



Kompetenzzentrum für Bildungsevaluation und Leistungsmessung an der Universität Zürich · KBL  
Centre de compétences en évaluation des formations et des acquis à l'Université de Zurich · CEA  
Competence Centre for Educational Evaluation and Assessment at the University of Zurich · CEA

## Evaluation des Projekts «Bauphysik online»

Florian Keller

Zürich, November 2003

## **Inhalt**

Einleitung .....	3
Bauphysik online .....	3
Aufbau und Durchführung der Evaluation.....	6
Ergebnisse der Evaluation .....	10
Zusammenfassung und Empfehlungen .....	17
Anhang .....	21

## Einleitung

Die Vorlesung «Bauphysik» (Bautechnologie I-IV) wird an der ETH Zürich von Prof. Dr. Bruno Keller gehalten. Sie ist für alle Studentinnen und Studenten der Architektur obligatorisch und wird nach vier Semestern mit einer Prüfung abgeschlossen. Ziel der Vorlesung ist es, den Studierenden die Fähigkeit zu vermitteln, die Naturgesetze, denen jeder Bau unterworfen ist, zu verstehen und in ihren architektonischen Entwürfen zu berücksichtigen. Inhaltlich folgt die Vorlesung der thematischen Struktur des architektonischen Entwurfs, die mit einer Makroperspektive beginnt und immer weiter ins Detail der Konstruktion führt. Für die Bauphysik heisst das, dass im ersten Semester die physikalischen Grundlagen der verschiedenen Baustoffe vermittelt werden. Im zweiten Semester werden diese Erkenntnisse auf städtebaulich relevante Faktoren und im dritten Semester auf die Energetik des Gebäudes übertragen. Das vierte und letzte Semester ist dem Vermitteln einfacher, anwendungsorientierter Verhaltensregeln anhand konkreter Bausituationen gewidmet.

Ab dem zweiten Semester wird neben der Vorlesung, dem Skript und begleiteten Übungsstunden auch eine internetbasierte Lernumgebung angeboten. Diese dient dem individuellen und freiwilligen Aufarbeiten und Vertiefen der wichtigsten Begriffe und Gesetze der Bauphysik. Ausserdem soll die internetbasierte Lernumgebung die Studierenden bei den Prüfungsvorbereitungen unterstützen. Die Lernumgebung steht unter dem Namen «Bauphysik online» allen interessierten Personen unter der URL «[www.bph.hbt.arch.ethz.ch/Filep](http://www.bph.hbt.arch.ethz.ch/Filep)» offen.

## Bauphysik online

Wie die Vorlesung, verfolgt auch der Aufbau von «Bauphysik online» eine inhaltliche Abfolge, die tendenziell von einer Makro- zu einer Mikroperspektive führt. So sind während den drei Semestern, in denen die Vorlesung durch die internetbasierte Lernumgebung unterstützt wird, immer wieder Querbezüge zwischen den verschiedenen Lehr-Lern-Formen möglich. Innerhalb dieser Struktur bietet «Bauphysik online» für jedes Thema drei Aufbaustufen an. In den «Grundlagen», der ersten Aufbaustufe, werden grundlegende physikalische Phänomene und Vorgänge behandelt. In der Aufbaustufe «Bauwerk» stehen die physikalischen Zusam-

menhänge und Berechnungsmethoden im Zentrum. Die dritte, noch nicht implementierte Aufbaustufe mit dem Namen «Praxis-transfer» soll später durch das Aufzeigen von problematischen Situationen und Details in der praktischen Anwendung das Bild abrunden. Innerhalb den verschiedenen Aufbaustufen werden zu sieben bauphysikalisch relevanten Begriffen multimediale und teilweise auch interaktive «Animationen» mit erläuternden Texten und «Übungstools» angeboten, in denen das Gelernte anhand einer Frage – meist einer Multiple-Choice-Frage – überprüft werden kann. Neben diesen mediengerecht und eher spielerisch aufgemachten Lehr-Lernformen stehen den Studierenden auch so genannte «IndexCards» und «Kennwerte» als Lernhilfen zur Verfügung, in denen jeweils die wichtigsten Schlagworte, Formeln und Daten tabellarisch dargestellt werden. Weitere illustrierende «Beispiele» sowie ein «Glossar» helfen die Themenbereiche individuell zu vertiefen. Alle «Animationen», «Übungstools» und «Kennwerte» sowie die verschiedenen physikalischen Oberbegriffe und die drei Aufbaustufen sind über eine Hypertextstruktur interaktiv vernetzt.

Das Projekt «Bauphysik online» wurde im Herbst 2000 gestartet. Seit dem Herbst 2001 wurden erste Teile der Website implementiert und erprobt. Seit dem Herbst 2002 ist die erste Aufbaustufe («Grundlagen») vollständig eingeführt und in die Vorlesung «Bauphysik» eingebunden. Die zweite Aufbaustufe («Bauwerk») ist den Studierenden zum grössten Teil seit dem Frühling dieses Jahres zugänglich. Die dritte Stufe des Projekts ist noch in Bearbeitung, soll aber demnächst ebenfalls aufgeschaltet werden.

Das Projekt «Bauphysik online» wird von der ETH Zürich im Rahmen des Fonds zur Finanzierung lehrbezogener Projekte (FILEP) finanziell unterstützt. Um mehr über die Stärken und Schwächen des Projekts zu erfahren, wurde bereits im Januar 2003 eine Evaluation des bestehenden Angebots durchgeführt. Die damalige Evaluation kam aufgrund der Beurteilung der Studierenden zum Schluss, dass es den Verantwortlichen mit dem Projekt «Bauphysik online» gelungen ist, die verschiedenen bauphysikalischen Phänomene äusserst mediengerecht aufzubereiten und so die Studierenden für das Verständnis und das Erlernen physikalischer Zusammenhänge zu sensibilisieren. Kritisiert wurde von der Mehrheit der Studierenden die grafische Gestaltung von «Bauphysik online» als uneinheitlich und unübersichtlich. Auch die Struktur der Website war für viele der Befragten nicht auf Anhieb verständlich. Für viele war es schwierig, sich in den vielen aufpop-

penden Fenstern zurechtzufinden und zu den relevanten Informationen zu navigieren. Auch wurde von einigen Studierenden bemängelt, dass «Bauphysik online» für eine effiziente Prüfungsvorbereitung nicht geeignet ist.

Aufgrund dieser Rückmeldungen wurde das Projekt überarbeitet. Diverse Änderungen in der Struktur der Website wurden vorgenommen. Die Navigation wurde vereinfacht, die grafische Gestaltung vereinheitlicht und die Übersichtlichkeit durch die Reduktion offener Fenster verbessert. Zudem wurde eine Funktion eingerichtet, die es den Studierenden erlaubt, alle Übungstools hintereinander abzuarbeiten.

