

Fincke, Sabine; Wuttke, Heinz-Dietrich

## Digitale Technologien bei der Gestaltung des BASIC-Lehrkonzeptes

Bauer, Reinhard [Hrsg.]; Hafer, Jörg [Hrsg.]; Hofhues, Sandra [Hrsg.]; Schiefner-Rohs, Mandy [Hrsg.]; Thilloßen, Anne [Hrsg.]; Volk, Benno [Hrsg.]; Wannemacher, Klaus [Hrsg.]: *Vom E-Learning zur Digitalisierung. Mythen, Realitäten, Perspektiven.* Münster ; New York : Waxmann 2020, S. 226-242. - (Medien in der Wissenschaft; 76)



### Quellenangabe/ Reference:

Fincke, Sabine; Wuttke, Heinz-Dietrich: Digitale Technologien bei der Gestaltung des BASIC-Lehrkonzeptes - In: Bauer, Reinhard [Hrsg.]; Hafer, Jörg [Hrsg.]; Hofhues, Sandra [Hrsg.]; Schiefner-Rohs, Mandy [Hrsg.]; Thilloßen, Anne [Hrsg.]; Volk, Benno [Hrsg.]; Wannemacher, Klaus [Hrsg.]: *Vom E-Learning zur Digitalisierung. Mythen, Realitäten, Perspektiven.* Münster ; New York : Waxmann 2020, S. 226-242 - URN: urn:nbn:de:0111-pedocs-217348 - DOI: 10.25656/01:21734

<https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:0111-pedocs-217348>

<https://doi.org/10.25656/01:21734>

in Kooperation mit / in cooperation with:



**WAXMANN**  
[www.waxmann.com](http://www.waxmann.com)

<http://www.waxmann.com>

### Nutzungsbedingungen

Dieses Dokument steht unter folgender Creative Commons-Lizenz: <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/deed.de> - Sie dürfen das Werk bzw. den Inhalt unter folgenden Bedingungen vervielfältigen, verbreiten und öffentlich zugänglich machen: Sie müssen den Namen des Autors/Rechteinhabers in der von ihm festgelegten Weise nennen. Dieses Werk bzw. dieser Inhalt darf nicht für kommerzielle Zwecke verwendet werden und es darf nicht bearbeitet, abgewandelt oder in anderer Weise verändert werden.

Mit der Verwendung dieses Dokuments erkennen Sie die Nutzungsbedingungen an.

### Terms of use

This document is published under following Creative Commons-License: <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/deed.en> - You may copy, distribute and transmit, adapt or exhibit the work in the public as long as you attribute the work in the manner specified by the author or licensor. You are not allowed to make commercial use of the work or its contents. You are not allowed to alter, transform, or change this work in any other way.

By using this particular document, you accept the above-stated conditions of use.

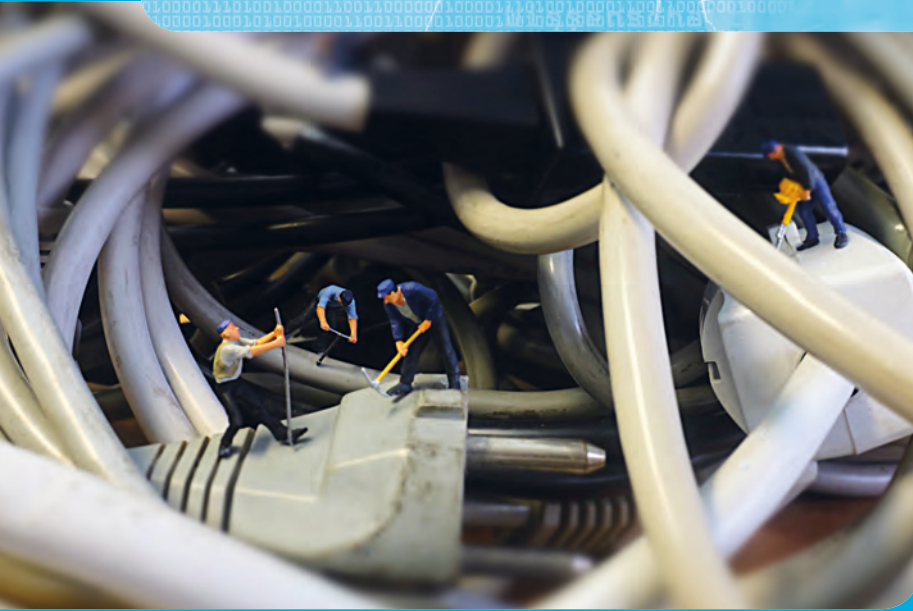


### Kontakt / Contact:

peDOCS  
DIPF | Leibniz-Institut für Bildungsforschung und Bildungsinformation  
Informationszentrum (IZ) Bildung  
E-Mail: [pedocs@dipf.de](mailto:pedocs@dipf.de)  
Internet: [www.pedocs.de](http://www.pedocs.de)

