

**TU Braunschweig: Lehre 4.0**

# Modernisierung der Eisenbahnlehre

**Dr.-Ing. Birgit Milius** und **Prof. Dr.-Ing. Jörn Pachtl**, Geschäftsführender Leiter, beide Institut für Eisenbahnwesen und Verkehrssicherung (IfEV), Technische Universität, Braunschweig



Heutige Studierende sind durch die frühzeitige und häufige Nutzung moderner Medien geprägt. Dies stellt eine Herausforderung für die Lehrenden dar, wenn ein gleichbleibend hohes fachliches Niveau der Absolventen sichergestellt werden soll. Neue didaktische Techniken sind erforderlich und werden dazu führen, dass die Lehre modernisiert und reformiert wird.

Eine Vorlesung dauert klassisch 90 Minuten. Dies war früher so und gilt auch heute noch häufig. Allerdings stehen den Studierenden heute vielfältige Möglichkeiten der Ablenkung zur Verfügung. Das Smartphone ist immer präsent, liegt meistens neben den Mitschriften und wird regelmäßig bedient. Ein Verbot der Smartphonennutzung in Lehrveranstaltungen ist nicht zielführend, da nicht das Smartphone das Problem ist, sondern die Beschäftigung mit nichtfachlichen Inhalten. Ein Verbot kann einfach umgangen werden, zum Beispiel durch Smartwatches oder Nutzung des Laptops. Fast alle Studierenden führen in den Vorlesungen ständig einen Laptop oder ein Tablet mit, auf dem sie die Vorlesungsskripte in elektronischer Form nutzen. Da überall WLAN zur Verfügung steht, werden bei nachlassendem Interesse am Vorlesungsstoff häufig andere Inhalte konsumiert. Die einzige Möglichkeit, trotz der effektiv weniger zur Verfügung stehenden Aufmerksamkeit der Studierenden, Wissen auf hohem Niveau zu vermitteln, liegt darin, die heute üblichen Methoden zur Informationsaneignung aufzugreifen und zum eigenen Vorteil zu nutzen.