Im Oktober 2003 schien der Zeitpunkt für eine erneute Evaluation des Projekts besonders günstig. Erstmals konnten nun Studierende befragt werden, denen «Bauphysik online» zur Prüfungsvorbereitung in vollem Umfang zur Verfügung gestanden hat. Gleichzeitig konnten zum ersten Mal auch Studierende befragt werden, die seit dem Beginn ihres Studiums intensiv in die internetbasierte Lernumgebung der Lehrveranstaltung «Bauphysik» eingeführt worden sind. Für diese zweite Evaluation wurde wieder das Kompetenzzentrum für Bildungsevaluation und Leistungsmessung an der Universität Zürich (KBL) beauftragt.

## Aufbau und Durchführung der Evaluation

Ziel der Evaluation ist es, alle relevanten Aspekte der internetbasierten Lernumgebung «Bauphysik online» in ihrer konkreten Anwendung als Teil der Vorlesung «Bauphysik» an der ETH Zürich durch die Studierenden beurteilen zu lassen.

Neben einem Gesamturteil der internetbasierten Lernumgebung wurden insbesondere folgende Aspekte von den Studierenden beurteilt:

1. Die inhaltliche Gestaltung (Interesse, Effektivität, Effizienz, der Bezug zur Vorlesung, die Nutzung zur Prüfungsvorbereitung sowie die fachlichen Anforderungen)
2. Die Effektivität einzelner didaktischen Elemente (Animationen, Berechnungsmodule, IndexCards, zusätzliche Beispiele, Übungstools, Glossar)
3. Die grafische und technische Umsetzung

Eine solche Projektevaluation kann nicht den Lernerfolg bewerten. Sie führt aber zu einer Einschätzung des Verfahrens und der Einsatzmöglichkeiten der internetbasierten Lernumgebung als Lehrmittel und kann als Grundlage für die Weiterentwicklung des Projekts «Bauphysik online» genutzt werden.

Anhand eines standardisierten Fragebogens konnten die Studierenden positiv formulierte Aussagen (Items) zur internetbasierten Lernumgebung wie «Die Webseiten von „Bauphysik online“ waren interessant» beurteilen. Dazu standen ihnen vier Antwortkategorien zur Verfügung. Insgesamt bestand der Fragebogen aus 22 solcher Aussagen. Als Ergänzung zu den vorgegebenen Aussagen konnten die Studierenden in zwei offenen Fragen die Stärken und Schwächen des Projekts in eigenen Worten formulieren. Am Ende der Befragung war es ausserdem möglich, die Lernumgebung, entsprechend dem bekannten Notensystem aus Schule und Studium, zu benoten.

## Befragung der Studierenden

Für die Evaluation wurden alle Studierenden der Vorlesung «Bauphysik» schriftlich befragt. Jedoch mussten zwei verschiedene Vorgehensweisen gewählt, da für die Evaluation einerseits Studierende im 3. Semester und andererseits Studierende im 5. Semester befragt wurden.

Die Befragung der Studierenden, die Ende Oktober mit dem dritten Teil der Lehrveranstaltung «Bauphysik» begonnen haben, fand am 31. Oktober 2003 während der regulären Vorlesung statt. Dieses Datum bot sich an, weil zu Beginn eines Semesters jeweils mehr Studierende die Vorlesung besuchen als vor den Prüfungen am Ende des Semesters. Die Teilnahme an der Untersuchung war für alle anwesenden Studierenden obligatorisch und dauerte rund 15 Minuten. Durchgeführt wurde die Befragung durch einen Mitarbeiter des beauftragten Kompetenzzentrums für Bildungsevaluation und Leistungsmessung.

Dieses Vorgehen wurde deshalb gewählt, weil dadurch mit einem relativ kleinen Aufwand eine grosse Zahl von Studierenden erreicht werden kann. Gleichzeitig bürgt der Rahmen einer Vorlesung sowie die Durchführung der Befragung durch eine externe Person für die nötige Seriosität. Zudem können allfällige Fragen und Unklarheiten vor Ort geklärt werden. Trotzdem ist davon auszugehen, dass eine Vorlesung selbst zu Beginn eines Semesters nicht von sämtlichen eingeschriebenen Studierenden besucht wird. Dies ist bei der Beurteilung der Ergebnisse dieser Evaluation stets zu beachten.

Das Gleiche gilt für die Befragung der Studierenden, die die Lehrveranstaltung «Bauphysik» im Oktober mit dem zweiten Vordiplom in Architektur abgeschlossen haben (5. Semester). Eine Befragung während einer Vorlesung kam hier nicht in Frage, weil die Studierenden im Anschluss an die Prüfung in der Regel Praktika in Architekturbüros verrichten. Viele nutzen diesen Unterbruch im Studium, um im Ausland Erfahrungen zu sammeln. Da einzig die ETH interne zur Verfügung stand, wurde eine schriftliche Befragung per E-Mail durchgeführt. Dazu wurde der Fragebogen als PDF-Formular verschickt. Erfahrungsgemäss ist jedoch bei einer Befragung per E-Mail der Rücklauf gering. Technische Probleme, verwaiste Konten, die fehlende Verbindlichkeit einer Distribution per Internet sowie Angst vor Viren und der vermeintlich

ungesicherten Anonymität führen dazu, dass mit diesem Vorgehen häufig nur ein kleiner Teil der Studierenden erreicht werden kann. Ein Vergleich der Beurteilungen der Befragung während der Vorlesung mit jenen der Ergebnisse per E-Mail zeigt jedoch, dass sich die Resultate nur marginal unterscheiden. Damit kann von ausreichend validen Ergebnissen ausgegangen werden.

## Population und Stichprobe

132 Studierende haben sich im dritten Teil der Lehrveranstaltung «Bauphysik» eingeschrieben. Davon konnten 74 Personen in der Vorlesung befragt werden. Dies entspricht einer Rücklaufquote von 56 Prozent.

282 Studierende<sup>1</sup> wurden per E-Mail angeschrieben. 47 Rückmeldungen konnten schliesslich ausgewertet werden. Damit liegen die Beurteilungen von rund einem Sechstel der Studierenden des 5. Semesters vor.

Insgesamt nahmen 121 Studentinnen und Studenten an der Befragung teil. Dies entspricht einer Rücklaufquote von und 30 Prozent.

## Darstellung und Aufbereitung der Ergebnisse

Die Beurteilungen der Studierenden des 3. Semesters unterscheiden sich nur zufällig von den Beurteilungen der Studierenden des 5. Semesters. Daher werden die Ergebnisse beider Befragungen sowohl in der Interpretation als auch der grafischen Darstellung in der Regel zusammengefasst. Bei Unterschieden zwischen den Beurteilungen der beiden Semestern wird darauf hingewiesen.

Um die Vergleichbarkeit zu gewährleisten und die Interpretation der Ergebnisse zu vereinfachen, wird in den Grafiken eine prozentuale Darstellungsform gewählt. Dabei werden jeweils die beiden positiven Antwortvorgaben («stimmt genau» und «stimmt eher») und die beiden negativen Antwortvorgaben («stimmt überhaupt nicht» und «stimmt eher nicht») zusammengefasst.

---

<sup>1</sup> 282 Studierende haben das 4. Semester des Architekturstudiums abgeschlossen und sich für die zweite Vordiplomsprüfung angemeldet. Genauere Zahlen waren zum Zeitpunkt der Erhebung nicht erhältlich.