Mitglied der

  
Leibniz-Gemeinschaft



Reinhard Bauer, Jörg Hafer, Sandra Hoffhues,  
Mandy Schiefner-Rohs, Anne Thillosen,  
Benno Volk, Klaus Wannemacher (Hrsg.)

# Vom E-Learning zur Digitalisierung

Mythen, Realitäten, Perspektiven

Reinhard Bauer, Jörg Hafer, Sandra Hofhues,  
Mandy Schiefner-Rohs, Anne Thilloßen,  
Benno Volk, Klaus Wannemacher (Hrsg.)

# Vom E-Learning zur Digitalisierung

Mythen, Realitäten, Perspektiven



Waxmann 2020  
Münster · New York

### **Bibliografische Informationen der Deutschen Nationalbibliothek**

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.dnb.de> abrufbar.

### **Medien in der Wissenschaft, Band 76**

Print-ISBN 978-3-8309-4109-5

E-Book-ISBN 978-3-8309-9109-0

<https://doi.org/10.31244/9783830991090>

© Waxmann Verlag GmbH, 2020

Steinfurter Str. 555, 48159 Münster

[www.waxmann.com](http://www.waxmann.com)

[info@waxmann.com](mailto:info@waxmann.com)

Umschlaggestaltung: Pleßmann Design, Ascheberg

Umschlagabbildung: © Hans Krameritsch

Satz: Roger Stoddart, Münster

Druck: CPI Books GmbH, Leck

Dieses Buch ist verfügbar unter folgender Lizenz: CC-BY-NC-ND 4.0

Namensnennung-Nicht kommerziell-Keine Bearbeitungen 4.0 International



# Inhalt

*Thomas Köhler, Claudia Bremer, Jörg Hafer, Klaus Himpsl-Gutermann,  
Anne Thillosen und Jan Vanvinkenroye*

Prolog: Was heißt ‚Medien in der Wissenschaft‘  
im Kontext der Digitalisierung? ..... 9

*Reinhard Bauer, Jörg Hafer, Sandra Hofhues, Mandy Schiefner-Rohs,  
Anne Thillosen, Benno Volk und Klaus Wannemacher*

Mythen, Realitäten und Perspektiven rund um Digitalisierung ..... 12

*Sandra Hofhues und Mandy Schiefner-Rohs*

Vom E-Learning zur Digitalisierung:  
Geschichten eines erhofften Wandels in der Hochschulbildung ..... 23

## 1. Mythen

### 1.1 Digital Natives

*Ullrich Dittler und Christian Kreidl*

Vom Mythos zur Realität: Lernenden-zentrierte Überlegungen  
zur Digitalisierung..... 40

*Anke Redecker*

Vom quantified zum qualified self:  
Machbarkeitsmythen und Bildungschancen des Digitalen ..... 55

*Filiz Aksoy, Sabrina Pensel und Sandra Hofhues*

„Ja, wenn wir schon in diesem digitalen Zeitalter angekommen sind“ –  
Rekonstruktion studentischer Perspektiven auf Digitalisierung ..... 69

### 1.2 Digital ist besser

*Jörn Loviscach*

Digitalisierung der Hochschullehre:  
Was wissen wir wirklich?..... 84

*Markus Deimann und Dennis Clausen*

Digitales Bildungs-Pingpong: Ein Schreibgespräch ..... 101

*Nina Grünberger, Reinhard Bauer und Hans Krameritsch*

Kartographierung des Digitalen in der Bildung: Über den Versuch  
des Abbildens, Ordnen und (Neu-)Denkens eines umfassenden  
Digitalisierungsbegriffs..... 116

*Monika Haberer*

Begriffsklauberei? Diskursentwicklung zu digitalen Medien  
in der Hochschullehre in bildungspolitischen Schriften ..... 134

*Eva Seiler Schiedt*

Zwischen Gartner und Foucault: Über das Kommen und Gehen  
von Mythen der digitalen Lehrinnovation..... 152