## Institut für Eisenbahnwesen und Verkehrssicherung

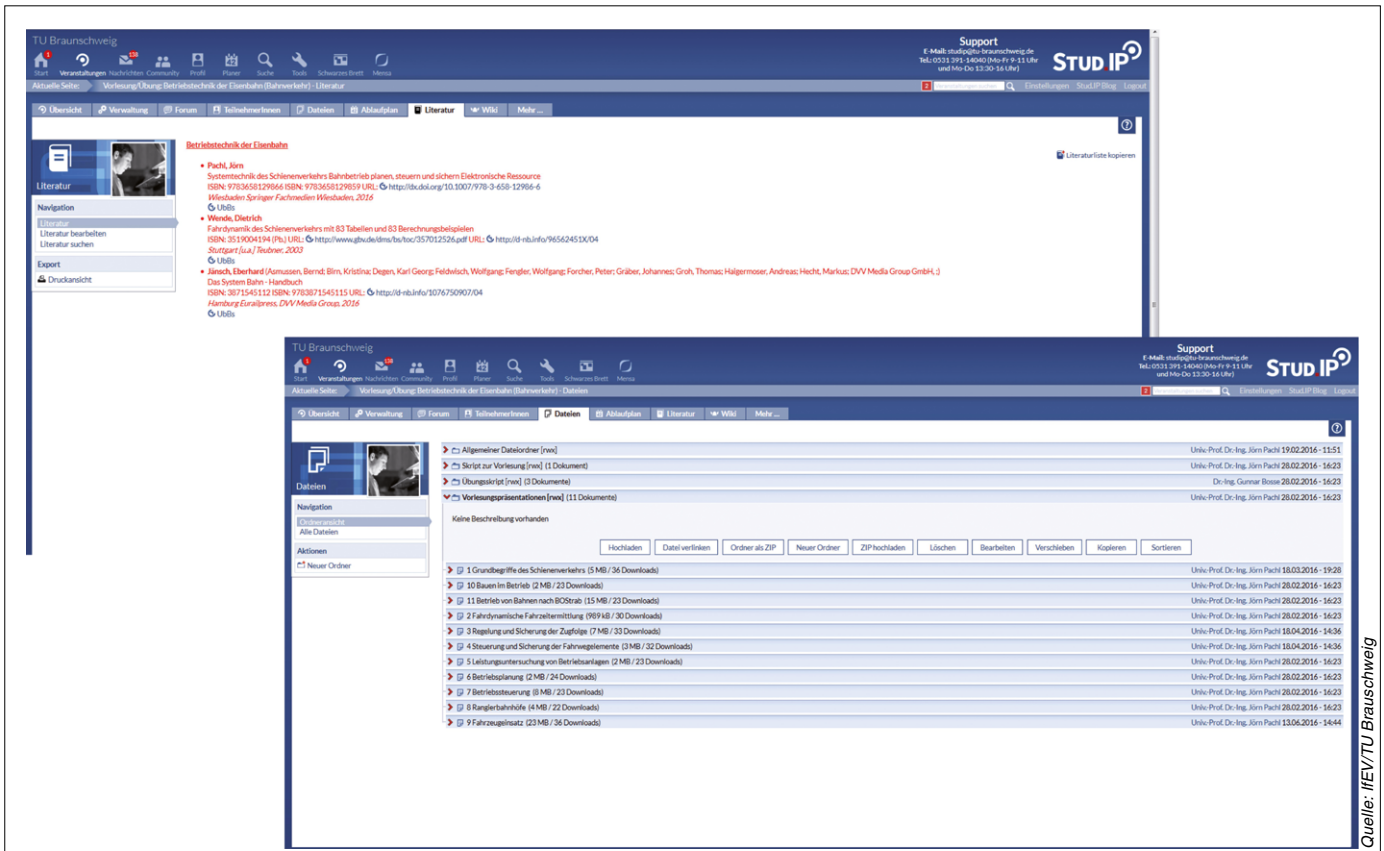
Das Institut für Eisenbahnwesen und Verkehrssicherung (IfEV) hat schon vor einigen Jahren damit begonnen, die Lehre zur Vermittlung des Eisenbahnbetriebswissens konsequent zu überarbeiten und den kognitiven wie praktischen Anforderungen anzupassen.

Das Institut ist an der TU Braunschweig angesiedelt und in die Lehre mehrerer Studiengänge, vor allem des Bauingenieurwesens und des Studiengangs Mobilität und Verkehr (Verkehrsingenieurwesen) eingebunden. Schwerpunkt ist zum einen die Grundlagenvermittlung in den Bereichen Bahnbau und Betriebstechnik der Eisenbahn für die Bachelorstudiengänge. Im Bereich des Masterstudiums bietet das IfEV verschiedene Möglichkeiten zur Spezialisierung an, die in diese drei Bereiche fallen:

- Bahnbetrieb
- Bahninfrastruktur
- Risiko- und Sicherheitsbetrachtungen

## Virtuelles Eisenbahnbetriebslabor

Ein Alleinstellungsmerkmal des IfEV ist das virtuelle Eisenbahnbetriebslabor, welches im Jahre 2011 in Betrieb genommen und seitdem in der Ausstattung und Funktionalität mehrfach erweitert wurde. Anlass für die Einrichtung des Labors war die Herausforderung, das komplexe Zusammenwirken betrieblicher und sicherungstechnischer Zusammenhänge bei der Steuerung des Bahnbetriebes auf anschauliche Weise zu vermitteln. Hier gerät der klassische Vorlesungsbetrieb an seine Grenzen. Fragen der betrieblichen Kapazität, der Fahrplanerstellung, der Sicherungstechnik und der Betriebsverfahren und Regelwerke werden oft in separaten Lehrveranstaltungen behandelt, so dass sich die Zusammenhänge im System Bahn für die Studierenden nicht hinreichend erschließen.