Neben dieser prozentualen Darstellung wird aus den Beurteilungen der Studierenden Mittelwerte berechnet. Dazu wird jeder Antwortvorgabe ein Wert zugeordnet. Die positivste Antwort («stimmt genau») erhält den Wert 4, die negativste Antwort («stimmt überhaupt nicht») den Wert 1. So kann für jede Aussage ein Mittelwert berechnet werden, der sich aus dem Durchschnitt aller Beurteilungen ergibt. Alle Mittelwerte liegen somit zwischen 1 und 4. Allgemein gelten Mittelwerte grösser 3 als gutes, Mittelwerte grösser 3,5 als sehr gutes Urteil der Studierenden.<sup>2</sup>

Alle quantitativ ausgewerteten Aussagen mit den dazugehörigen Daten finden sich im Anhang dieses Berichts.

Die Ergebnisse der beiden offenen Fragen werden qualitativ ausgewertet. Wo möglich, werden Bemerkungen der Studierenden auch zur Interpretation und Illustration der quantitativ ausgewerteten Resultate eingesetzt. Alle Originalzitate der Studentinnen und Studenten sind entsprechend gekennzeichnet. Auf eine Auflistung aller Nennungen wird verzichtet.

---

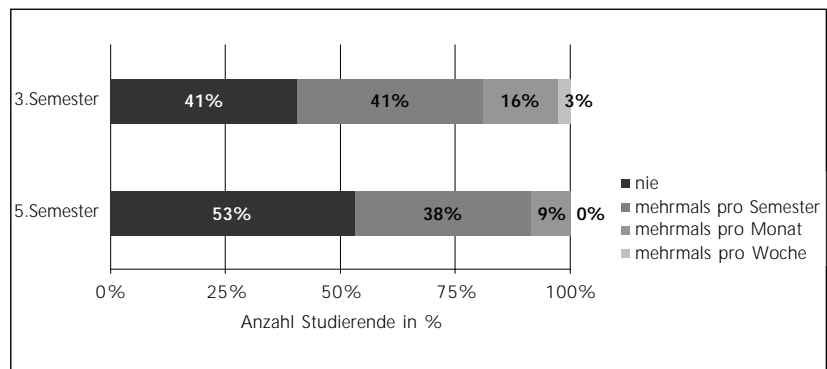
<sup>2</sup> Keller, F. & Moser, U. (2002). Evaluation des Projekts «Erweiterte Lernformen im Bereich Sicherheitspolitik (ERLES)». Zürich: Kompetenzzentrum für Bildungsevaluation und Leistungsmessung.

## Ergebnisse der Evaluation

### Nutzung

Rund die Hälfte der Studierenden besuchen die Webseiten von «Bauphysik online» mehr oder weniger regelmässig. Weil die Angebote im Internet freiwillig sind, ist dies ein guter Wert. Die Studierenden des 3. Semesters nutzen die Lernumgebung tendenziell häufiger und intensiver als die Studierenden des 5. Semesters (Abb. 1). Dieser Unterschied ist wohl das Ergebnis einer verstärkten und konsequenteren Integration des Internetprojekts in die Vorlesung seit Beginn der Lehrveranstaltung.

Abb. 1: Nutzung des Projekts «Bauphysik online»



Besonders geschätzt wurde die internetbasierte Lernumgebung zur Prüfungsvorbereitung. Über 80 Prozent der Studierenden aus dem 5. Semester nutzten «Bauphysik online» zur Prüfungsvorbereitung (Mittelwert=3,0). Dies widerspiegelt auch einen Blick auf den Sitemeter der Website, der im Oktober mit weit über 1000 Besuchen Spitzenwerte erreicht.

Eine genauere Analyse dieser Ergebnisse zeigt, dass – im Gegensatz zur Projektevaluation im Januar 2003 – «Bauphysik online» nicht mehr grösstenteils von Studierenden mit guten physikalischen Kenntnissen genutzt wird. Im Gegenteil: Rund die Hälfte der häufigen Nutzern und Nutzerinnen von «Bauphysik online» schätzen ihre physikalischen Kenntnisse als eher gering ein. Hingegen bezeichnen zwei Drittel der Studierenden, die «Bauphysik

online» noch nie besucht haben, ihre physikalischen Kenntnisse als «gross» oder «eher gross». Es ist dem Projekt «Bauphysik online» damit gelungen, eine relativ grosse und durchmischte Studentenschaft anzusprechen.

### Inhaltliche Gestaltung

Über 80 Prozent der Studentinnen und Studenten beurteilen die Webseiten von «Bauphysik online» als interessant (Mittelwert=2,9). Mit dieser guten Beurteilung werden die Bemühungen der Projektverantwortlichen bestätigt, die Inhalte der Webseiten mediengerecht aufzubereiten (Abb. 2). Verschiedene Bemerkungen von Studierenden verdeutlichen dies:

«Spielerische Annäherung an die komplizierte, umfangreiche Materie. Gut für einen übersichtlichen Eindruck des zu lernenden Stoffes.»

«In kurzen prägnanten Worten wurden die Sachverhalte geschildert. Um einen kurzen Überblick zu erhalten ist Bauphysik online gut geeignet.»

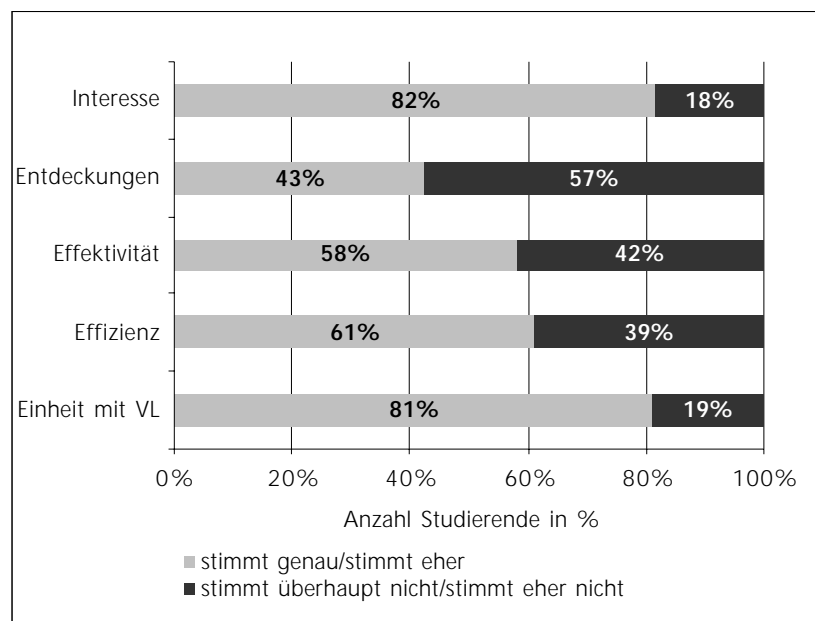
Trotzdem hat rund die Hälfte der Studierenden das Gefühl, durch Ausprobieren Neues entdeckt zu haben (Mittelwert=2,4). Diese eher durchschnittliche Einschätzung lässt sich vermutlich einerseits durch die Navigation, die von einem grossen Teil der Studierenden als unbefriedigend beurteilt wird, und andererseits durch das tiefe Anforderungsniveau erklären. Zwei Drittel der Studierenden beurteilen die physikalischen Anforderungen, die auf den Webseiten von «Bauphysik online» gestellt werden, als «gering» oder als «eher gering» (Mittelwert=2,2). Ein Student schreibt dazu:

«Teilweise würde ich mir noch etwas tiefer gehende Definitionen wünschen und auch eine gewisse Verlinkung innerhalb der Begriffsbereiche, wie hängen z.B. Wärmewiderstand und Wärmedurchgangskoeffizient zusammen.»