### **1.3 Erfahrungsbericht**

*Martin Brämer, Nino Ferrin und Hauke Straehler-Pohl*

Menschinen programmieren: Ein Erfahrungsbericht zur Ausbildung  
von Handlungsträgerschaft ..... 166

### **1.4 Minidramen (1. Akt)**

*Hans Krameritsch*

Minidramen (1. Akt)..... 172

## **2. Realitäten**

### **2.1 Medien und Technologien an Hochschulen**

*Jana Riedel*

Neue Medien = Neue Lernkultur?  
Verbreitung digital gestützter Lernszenarien an Hochschulen ..... 178

*Maren Lübcke und Klaus Wannemacher*

Digitalisierung ohne Wandel?  
Der hochschuldidaktische Diskurs in Schlüsseljournals ..... 194

*Franca Cammann, Edith Hansmeier und Katharina Gottfried*

Möglichkeiten und Szenarien einer durch digitale Medien gestützten Lehre –  
zentrale Tendenzen des aktuellen E-Learning-Einsatzes im Hochschulsektor..... 208

*Sabine Fincke und Heinz-Dietrich Wuttke*

Digitale Technologien bei der Gestaltung des BASIC-Lehrkonzeptes ..... 226

*Falk Scheidig*

Digitale Transformation der Hochschullehre und der Diskurs  
über Präsenz in Lehrveranstaltungen..... 243

### **2.2 Umgang mit Digitalisierung in akademischer Selbstverwaltung und Third Space**

*Christiane Arndt, Tina Ladwig, Stefanie Trümper und Sönke Knutzen*

Gemeinsam lernen, gemeinsam handeln – Transferprozesse digitaler  
Hochschulbildungskonzepte..... 262

*Katrin Schulenburg und Barbara Getto*  
 Digitalisierung als Querschnittsaufgabe der Hochschulen..... 276

*Simone Henze, Susanne Lippold, Judith Ricken und Peter Salden*  
 24 Konzepte – 1 Strategie?  
 Zur Vielfalt von Digitalisierung an einer Volluniversität..... 286

**2.3 Erfahrungsberichte**

*Daniel Handle-Pfeiffer und Josef Buchner*  
 Make IT Real: Technologie-unterstützte Hochschullehre  
 als koOpERativer Entwicklungs- und Lernprozess ..... 300

*Anne Martin*  
 Studentische Bedürfnisse an die E-tutorielle Betreuung im Fernstudium  
 Community-basierte Schnipsel aus einem Blogpost ..... 303

*Jonas Lilienthal und Clara Schroeder*  
 Kompetenzprofile für das digitale Zeitalter:  
 Zwischen der Anpassung an veränderte Anforderungen  
 und der Gestaltung von Veränderungsprozessen ..... 306

*André Epp*  
 Der Einfluss von QDA-Programmen auf den Forschungsgang –  
 ein Erfahrungsbericht..... 309

**2.4 Minidramen (2. Akt)**

*Hans Krameritsch*  
 Minidramen (2. Akt)..... 314

**3. Perspektiven**

**3.1 Lehre von morgen**

*Kerstin Mayrberger*  
 Agilität als Motor für Transformationsprozesse in der  
 Lehrentwicklung – Digitalisierung von Lehren und Lernen  
 partizipativ gestalten, erproben und verankern ..... 320

*Uwe Elsholz und Rüdiger Wild*  
 Digital Dewey – Der Pragmatismus als Begründungsfolie  
 pädagogischer Innovationen der Digitalisierung ..... 338

### 3.2 Hochschule von morgen

*Lars Schlenker*

Die Neuerfindung des Campus – Digitalisierung als Chance für die Hochschule als Lernraum ..... 354

*Marlene Miglbauer*

digi.kompP, #digiPH und VPH, oder zwei ExpertInnen plaudern aus ihren digitalen Hochschul-Nähkästchen..... 363

*Ralph Müller*

Digitalisierung – ja gut und dann? ..... 372

*Simone Rehm und Heiko Schulz*

Digitalisierung durchdenken und gestalten: Ein Plädoyer für strategisches Handeln ..... 382

*Heribert Schopf*

Ist da jemand? Skeptische Anmerkungen zu (neuen) Höhlen und Maulwurfsbauten im Zusammenhang mit Didaktik und „digitaler“ Bildung. Eine Provokation..... 401

### 3.3 Erfahrungsberichte

*Jule Bäuning und Michael Marmann*

Agile Lernsettings zur Entwicklung der Digital Literacy – Agilität als Grundprinzip des Lernens für das 21. Jahrhundert? ..... 416