Quelle: IfEV/TU Braunschweig

Kommunikationsplattform stud.IP

Daher ist es an mehreren Hochschulen schon seit Jahrzehnten gängige Praxis, den Vorlesungsbetrieb durch Übungen in Eisenbahnbetriebsfeldern mit gegenständlicher Nachbildung der Infrastruktur mit den Mitteln der Modellbahntechnik zu ergänzen. Im virtuellen Eisenbahnbetriebslabor der TU Braunschweig wird im Unterschied zu einem traditionellen Eisenbahnbetriebsfeld auf die gegenständliche Modellierung verzichtet und stattdessen der Betrieb in einem virtuellen Eisenbahnnetz simuliert, das von verteilten, untereinander vernetzten Fahrdienstleiterarbeitsplätzen gesteuert wird. Für eine nähere Beschreibung wird auf den Beitrag „Virtuelles Eisenbahnbetriebslabor der TU Braunschweig“ in Deine Bahn 1/2013, S. 32 bis 37, verwiesen.

### Bausteine des Konzeptes Lehre 4.0

Lehre 4.0 heißt am IfEV die Verknüpfung der vier Bausteine Vorlesung, Selbststudium, Wissensvermittlung durch Videos und Laborübung mit dem Ziel, effektiv und effizient die Studierenden auszubilden und grundlegende Fähigkeiten sowohl fachlicher Natur wie auch bezüglich der Arbeitsorganisation zu vermitteln.

Die Vorlesungen dienen der Vermittlung des grundlegenden Wissens sowie der Diskussion wichtiger Sachverhalte. Hier steht der Vortragende den Studierenden in Person als Ansprechpartner zur Verfügung. Bei der Strukturierung der Vorlesungen wird darauf geachtet, dass kurze Blöcke mit Informationen abgelöst werden durch Zeit für Fragen und Reflektion.

### Tool stud.IP

Das Selbststudium anhand von zur Verfügung gestellter Literatur stellt schon immer einen Teil des Studiums dar. Früher fehlte jedoch die Möglichkeit des Feedbacks. Bestanden Fragen, so blieb der Studierende sich allein überlassen bzw. musste in die Sprechstunde gehen. Heute bietet die TU Braunschweig mit ihrem Tool stud.IP die Möglichkeit, Fragen schnell und direkt mit dem Dozenten und ggf. anderen Studierenden zu klären. Es wird ein lehrveranstaltungsspezifisches Online-Forum bereitgestellt, in welches Fragen eingestellt werden können. Da die Fragen und Antworten dauerhaft stehen bleiben, ergibt sich so ein Nachschlagewerk für die Studierenden des Kurses.

Ebenfalls zum Selbststudium, aber mit einem Schwerpunkt der Wissensvermittlung in digitaler Form, gehört die Arbeit mit Videos. Die Videos wurden im virtuellen Eisenbahnbetriebslabor des IfEV aufgenommen und demonstrieren Arbeitsschritte und Zusammenhänge anhand der dort zur Verfügung stehenden Simulationen. Gerade im Bereich des Bahnbetriebs ist es manchmal schwierig, den Studierenden Sachverhalte zu vermitteln, da ihnen die praktische Erfahrung fehlt. Hier können Videos dazu beitragen, bestimmte Aspekte zu veranschaulichen. Auch ermöglichen sie es den Studierenden, im eigenen Tempo und der von ihnen als günstig wahrgenommenen Reihenfolge zu lernen. Auch hier kann das stud.IP-Forum zum Austausch und zur Beantwortung von Fragen genutzt werden.

Für die Übungen im virtuellen Eisenbahnbetriebslabor verfolgt das IfEV zwei unterschiedliche Ansätze. Traditionell fand zunächst die Ausbildung in Vorlesungen statt, bevor zum Abschluss des