Das zu geringe Anforderungsniveau führt wohl auch dazu, dass der erlebte Lernerfolg, die Effektivität, tendenziell als eher gering wahrgenommen wird (Mittelwert=2,7). Wie die Effektivität, so wird auch die Effizienz, das Verhältnis zwischen Aufwand und Ertrag, nur von rund 60 Prozent der Befragten positiv beurteilt

(Mittelwert=2,7). Neben medieninhärenten Problemen – viele Studierende lernen nach eigenen Äusserungen lieber mit einem Buch als online<sup>3</sup> – ist diese Einschätzung der Studierenden durch drei Punkte zu erklären: (1) mit den fehlenden Anforderungen, (2) mit fehlenden Anreizen, sich intensiv mit «Bauphysik online» zu beschäftigen sowie (3) mit fehlenden Möglichkeiten, das online Gelernte zu überprüfen.

Abb. 2: Beurteilung der inhaltlichen Gestaltung des Projekts «Bauphysik online»



Wie schon in der ersten Evaluation im Januar 2003 wird die Verbindung der Inhalte von «Bauphysik online» mit der Vorlesung von rund 80 Prozent der Studierenden als gut beurteilt (Mittelwert=3,0). Für die Studierenden besteht eine inhaltliche und didaktische Einheit, die es ihnen erlaubt, aus verschiedenen Perspektiven Rückschlüsse auf das Fach Bauphysik zu ziehen und den Unterricht illustrativ zu ergänzen.

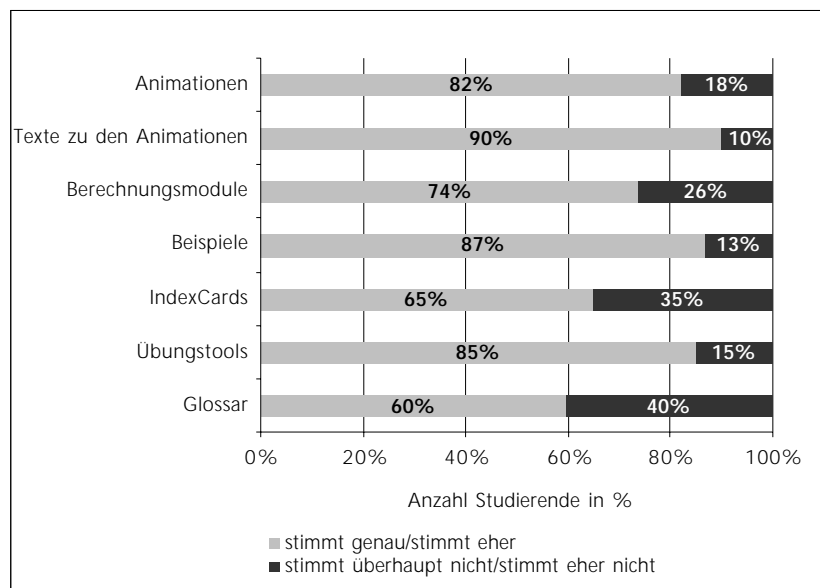
<sup>3</sup> Vgl. dazu: Schumeister, R. (2001). Virtuelle Universitäten – Virtuelles Lernen. München.

## Didaktische Elemente

Die illustrativen und erläuternden Elemente werden von den Studierenden äusserst positiv beurteilt (Abb. 3). Über 80 Prozent antworten auf Aussagen wie «Die Animationen halfen mir, die Zusammenhänge bei bauphysikalischen Vorgängen zu verstehen» mit «stimmt genau» oder «stimmt eher» (Mittelwerte: Animationen  $M=3,0$ ; Texte zu den Animationen  $M=3,3$ , Zusätzliche Beispiele  $M=3,1$ ) Hier liegt ganz klar eine der Stärken von «Bauphysik online». Für viele Studentinnen und Studenten eröffnen diese didaktischen Elemente die

«Möglichkeit, die in der Vorlesung vorgestellten Modelle als Animation darzustellen und besser zu veranschaulichen. So kann das Verständnis vertieft werden.»

Abb. 3: Beurteilung der didaktischen Elemente



Im Gegensatz zur Projektevaluation vom Januar 2003 werden diesmal auch die Lern- und Übungsinstrumente mehrheitlich positiv beurteilt. Dies kann auf die Projektüberarbeitungen, die im Laufe dieses Jahres geleistet wurden, zurückgeführt werden. So

werden die IndexCards<sup>4</sup> durchschnittlich um 0,4 Punkte und die Übungstools gar um 0,5 Punkte besser beurteilt. Einzig das Glossar stösst noch teilweise auf Kritik. Nach den Bemerkungen der Studierenden zu schliessen, schätzen sie zwar die Möglichkeiten des Glossars, doch dürfte dieses noch umfangreicher sein.

## Grafische und technische Umsetzung

Wie bereits in der ersten Evaluation des Projekts «Bauphysik online» betrifft die Hauptkritik der Studierenden die grafische Gestaltung. Zwei Drittel der Befragten finden die Gestaltung der Webseiten nicht ansprechend (Mittelwert=2,3) (Abb. 4). Den in gestalterischen Fragen sensibilisierten Architekturstudentinnen und Architekturstudenten erscheint die Gestaltung der Webseiten nicht zumutbar. Sowohl grundsätzliches wie die Farbauswahl als auch Details wie die animierten Buttons werden kritisiert. Die Bemerkungen dazu sind teilweise drastisch. Als ein Beispiel unter vielen kann folgendes Zitat dienen:

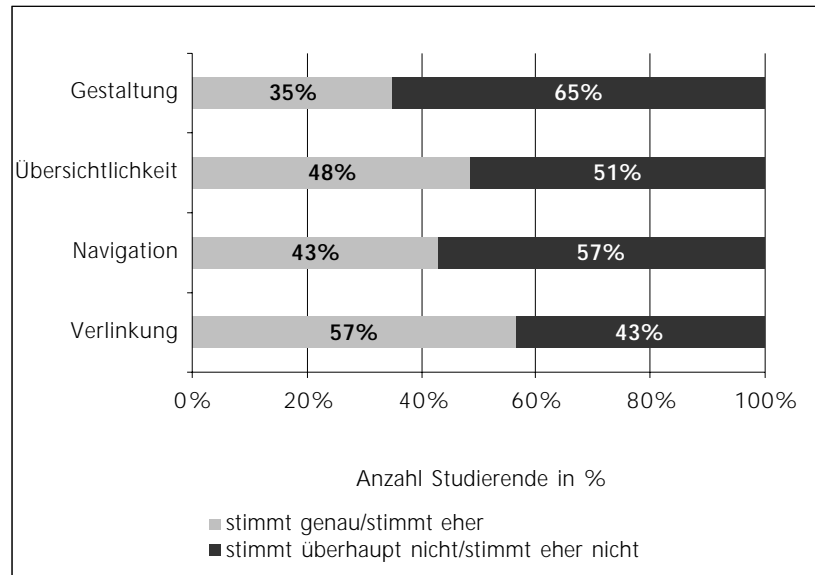
«Die Gestaltung der Seite ist katastrophal. Die Seite macht auf den ersten Eindruck keinen seriösen Eindruck und für Architekten eine Faust auf das Auge. Die Seite macht keinen professionellen sondern eher einen gebastelten Eindruck, alles ist sehr unübersichtlich.»

