayern.de/uploads/media/3-2016-Stumpf-Gabert.pdf>
- [11] Solzbacher, C. (2006): Frühstudium – Schüler an die Universität. Empirische Studie im Auftrag der Deutschen Telekom-Stiftung (Langfassung).
- [12] Stumpf, E., Greiner, R. & Schneider, W. (2011): Erfolgsdeterminanten des Frühstudiums – Das Best-Practice-Modell der Universität Würzburg. In: Beiträge zur Hochschulforschung 33, 1, 26-49. URL: http://www.bzh.bayern.de/uploads/media/1-2011-stumpf-greiner-schneider_01.pdf
- [13] Halbritter, U. (2005): Begabte Schüler – junge Studenten. Das Projekt “Schüler an Hochschulen”. DMV-Mitteilungen 13, 4. URL: <https://www.degruyter.com/downloadpdf/j/dmvm.2005.13.issue-4/dmvm-2005-0093/dmvm-2005-0093.pdf>

- [14] Janssen, H. (2005): Schüler an der Uni – 18-Jähriger schafft Vordiplom in Mathe. Spiegel Online 24.10.2005. URL: <http://www.spiegel.de/lebenundlernen/schule/schueler-an-der-uni-18-jaehriger-schafft-vordiplom-in-mathe-a-380374.html>
- [15] Bosch, M. (2016): Als Frühstudent zur Mathe-Olympiade. Archiv Julius-Maximilian-Universität Würzburg 20.06.2016. URL: <https://www.uni-wuerzburg.de/sonstiges/meldungen/single/artikel/als-fruehstudent-zur-mathe-olympiade-nach-hongkong>
- [16] Schweickert, F. (2002): FiPS Früheinstieg ins Physikstudium – Organisation und Kommunikation im Fernstudium der Physik. Dissertation Fachbereich Physik, Technische Universität Kaiserslautern.
- [17] Hanft, A. & Kretschmer, S. (2014): Im Fokus – Öffnung der Hochschulen für neue Zielgruppen. In: Report – Zeitschrift für Weiterbildungsforschung, 4, 15-27. URL: https://www.wbv.de/journals/zeitschriften/report/artikel/shop/detail/name/_/0/1/REP1404W015/facet/REP1404W015/nb/0/category/735.html
- [18] Fachbereich Physik der Technischen Universität Kaiserslautern: Früheinstieg ins Physikstudium (FiPS). URL: <https://www.physik.uni-kl.de/fips/home>
- [19] Virtueller Campus Rheinland-Pfalz (VCRP): OpenOLAT – infinite learning. URL: <https://olat.vcrp.de/dmz>
- [20] Delen, E., Liew, J. & Willson, V. (2014): Effects of interactivity and instructional scaffolding on learning – Selfregulation in online video-based environments. Computers & Education 78, 312-320.
- [21] Handke, J. (2015): Handbuch Hochschullehre Digital – Leitfaden für eine moderne und medienerechte Lehre. Marburg: Tectum.
- [22] Gröber, S., Klein, P. & Kuhn, J. (2014): Video-based problems in introductory mechanics physics courses. European Journal of Physics 35, 5, 055019.
- [23] Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF): Vorlesung – Verbindung von Vorlesung und Übung in Physik durch experimentbezogene Aufgaben. Forschungsprojekt des Fachbereichs Physik der Technischen Universität Kaiserslautern. Förderkennzeichen 16DHL1001. URL: <https://www.wihoforschung.de/de/vorlesung-1342.php>
- [24] Klein, P., Kuhn, J., Müller, A. & Gröber, S. (2015): Video analysis exercises in regular introductory mechanics physics courses: Effects of conventional methods and possibilities of mobile devices. In: W. Schnotz, A. Kauertz, H. Ludwig, A. Müller & J. Pretsch (Eds.): Multidisciplinary Research on Teaching and Learning (pp. 270-288). Basingstoke, UK: Palgrave Macmillan.
- [25] White, R. & Gunstone, R. (1992): Probing Understanding. London und New York: Routledge.
- [26] Miller, K., Lasry, N., Chu, K. & Mazur, E. (2013): Role of physics lecture demonstrations in conceptual learning. Physical Review Special Topics – Physics Education Research 9, 2, 020113. URL: <https://journals.aps.org/prper/pdf/10.1103/PhysRevSTPER.9.020113>
- [27] Crouch, C., Fagen, A., Callan, J. & Mazur, E. (2004): Classroom demonstrations – Learning tools or entertainment? American Journal of Physics 72, 6, 835-838.
- [28] Schulmeister, R. (2013) (Hrsg.): MOOCs - Massiv Open Online Courses: Offene Bildung oder Geschäftsmodell? Münster, New York, München und Berlin: Waxmann. URL: <https://www.waxmann.com/?eID=texte&pdf=2960Volltext.pdf&typ=zusatztext>
- [29] Lieberman, D., Dubson, M., Johnsen, E., Olsen, J. & Finkelstein, N. (2014): Physics I-MOOC – Educational outcomes. Physics Education Research Conference 2014, Minneapolis, July 30-31, 159-162.

Anhang

Zeit	Programmpunkt	Eigenaktivität	Kognitive Belastung
08:45-09:00	Anreise, Räumlichkeiten, Begrüßungsmappe	-	-
09:00-09:15	Begrüßung, Vorstellung FiPS-Team, Programm	-	-
09:15-10:30	EP1-Vorlesung: Zweites Newton'sches Axiom	Mittel (Zuhören, Beantworten von Clicker-Fragen)	Hoch
10:30-10:45	Pause, informelle Fragen	-	-
10:45-12:00	EP1-Übung: Kinematik	Hoch (Bearbeiten von Übungsaufgaben)	Hoch
12:00-12:15	Lehr-Lernmedien in OpenOLAT	Gering (Stellen von Fragen)	Gering
12:15-13:00	Mittagspause, Essen	-	-
13:00-14:30	MGdP-Vorlesung: Einführung Vektorrechnung	Gering (Zuhören)	Mittel-Hoch
14:30-14:45	Pause, informelle Fragen	-	-
14:45-15:15	Übungsbetrieb, Übungen, Vorübungen	Gering (Stellen von Fragen)	Gering
15:15-16:15	MGdP-Übung: Vektorrechnung	Hoch (Bearbeiten von Übungsaufgaben)	Hoch
16:15-16:45	Klausurzulassung, Klausur, Fragebogen, Résumé	Mittel (Stellen von Fragen, Ausfüllen von Fragebogen, Bewerten des Tags)	Gering

Tab. 6: Programm der Einführungspräsenz mit Einschätzung der Eigenaktivität und der kognitiven Belastung FiPS-Studierender

Danksagung

FiPS ist ein Teilprojekt des Vorhabens "U.EDU: Unified Education - Medienbildung entlang der Lehrerbildungskette" (Förderkennzeichen: 01JA1616), das im Rahmen der gemeinsamen "Qualitätsoffensive Lehrerbildung" von Bund und Ländern aus Mitteln des Bundesministeriums für Bildung und Forschung gefördert wird.