Stellwerksübungen im virtuellen Eisenbahnbetriebslabor

Semesters die Studierenden Einheiten im Labor belegten. Der Laborbetrieb war dabei vordergründig zur Anwendung und Vertiefung des vorab in den Vorlesungen vermittelten Wissens gedacht. Dies entspricht dem traditionellen, didaktischen Ansatz von Übungen, nicht nur in der Hochschullehre, sondern im Schulbetrieb generell. Als Einstieg in die Labornutzung war dieses Vorgehen sicher sinnvoll. Den deutlich erweiterten didaktischen Möglichkeiten einer virtuellen Lernumgebung, wie sie das Labor bietet, wird diese konventionelle Form des Übungsbetriebes jedoch nicht gerecht. Der didaktische Nutzen blieb durch den Umstand begrenzt, dass viele Studierende mit den komplexen Simulationsläufen schnell überfordert waren, da ihnen eine ausreichende Einarbeitung in die Bedienungsabläufe und die örtlichen Besonderheiten der Betriebsstellen fehlte und das in den Vorlesungen, zum Teil mehrere Wochen vor dem Übungsbetrieb, vermittelte Wissen nicht mehr in hinreichender Tiefe zur Verfügung stand.

Beginnend mit dem Wintersemester 2015 wurde daher die Labornutzung didaktisch grundlegend umgestellt. Anstelle großer Laborblöcke am Ende des Semesters finden jetzt mehrere Übungen über das Semester verteilt statt. Da in den ersten Übungen das theoretische Wissen noch weitgehend fehlt, dienen diese Übungen nicht der Anwendung vorab erworbenen Wissens, sondern unmittelbar der Wissensvermittlung.

### Game-based Learning

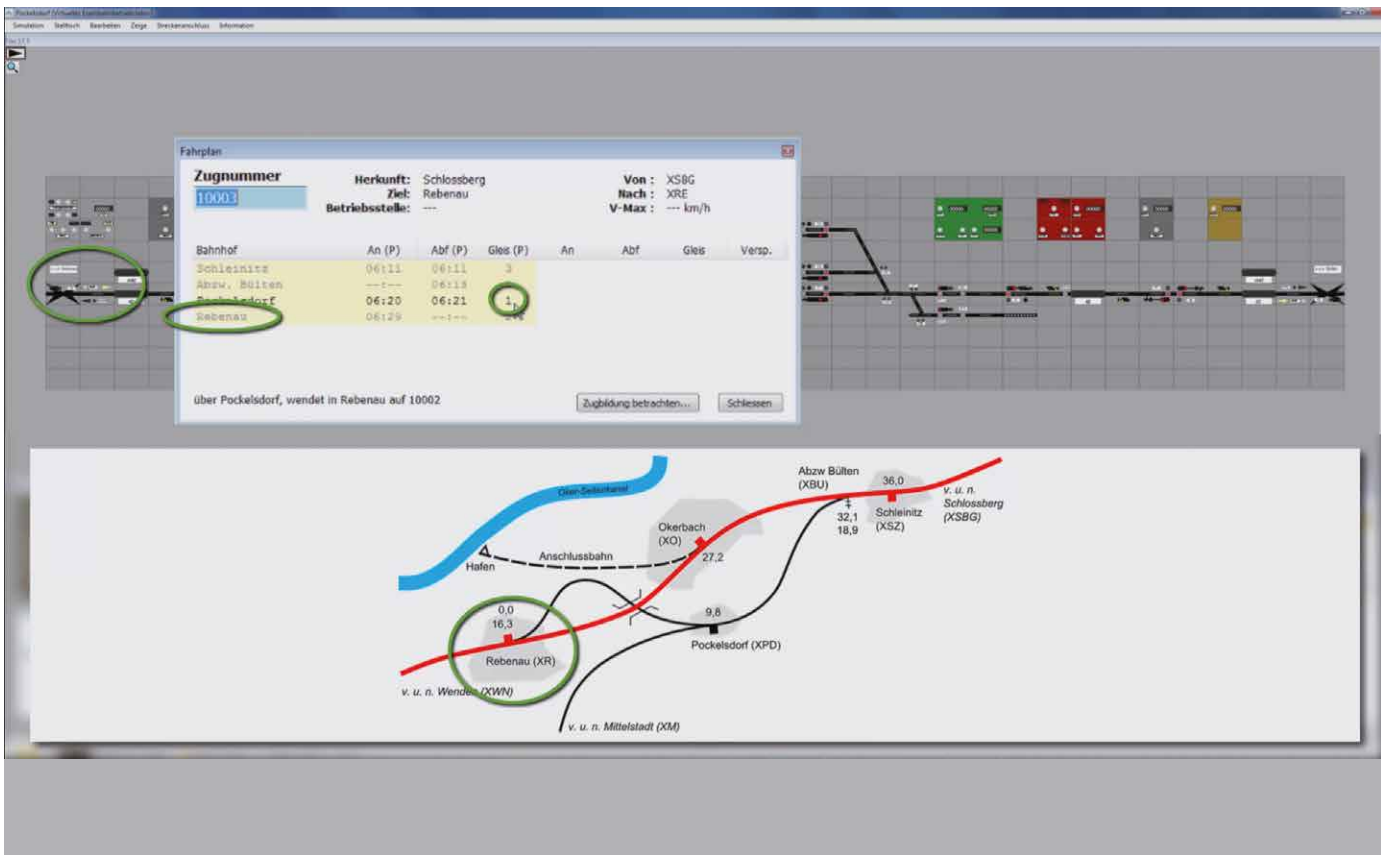
Ziel der ersten Übungen ist kein perfekter Betriebsauflauf, sondern das Kennenlernen der Stellwerksfunktionen und betrieblichen Prozesse unter Anleitung von Betreuern. Selbstverständlich