Aber nicht nur die Gestaltung findet wenig Anklang, auch die Übersichtlichkeit und die Navigation werden grösstenteils negativ beurteilt. Mehr als die Hälfte findet es schwierig, auf den Webseiten das Gesuchte zu finden (Mittelwert=2,5). Insbesondere die verschiedenen Navigationsleisten und die immer noch vielen aufspringenden Fenster werden für eine intuitives Zurechtfinden auf «Bauphysik online» als verwirrend und hinderlich empfunden. Immerhin 57 Prozent konnte die Verlinkung innerhalb der didaktischen Elemente und damit die komplexe Hypertextstruktur, die dem Projekt zugrundeliegt, gut nutzen (Mittelwert=2,6).

---

<sup>4</sup> Die IndexCards werden zwar mehrheitlich positiv, aber immer noch sehr uneinheitlich beurteilt (Standardabweichung=0.89). Sehr wahrscheinlich wirkt das zusätzlich aufspringende Fenster sowie insbesondere die grafische Gestaltung der IndexCards polarisierend.

Abb. 4: Beurteilung der grafischen Umsetzung



Eine der grossen Vorteile von «Bauphysik online» ist es, dass es den Studierenden ohne technische Probleme möglich ist, die internetbasierte Lernumgebung zu nutzen. Nur eine einzige Person hatte technische Probleme mit «Bauphysik online». Dies ist keineswegs selbstverständlich. Trotzdem gilt es, die stetig wachsenden Anforderungen an die technische Infrastruktur der Studierenden im Auge zu behalten. Technische Probleme liessen bereits andere vergleichbare Lernumgebungen scheitern<sup>5</sup>.

### Gesamturteil

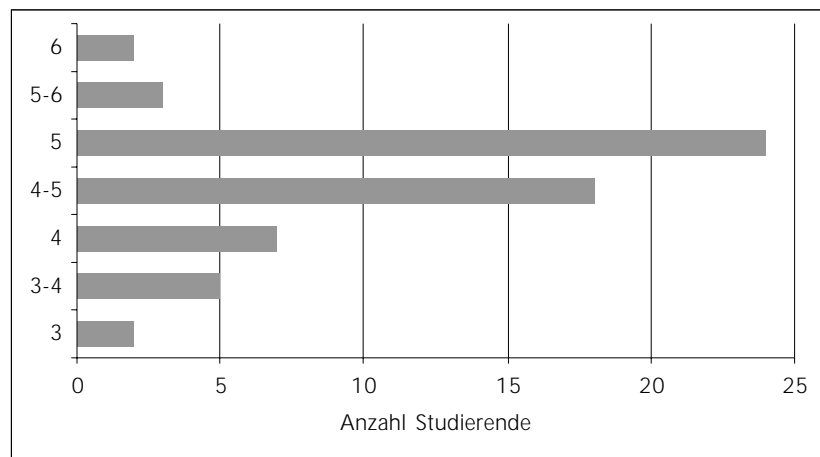
Zusätzlich zur Beurteilung von einzelnen Qualitätskriterien konnten die Studierenden die Webseiten des Projekts «Bauphysik online» mit einer Note von 1 bis 6, analog zur vertrauten Notengebung im Schulsystem, bewerten. Die Note 6 entspricht dabei einer sehr guten, eine 5 einer guten, eine 4 einer genügenden und Noten unter 4 einer ungenügenden Bewertung.

2 der 61 Personen, die eine Bewertung von «Bauphysik online» vornahmen, gaben dem Projekt die Note 6. 3 Personen die Note 5-6. Der grösste Teil der Studierenden (rund 70 Prozent) bewerteten die Lernumgebung mit der Note 5 oder 4-5. Insgesamt 7

<sup>5</sup> Keller, F. & Moser, U. (2002). Evaluation des ORL-Projekts «LearnIT@ETH». Zürich: Kompetenzzentrum für Bildungsevaluation und Leistungsmessung.

von 61 Personen (rund 10 Prozent) verliehen dem Projekt eine ungenügende Note. Dies ergibt einen Notendurchschnitt von 4,6 (Abb. 5). Unterschiede gibt es weder zwischen den Bewertungen der Studierenden des 3. Semesters und den Studierenden des 5. Semesters noch zwischen der ersten und der vorliegenden Evaluation. Auch die Computer- beziehungsweise die Physik-Kenntnisse der Studierenden hatten auf die Bewertung keinen Einfluss.

Abb. 5: Bewertung des Projekts «Bauphysik online»



Diese eher mittelmässige Beurteilung entspricht den Einschätzungen durch die Studierenden in der ersten Evaluation (Mittelwert=4,7). Für die Mehrheit der Studierenden ist die grafische Gestaltung zu bunt und zu verspielt, die Navigation teilweise unklar und der Aufbau der Site zu kompliziert. Hier liegen wohl für die Studierenden noch immer die augenfälligsten Schwächen des Projekts. Trotzdem sind die meisten der Studentinnen und Studenten gegenüber «Bauphysik online» und internetbasiertem Lernen durchaus positiv eingestellt. Die meisten schätzen die mediengerechte Aufbereitung der Inhalte, die individuelle Verfügbarkeit von Internetangeboten sowie die Fülle von Informationen, die es erlaubt, schnell und relativ einfach eine Übersicht über die verschiedenen bauphysikalischen Themen zu erlangen. Eine Studierende beschreibt die Stärken von «Bauphysik online» folgendermassen:

«In kurzen prägnanten Worten wurden die Sachverhalte geschildert, um einen kurzen Überblick zu erhalten ist Bauphysik online gut geeignet.»



In seltener Übereinstimmung möchte aber kaum eine Studentin und kaum ein Student weder auf die Vorlesung noch auf das Skript verzichten. 95 Prozent der Befragten möchte an der Vorlesung festhalten und nur gerade eine Person könnte sich «Bauphysik online» als Ersatz für das Skript vorstellen. (Standardabweichungen: Vorlesung  $SD=0.67$ ; Skript  $SD=0.34$ ). Die Studierenden des 3. Semesters empfinden dabei das Skript weit unentbehrlicher als die Vorlesung. Im 5. Semester ist diese Einschätzung tendenziell eher umgekehrt. Die Möglichkeit, das Wissen individuell zu vertiefen, wird zwar geschätzt, aber nur neben der Vorlesung. Auch möchte kaum jemand das Skript durch die internetbasierte Lernumgebung und damit das Buch durch den Bildschirm ersetzen.