*Dorit Günther, Ulrike Arabella Günther, Kerstin Liesegang und Janina Grabow*

Lernwelten 2030 – Zusammenstoß ungleicher Lernkulturen ..... 433

### 3.4 Minidramen (3. Akt)

*Hans Krameritsch*

Minidramen (3. Akt)..... 438

## 4. Epiloge

*Thomas Strasser*

Mythen, Realitäten und Perspektiven: Ein Epilog ..... 442

*Peter Baumgartner und Reinhard Bauer*

Multimedialer Epilog: Ein Video-Gespräch ..... 454

Autorinnen und Autoren..... 454

Gesellschaft für Medien in der Wissenschaft (GMW e.V.) ..... 469

**Ergänzendes Material zu diesem Buch kann unter der Website:**

<https://www.gmw-online.de/publikationen/digitalisierung-mythen-realitaeten-perspektiven/> abgerufen werden.



# **Digitale Technologien bei der Gestaltung des BASIC-Lehrkonzeptes**

## **Zusammenfassung**

In der Ingenieurausbildung kommt es insbesondere darauf an, Grundlagenwissen in Verbindung mit kreativen Handlungen zu lehren und dadurch bei den Studierenden Kompetenzen zu entwickeln, die für ein forschungsorientiertes ingenieurtechnisches Denken und Handeln erforderlich sind. Konzeptionelle Grundlagen und Potenziale digitaler Medien, welche das forschende Lernen unterstützen, werden z. B. in Dürnberger et al. (2011) beschrieben. Dabei sind differenzierte fachliche und praktische Erfahrungen, kulturbezogene Lernpräferenzen sowie individuelle Lernwege entlang der persönlichen Laufbahn in den heterogenen Studierendengruppen zu berücksichtigen (Orr et al., 2019).

Seit 2011 wird im Projekt „BASIC-Engineering School“ untersucht, inwieweit sich digitale Technologien als ein wesentlicher Ansatz zur Integration problemorientierter und aktivierender Lehrformate einsetzen lassen. Ziel ist es, dass Curricula, Lehrkultur und Lehrgestaltung für die Ausbildung von Ingenieuren so angepasst und ergänzt werden, dass die Studierenden von Studienbeginn an Erfahrungen mit den sich aktuell entwickelnden neuen Technologien und Arbeitsweisen in ingenieurtypischen Arbeitsfeldern sammeln können. Damit soll auch den neuen Herausforderungen an Flexibilität und Agilität in der Gestaltung der Lern- und Beratungsangebote der Hochschule, die sich aus der Internationalisierung und Öffnung der Hochschulen für Quereinsteiger ergeben, durch personalisierte Lehrangebote mithilfe digitaler Technologien Rechnung getragen werden.

Wesentliche Ergebnisse des BASIC-Projektes (Petzoldt et al., 2017) in Bezug auf die Nutzung digitaler Technologien werden in diesem Beitrag dargestellt. Hervorgehoben werden dabei das Portfolio der digitalen Unterstützung verschiedener MINT-Fächer sowie Ansätze für die Verstetigung und den Transfer des Lehrkonzeptes auf große Studierendengruppen.

## **1 Einführung und Motivation**

Geschäftsmodelle sowie Prozesse in der Entwicklung, Bereitstellung und Nutzung von Produkten und Services verändern sich mit dem digitalen Wandel gravierend und damit auch Arbeitsformen und Tätigkeitsanforderungen (Por-

ter & Heppelmann, 2018). Die Arbeitsweise in ingenieurtypischen Arbeitsbereichen ist dabei geprägt durch Teamarbeit, interdisziplinäres Arbeiten, globales Agieren sowie die agile Bearbeitung von Projekten (Winde & Schröder, 2018).

Von den künftigen Ingenieuren werden insbesondere Kompetenzen und Kreativität im Umgang mit den alle Bereiche durchdringenden neuen Technologien und Konzepten im Zusammenhang mit dem „Internet der Dinge“, wie zum Beispiel multimodale Sensorik und Datenanalysen, erwartet. Dies impliziert auch Veränderungen in den benötigten Ausprägungen von fachlichen, methodischen und sozialen Kompetenzen der Ingenieure (Deimann, 2016).