setzen diese Übungen zumindest ein begrenztes Grundwissen voraus, das sich die Studierenden vorab im Selbststudium aneignen müssen. Dies wird von den Studierenden auch angenommen, wenn ihnen die Lehrinhalte in ansprechender Form auf modernen Medien zur Verfügung gestellt werden. Dies geschieht auf folgende Weise:

- Durch kommentierte Videosequenzen (Dauer 10 bis 15 Minuten), in denen grundlegende Prozessabläufe beschrieben werden (siehe oben)
- Durch kleine Lernsimulationen, die die Studierenden auf ihrem privaten PC installieren dürfen

Anders als bei einem strikt vorgegebenen Übungsablauf, sollen und dürfen die Teilnehmer in der Simulation Dinge ausprobieren und erwerben so nach dem Ansatz des „game-based learning“ auf im positiven Sinne spielerische Weise Erfahrungen über die Zusammenhänge bei der Steuerung des Bahnbetriebes. Wenn später in Vorlesungen das theoretische Wissen vermittelt wird, kann auf diese Erfahrungen aufgebaut werden, was zu einem wesentlich vertieften Verständnis führt. Den Lehrenden offenbart sich dies unter anderem dadurch, dass Studierende in den Vorlesungen interessante Fragen aufwerfen, die früher so nie gestellt wurden.

Da weniger Erklärungen nötig sind, können die Vorlesungsblöcke auch kürzer ausfallen. Mit steigendem Wissenstand wird im Laufe des Semesters die „Ernsthaftigkeit“ des Übungsbetriebes erhöht, so dass das Lernziel wie bisher in der Durchführung korrekter, regelwerkskonformer Prozesse besteht. Dieses Ziel



Kommentierte Videos zum Selbststudium

Quelle: IfEV/TU Braunschweig

wird jedoch deutlich nachhaltiger erreicht, was sich auch in besseren Ergebnissen bei Leistungskontrollen widerspiegelt.

einfache Fragen in die Videos eingefügt werden, durch deren Antwort das Verständnis geprüft wird. Es wird möglich, die Studierenden die Simulation in einem spezifizierten „Testszenario“ bedienen zu lassen.

Bisher haben sich durch das neue Lehrkonzept folgende positive Aspekte ergeben:

- Die reine Vorlesungszeit konnte reduziert werden
- Die Lernziele werden schneller und nachhaltiger erreicht
- Die Studierenden haben durch die aktive Einbindung im Sinne des game-based learning mehr Freude am Lernen, was dem Lernerfolg unmittelbar zugutekommt

Das Ergebnis, zum Beispiel Erfolg gemessen in Verspätungsminuten, kann als Eingangstest Voraussetzung für die Laborübung sein. So kann ein gleichmäßiger Wissensstand vorausgesetzt werden und die Betreuung der Laborübungen kann effektiver werden.