## Zusammenfassung und Empfehlungen

Die wichtigsten Resultate der Evaluation des Projekts «Bauphysik online» lassen sich in den folgenden sieben Punkten zusammenfassen:

*1. Die Inhalte von «Bauphysik online» werden didaktisch mediengerecht umgesetzt.*

Mit vielen multimedialen Animationen und interaktiven Übungstools werden die bauphysikalischen Phänomene spielerisch erlebbar gemacht. Mit den Projektanpassungen, die im Laufe dieses Jahres vorgenommen wurden, konnten die didaktischen Elemente sogar noch weiter ausgebaut und anregender gestaltet werden. Alle Webseiten sind zudem durch eine Hypertextstruktur eng miteinander vernetzt. Die Studierenden werden so zu einem entdeckenden Umgang mit physikalischen Fragestellungen angeregt und können die verschiedenen Themen auf vielfältige Art und Weise miteinander vernetzen. Gleichzeitig werden die notwendigen erklärenden Texte bewusst kurz und einfach gehalten. So werden die Möglichkeiten des Internets bestmöglichst genutzt und die Voraussetzungen für ein individuelles Lernen geschaffen. «Bauphysik online» sticht damit ganz klar positiv aus der Masse der E-Learning-Angebote heraus. Dies wissen die Studierenden zu schätzen. Ein weiterer Ausbau dieser Stärke von «Bauphysik online» wäre durchaus denkbar und wird von den Studierenden auch gewünscht.

## *2. Die technische Umsetzung ist hervorragend.*

Trotz der vielen multimedialen Inhalte, die höchste Ansprüche an die Infrastruktur der Nutzerinnen und Nutzer stellen, traten bei den Studierenden kaum technische Probleme auf. Dies ist wohl der überlegten Projektierung und der sorgfältigen Erprobung der Lernumgebung zuzuschreiben. Neben der inhaltlichen Umsetzung ist damit eine weitere fundamentale Voraussetzung für einen erfolgreichen Einsatz von «Bauphysik online» gegeben.

## *3. Die Verbindung von Vorlesung, Skript und internetbasiertem Lernangebot gelingt sehr gut.*

«Bauphysik online» ist neben der Vorlesung und dem Skript ein eigenständiges Angebot. Es verzichtet bewusst auf ein blosses Aufschalten der Vorlesungsunterlagen und kann für die Studierenden aus diesem Grund auch keinen gleichwertiger Ersatz für die Vorlesung oder das Skript sein. Weil es den Verantwortlichen gelungen ist, die ganze Lehrveranstaltung inhaltlich einheitlich zu konzipieren und immer wieder auf Querbezüge zu verweisen, wird den Studierenden ein individuelles Aufarbeiten von Unklarheiten beziehungsweise ein individuelles Vertiefen einzelner physikalischer Fragestellungen ermöglicht.

## *4. Aufbau und Struktur der Website sind zu kompliziert.*

Gerade für Studierende, die zum ersten Mal die Website besuchen, erschliesst sich die Struktur nicht auf Anhieb. Die neu eingeführte Einstiegsseite, auf der der Aufbau von «Bauphysik online» kurz erklärt wird, könnte man eventuell noch ausbauen und einprägsamer gestalten. Allenfalls könnte man didaktische Elemente wie die «IndexCard» und die «Kennwerte» beziehungsweise die «Animationen» und die «Beispiele» zusammenfassen, so dass sich die Zahl der aufgehenden Seiten<sup>6</sup> und der möglichen Links reduziert. Zur besseren Orientierung wäre zudem zu prüfen, ob man die Menuleiste, die sich zuunterst auf jeder Seite befindet, nicht nach oben verschieben könnte oder ob sich die Zahl der

---

<sup>6</sup> Das Problem der zu vielen offenen Seiten wurde von den Projektverantwortlichen bereits erkannt und im Oktober 2003 durch eine technische Anpassung, die Popup-Fenster selbstschliessend macht, weitgehend behoben.

Menuleisten nicht ganz allgemein reduzieren liesse. Weiter könnte man allenfalls auch eine einblendbare interaktive «Karte» oder ein interaktiver «Krümpelpfad» in Betracht ziehen.

*5. Die grafische Gestaltung der Webseiten entspricht nicht dem Zielpublikum.*

Obwohl in diesem Jahr die Farbgebung vereinheitlicht und vereinfacht wurde, betrifft die fundamentalste Kritik der Studierenden noch immer die grafische Gestaltung der Webseiten. Mit einer weiteren Reduktion und Vereinheitlichung der Farben wie auch der übrigen grafischen Elemente wie Schriften, Formen, Schatten, Verläufe etc. könnte die Kritik der Studierenden wahrscheinlich entschärft werden. Um die Gemüter zu beruhigen, sind die Projektverantwortlichen zur Zeit bereits daran, die Farbgebung der Website auf ein einheitliches silbergrau anzupassen. Eventuell liesse sich auch mit dem Beizug von engagierten Studentinnen und Studenten ein noch zielgruppengerechteres Ergebnis erzielen.

*6. Das Anforderungsniveau ist zu tief.*

Viele Studierende empfinden die gestellten Anforderungen auf den Webseiten von «Bauphysik online» als zu tief. Damit sinkt für sie die Effektivität, das subjektive Gefühl, etwas gelernt zu haben und die Möglichkeit etwas «Neues» zu entdecken sinkt. Es ist jedoch zu erwarten, dass der Schwierigkeitsgrad mit den noch nicht oder noch nicht vollständig implementierten Aufbaustufen «Bauwerk» und «Praxistransfer» steigen wird.

*7. Die Intention von «Bauphysik online» bleibt unklar.*

Die relativ schlechten Beurteilungen der Effektivität und der Effizienz verweisen auf ein grundlegendes Problem des Projekts. Vielen Studierenden bleibt die Intention von «Bauphysik online» unklar. Damit fehlt ihnen der Anreiz, sich regelmässig und intensiv mit dem Projekt auseinanderzusetzen. Im Moment erscheint den Studierenden «Bauphysik online» als ein spielerisch aufgemachtes Nachschlagewerk, in dem sie sich einen Überblick über die bauphysikalischen Themen erlangen oder schnell eine Definition oder eine kurze Erklärung für ein bauphysikalische Phänomen

nachsehen können. Wird jedoch tatsächlich eine internetbasierte Lernumgebung angestrebt, müsste die Navigation vereinfacht werden, müsste das Anforderungsniveau der Inhalte auch Studierende mit guten physikalischen Kenntnissen ansprechen und müssten vor allem viel mehr Möglichkeiten geschaffen werden, das Gelernte beispielsweise in einem Online-Test zu überprüfen. Prüfwert wäre zudem, ob nicht Teile der Lehre explizit ins Online-Angebot ausgelagert werden könnten. Mit einer solchen Ausrichtung, weg vom Nachschlagewerk hin zur Lernumgebung, könnte neben der Effektivität und der Effizienz sicherlich auch die Nutzungsintensität des Projekts erhöht werden.