## Ausblick

### Weiterbildung

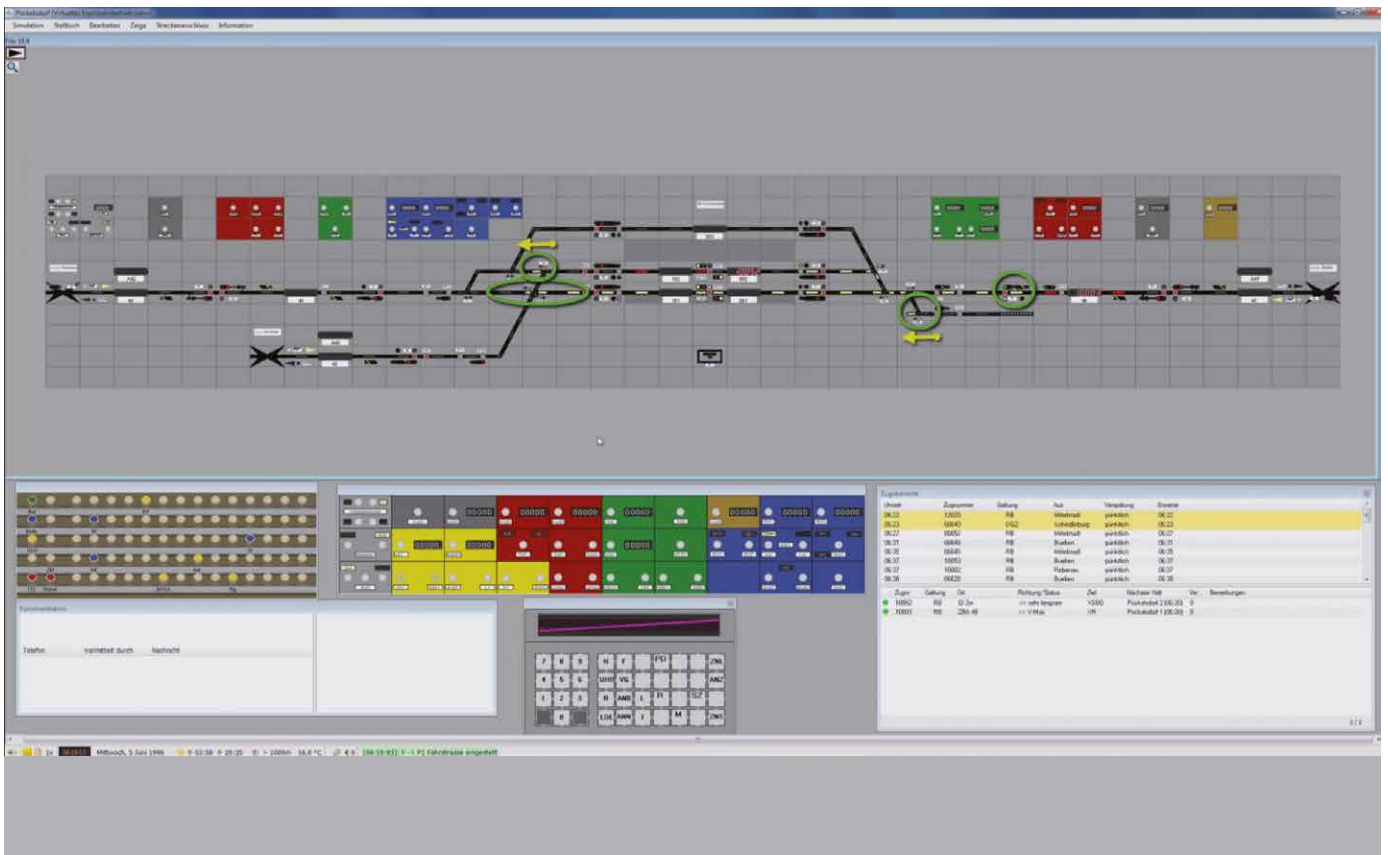
Das beschriebene Vorgehen der Lehre 4.0 ist an die heute im Institut vorhandenen technischen Möglichkeiten angepasst. Für die Zukunft ist es wünschenswert, dass die Studierenden zu Hause nicht nur Videos ansehen können, sondern selbstständig und unabhängig von festen Übungsterminen Betrieb in der Simulation durchführen können. Hier ist es vorstellbar, dies sowohl alleine zu tun als auch als Multiplayer-Anwendung mit anderen Studierenden. Neben dem Lerneffekt hat dies den Vorteil, dass die Studierenden als Gruppe zusammenarbeiten und es damit wahrscheinlicher wird, dass sie sich über ihr Wissen austauschen und gegenseitig Wissen vermitteln.