Trotz dieser Kritikpunkte bleibt das Gesamturteil der Studierenden grösstenteils positiv. Kaum jemand möchte die Möglichkeiten missen, die «Bauphysik online» bietet. Wir können uns in unserem Urteil nur diesem Studenten anschliessen, der das Projekt folgendermassen beschreibt:

«Die Site ist genial und sollte auf jeden Fall weitergeführt werden. Die Seite ermöglicht mir auf einfache Weise, mir fehlende Grundkenntnisse physikalischer Vorgänge anzueignen.»

## Anhang

Die Homepage des Projekts «Bauphysik online» nutzte ich...

	Total		3.Semester		5.Semester	
	n	%	n	%	n	%
nie	55	45.5	30	40.5	25	53.2
mehrmals pro Semester	48	39.7	30	40.5	18	38.3
mehrmals pro Monat	16	13.2	12	16.2	4	8.5
mehrmals pro Woche	2	1.7	2	2.7	0	0
Mittelwert	1.7		1.8		1.6	
SD	0.76		0.81		0.65	

Die Webseiten von «Bauphysik online» waren interessant.

	Total		3.Semester		5.Semester	
	n	%	n	%	n	%
stimmt überhaupt nicht	1	1.5	1	2.3	0	0
stimmt eher nicht	11	16.9	6	14.0	5	22.7
stimmt eher	45	69.2	33	76.7	12	54.5
stimmt genau	8	12.3	3	7	5	22.7
Mittelwert	2.9		2.9		3.0	
SD	0.59		0.54		0.69	

Ich konnte durch «Bauphysik online» meinen Wissensstand erweitern.

	Total		3.Semester		5.Semester	
	n	%	n	%	n	%
stimmt überhaupt nicht	1	1.8	1	2.4	0	0
stimmt eher nicht	22	40.0	14	33.3	8	61.5
stimmt eher	24	43.6	21	50	3	23.1
stimmt genau	8	14.5	6	14.3	2	15.4
Mittelwert	2.7		2.8		2.5	
SD	0.74		0.73		0.78	

Aufwand und Ertrag von «Bauphysik online» standen für mich in einem angemessenen Verhältnis.

	Total		3.Semester		5.Semester	
	n	%	n	%	n	%
stimmt überhaupt nicht	2	3.4	0	0	2	10.0
stimmt eher nicht	21	35.6	15	38.5	6	30.0
stimmt eher	27	45.8	18	46.2	9	45.0
stimmt genau	9	15.3	6	15.4	3	15.0
Mittelwert	2.7		2.8		2.7	
SD	0.76		0.71		0.88	

Die Inhalte der Vorlesung bildeten zusammen mit «Bauphysik online» eine Einheit.

	Total		3.Semester		5.Semester	
	n	%	n	%	n	%
stimmt überhaupt nicht	0	0	0	0	0	0
stimmt eher nicht	12	19.0	5	12.2	7	31.8
stimmt eher	37	58.7	29	70.7	8	36.4
stimmt genau	14	22.2	7	17.1	7	31.8
Mittelwert	3.0		3.1		3.0	
SD	0.65		0.55		0.82	

Ich nutzte «Bauphysik online» zur Prüfungsvorbereitung.

	Total		3.Semester		5.Semester	
	n	%	n	%	n	%
stimmt überhaupt nicht	14	21.9	11	26.2	3	13.6
stimmt eher nicht	20	31.3	16	38.1	4	18.2
stimmt eher	12	18.8	7	16.7	5	22.7
stimmt genau	18	28.1	8	19.0	10	45.5
Mittelwert	2.5		2.3		3.0	
SD	1.13		1.07		1.11	

Durch Ausprobieren habe ich in den Lernmodulen von «Bauphysik online» immer wieder Neues entdeckt.

	Total		3.Semester		5.Semester	
	n	%	n	%	n	%
stimmt überhaupt nicht	8	13.1	7	17.5	1	4.8
stimmt eher nicht	27	44.3	15	37.5	12	57.1
stimmt eher	19	31.1	13	32.5	6	28.6
stimmt genau	7	11.5	5	12.5	2	9.5
Mittelwert	2.4		2.4		2.4	
SD	0.86		0.93		0.75	

Die gestellten Anforderungen der «Bauphysik online»-Module waren ...

	Total		3.Semester		5.Semester	
	n	%	n	%	n	%
gering	6	10.5	5	14.3	1	4.5
eher gering	32	56.1	19	54.3	13	59.1
eher gross	19	33.3	11	31.4	8	36.4
gross	0	0	0	0	0	0
Mittelwert	2.2		2.2		2.3	
SD	0.63		0.66		0.57	

Die Animationen halfen mir, die Zusammenhänge bei bauphysikalischen Vorgängen zu verstehen.

	Total		3.Semester		5.Semester	
	n	%	n	%	n	%
stimmt überhaupt nicht	1	1.6	0	0	1	4.8
stimmt eher nicht	10	16.1	6	14.6	4	19.0
stimmt eher	39	62.9	26	63.4	13	61.9
stimmt genau	12	19.4	9	22.0	3	14.3
Mittelwert	3.0		3.1		2.9	
SD	0.65		0.61		0.73	

Die Berechnungsmodule halfen mir, den Lösungsweg nachzuvollziehen.

	Total		3.Semester		5.Semester	
	n	%	n	%	n	%
stimmt überhaupt nicht	3	4.9	1	2.5	2	9.5
stimmt eher nicht	13	21.3	8	20.0	5	23.8
stimmt eher	37	60.7	26	65.0	11	52.4
stimmt genau	8	13.1	5	12.5	3	14.3
Mittelwert	2.8		2.9		2.7	
SD	0.72		0.65		0.85	

Die erklärenden Texte zu den Animationen sind für das Verständnis wichtig.

	Total		3.Semester		5.Semester	
	n	%	n	%	n	%
stimmt überhaupt nicht	1	1.7	1	2.6	0	0
stimmt eher nicht	5	8.3	2	5.1	3	14.3
stimmt eher	29	48.3	19	48.7	10	47.6
stimmt genau	25	41.7	17	43.6	8	38.1
Mittelwert	3.3		3.3		3.2	
SD	0.70		0.70		0.70	

Die zusätzlichen Beispiele halfen mir, einen Sachverhalt besser zu verstehen.

	Total		3.Semester		5.Semester	
	n	%	n	%	n	%
stimmt überhaupt nicht	1	1.7	0	0	1	4.8
stimmt eher nicht	7	11.7	4	10.3	3	14.3
stimmt eher	37	61.7	26	66.7	11	52.4
stimmt genau	15	25.0	9	23.1	6	28.6
Mittelwert	3.1		3.1		3.1	
SD	0.66		0.57		0.80	



Die Indexcards halfen mir, physikalische Begriffe besser zu verstehen.