Das Lehrkonzept 4.0 findet momentan im Wesentlichen im Bereich der Ausbildung regulärer Studierender Anwendung. Erste Ansätze werden auch in die Weiterbildung übertragen. Gerade für Interessierte, die sich neben der beruflichen Tätigkeit im Bahnbetrieb weiterbilden wollen, hat dieses Konzept viele Vorteile, da es einen hohen Anteil an eigenverantwortlichem, aber durch das Forum und ggf. Überprüfungen auch interaktivem Lernen ermöglicht.

### Erweiterung des Konzeptes Lehre 4.0

Eine weitere Möglichkeit, die sich durch die Nutzung von modernen Medien ergibt, ist die regelmäßige, ggf. automatisierte Kontrolle des Wissenstandes der Studierenden. Es können

Neben den oben beschriebenen vier Säulen der Wissensvermittlung, die vor allem auf das Verständnis der Tätigkeiten der im Bahnbetrieb Tätigen sowie der vorhandenen technischen Systeme und Prozesse ausgerichtet ist, werden die Studierenden, wenn möglich, in die Forschungsarbeit des Instituts eingebunden. In den letzten Semestern war es möglich, dass sie an Studien zum Thema Rail Human Factors teilnahmen. Diese fanden bevorzugt am Ende der Vorlesungszeit statt und erlaubten den



Kommentierte Videos zum Selbststudium

Quelle: IfEV/TU Braunschweig

Studierenden die Einordnung ihrer Arbeit und ihres Wissens in einen praktischen (akademischen) Kontext. Durch das vorher erarbeitete Grundwissen waren sie in der Lage, sich einfach in die zu untersuchenden Sachverhalte einzudenken und kreatives und hilfreiches Feedback zu geben.

**Probleme**

Steigende Studierendenzahlen und positives Feedback in den Lehrevaluationen zeigen den Erfolg und sprechen für einen Ausbau des vom IfEV initiierten modularen Lehrkonzeptes. Leider berücksichtigen die Randbedingungen einer universitären Verwaltung nicht die sich aus modernen Lehrkonzepten ergebenden Aufwände. Die Pflege eines Online-Forums und das Erstellen von Videos benötigen einen erheblichen zeitlichen und ggf. personellen Aufwand, welcher bisher in den universitären Berechnungen für die Lehrbelastung nicht berücksichtigt wird. Hier zu einer Konstanz des Angebots zu führen, ohne andere Bereiche der Institutsarbeit

einzuschränken, ist eine vordringlich zu lösende Aufgabe für die universitäre Verwaltung.

**Zusammenfassung**

Moderne Lehre ist deutlich mehr als die klassische Vorlesung. Eine durchdachte, aufeinander abgestimmte Nutzung unterschiedlicher technischer Plattformen erlaubt bei einer Anpassung an die Bedürfnisse heutiger Studierender effektives und effizientes Lernen. Damit wird eine praxisgerechte Ausbildung auch für die Zukunft sichergestellt. ■

**Institut für Eisenbahnwesen und  
Verkehrssicherung der TU Braunschweig**  
[www.tu-braunschweig.de/ifev](http://www.tu-braunschweig.de/ifev)