	Total		3.Semester		5.Semester	
	n	%	n	%	n	%
stimmt überhaupt nicht	5	9.3	4	11.8	1	5.0
stimmt eher nicht	14	25.9	6	17.6	8	40.0
stimmt eher	24	44.4	15	44.1	9	45.0
stimmt genau	11	20.4	9	26.5	2	10.0
Mittelwert	2.8		2.9		2.6	
SD	0.89		0.96		0.75	

In den Übungstools konnte ich mein Wissen überprüfen.

	Total		3.Semester		5.Semester	
	n	%	n	%	n	%
stimmt überhaupt nicht	1	1.7	1	2.6	0	0
stimmt eher nicht	8	13.3	4	10.3	4	19.0
stimmt eher	32	53.3	21	53.8	11	52.4
stimmt genau	19	31.7	13	33.3	6	28.6
Mittelwert	3.2		3.2		3.1	
SD	0.71		0.72		0.70	

Über die integrierte Datenbank (Glossar) konnte ich schnell auf die Lerninhalte zugreifen.

	Total		3.Semester		5.Semester	
	n	%	n	%	n	%
stimmt überhaupt nicht	3	5.3	2	5.4	1	5.0
stimmt eher nicht	20	35.1	13	35.1	7	35.0
stimmt eher	25	43.9	16	43.2	9	45.0
stimmt genau	9	15.8	6	16.2	3	15.0
Mittelwert	2.7		2.7		2.7	
SD	0.80		0.81		0.80	

Die Webseiten sind ansprechend gestaltet.

	Total		3.Semester		5.Semester	
	n	%	n	%	n	%
stimmt überhaupt nicht	11	16.7	4	9.1	7	31.8
stimmt eher nicht	32	48.5	27	61.4	5	22.7
stimmt eher	18	27.3	11	25.0	7	31.8
stimmt genau	5	7.6	2	4.5	3	13.6
Mittelwert	2.3		2.3		2.3	
SD	0.83		1.08		0.69	

Die Webseiten sind übersichtlich.

	Total		3.Semester		5.Semester	
	n	%	n	%	n	%
stimmt überhaupt nicht	9	13.6	4	9.1	5	22.7
stimmt eher nicht	25	37.9	16	36.4	9	40.9
stimmt eher	25	37.9	19	43.2	6	27.3
stimmt genau	7	10.6	5	11.4	2	9.1
Mittelwert	2.5		2.6		2.2	
SD	0.86		0.92		0.82	

Mir viel es leicht, auf den Webseiten von «Bauphysik online» das Gesuchte zu finden.

	Total		3.Semester		5.Semester	
	n	%	n	%	n	%
stimmt überhaupt nicht	4	6.2	2	4.7	2	9.1
stimmt eher nicht	33	50.8	22	51.2	11	50.0
stimmt eher	21	32.3	14	32.6	7	31.8
stimmt genau	7	10.8	5	11.6	2	9.1
Mittelwert	2.5		2.5		2.4	
SD	0.77		0.77		0.80	

Die Verlinkung innerhalb der didaktischen Elemente konnte ich gut nutzen.

	Total		3.Semester		5.Semester	
	n	%	n	%	n	%
stimmt überhaupt nicht	5	8.3	0	0	5	22.7
stimmt eher nicht	21	35.0	13	34.2	8	36.4
stimmt eher	26	43.3	22	57.9	4	18.2
stimmt genau	8	13.3	3	7.9	5	22.7
Mittelwert	2.6		2.7		2.4	
SD	0.83		0.60		1.10	

Die Webseiten von «Bauphysik online» waren problemlos mit der mir zur Verfügung stehenden Hard- und Software anwendbar.

	Total		3.Semester		5.Semester	
	n	%	n	%	n	%
stimmt überhaupt nicht	1	1.5	0	0	1	4.5
stimmt eher nicht	6	9.1	3	6.8	3	13.6
stimmt eher	20	30.3	16	36.4	4	18.2
stimmt genau	39	59.1	25	56.8	14	63.6
Mittelwert	3.5		3.5		3.4	
SD	0.73		0.63		0.91	

Wünschen Sie sich, dass «Bauphysik online» die Vorlesung ersetzt?

	Total		3.Semester		5.Semester	
	n	%	n	%	n	%
nein	48	76.2	30	73.2	18	81.8
eher nein	12	19.0	8	19.5	4	18.2
eher ja	1	1.6	1	2.4	0	0
ja	2	3.2	2	4.9	0	0
Mittelwert	1.3		1.4		1.2	
SD	0.67		0.77		0.39	

Wünschen Sie sich, dass «Bauphysik online» das Skript ersetzt?

	Total		3.Semester		5.Semester	
	n	%	n	%	n	%
nein	59	92.2	40	95.2	19	86.4
eher nein	4	6.3	2	4.8	2	9.1
eher ja	1	1.6	0	0	1	4.5
ja	0	0	0	0	0	0
Mittelwert	1.1		1.1		1.2	
SD	0.34		0.22		0.50	

Bitte geben Sie «Bauphysik online» als Ganzes eine Note zwischen 3 und 6.

	Total		3.Semester		5.Semester	
	n	%	n	%	n	%
3	2	3.3	1	2.5	1	4.8
3-4	5	8.2	2	5.0	3	14.3
4	7	11.5	4	10.0	3	14.3
4-5	18	29.5	15	37.5	3	14.3
5	24	39.3	15	37.5	9	42.9
5-6	3	4.9	2	5.0	1	4.8
6	2	3.3	1	2.5	1	4.8
Mittelwert	4.6		4.6		4.5	
SD	0.64		0.58		0.75	

Seit wie vielen Semestern studieren Sie Architektur?

	Total		3.Semester		5.Semester	
	n	%	n	%	n	%
1	2	1.9	2	2.9	0	0
2	28	26.7	28	40	0	0
3	39	37.1	39	55.7	0	0
4	29	27.6	0	0	29	82.9
5	4	3.8	0	0	4	11.4
6	3	2.9	1	1.4	2	5.7
Mittelwert	3.1		2.6		4.2	
SD	1.01		0.69		0.55	

Wenn Sie sich mit Ihren Mitstudierenden vergleichen, wie würden Sie Ihre Kenntnisse mit Computer und Internet beurteilen?

	Total		3.Semester		5.Semester	
	n	%	n	%	n	%
schlecht	1	0.9	1	1.4	0	0
eher schlecht	26	23.9	21	29.6	5	13.2
eher gut	63	57.8	41	57.7	22	57.9
gut	19	17.4	8	11.3	11	28.9
Mittelwert	2.9		2.8		3.2	
SD	0.67		0.65		0.64	

Wenn Sie sich mit Ihren Mitstudierenden vergleichen, wie würden Sie Ihre Physik-Kenntnisse beurteilen?

	Total		3.Semester		5.Semester	
	n	%	n	%	n	%
schlecht	4	3.7	4	5.6	0	0
eher schlecht	38	34.9	28	39.4	10	26.3
eher gut	54	49.5	33	46.5	21	55.3
gut	13	11.9	6	8.5	7	18.4
Mittelwert	2.7		2.6		2.9	
SD	0.73		0.73		0.67	