Entsprechend werden Gestaltungskonzepte der universitären Ausbildung von künftigen Ingenieuren an der TU Ilmenau so weiterentwickelt, dass Erfahrungen mit den benötigten digitalen Technologien und Arbeitsweisen von Studienbeginn an gesammelt werden können. In diesem Kontext setzt die TU Ilmenau auf die Anpassung bzw. Erweiterung der Curricula für die Ingenieurausbildung sowie die ganzheitliche Entwicklung von Lehrkultur und Lehrgestaltung.

Gezielte Maßnahmen im Bereich der Gestaltung der Studieneingangsphase bieten besonderes Potential zur Entwicklung der Studienmotivation und Studierfähigkeit. Wichtig ist insbesondere in dieser Phase die Berücksichtigung differenzierter fachlicher und praktischer Vorkenntnisse und Erfahrungen sowie kulturbezogener Lernpräferenzen der Studierenden in den heterogenen Studierendengruppen. Entwickelt wurde dazu das BASIC-Lehrkonzept, das sich durch Organisation von interdisziplinären Studierendengruppen sowie angepasste Lehrformen und ergänzende Elemente zum Studienplan charakterisieren lässt.

Die Erprobung und agile Weiterentwicklung des Konzeptes erfolgt an der TU Ilmenau seit acht Jahren unter Einbeziehung von ca. 10% der Studienanfänger der jeweils beteiligten Studiengänge (bis zu 60 Studierenden pro Jahrgang) in sogenannten Modellgruppen. Modellgruppen sind interdisziplinär zusammengesetzte Seminargruppen, in denen bis zu 60 ausgewählte Studierende im ersten Studienjahr gemeinsame Projekte bearbeiten und an Lehrveranstaltungen teilnehmen. Bisher wurden mehr als 400 Studierende aus zehn Ingenieurstudiengängen nach diesem Konzept ausgebildet. Begleitend dazu wird ein Evaluationskonzept, welches den periodischen Vergleich der Studienverläufe (Studiendauer, Abbrecherquoten) sowie der Studienleistungen (zum Beispiel durchschnittliche Abschlussnoten, durchschnittliche Noten einzelner Fachmodule) ermöglicht, umgesetzt. Zum Einsatz kommen aufeinander abgestimmte Methoden zur formativen und summativen Evaluation aller implementierten Maßnahmen.

Die Ergebnisse der Evaluation der bisherigen Erprobung bestätigen die Eignung des BASIC-Lehrkonzeptes in Bezug auf die Unterstützung des Studieneinstiegs von Ingenieurstudierenden sowie auf die Studierfähigkeit der entsprechenden Studiengänge (Petzoldt et al., 2017). Indizien dafür sind gesunkene Abbrecherquoten, durchschnittlich bessere Studienleistungen und geringere Quoten nicht bestandener Prüfungen bei vergleichbaren Anforderungen an die Studien- und Prüfungsleistungen der außerhalb des BASIC-Konzeptes Studierenden. Lehrende der höheren Semester verspüren durchaus eine Nachhaltigkeit der in der BASIC-Studieneingangsphase entwickelten Lernkultur. Diese ist durch fachliche Neugier und Ausdauer, eine konstruktive Feedbackkultur, geringe Scheu vor Interdisziplinarität, qualifizierte Umsetzung von Gruppen- und Projektarbeiten und häufig über den gesamten Studienzeitraum etablierte Lerngruppen gekennzeichnet.

In den folgenden Abschnitten werden die Merkmale des BASIC-Lehrkonzeptes sowie die Nutzung digitaler Technologien zur Ausgestaltung des Lehrkonzeptes beschrieben. Digitalisierungsbeispiele verdeutlichen deren konkrete Anwendung. Abschließend werden die bisher gewonnenen Erkenntnisse zusammengefasst.

## 2 Das BASIC-Lehrkonzept

Ausgangspunkt für das BASIC-Lehrkonzept ist das „gemeinsame ingenieurwissenschaftliche Grundlagenstudium“ (GiG) an der TU Ilmenau, welches neben einer gemeinsamen Mathematik- und Physikausbildung eine Zusammenstellung aus den Grundlagenfächern der Studiengänge Maschinenbau, Elektrotechnik und Informatik enthält, die alle Studierenden dieser Studiengänge absolvieren. Unter dem Primat der fachlichen Ausbildung in den Studiengängen werden während der ersten Semester zusätzlich Angebote im Bereich der ingenieurpraktischen Ausbildung, zu studiengangspezifisch motivierenden Themen sowie Angebote zur Entwicklung von Schlüsselkompetenzen zum universitären Studium angeboten (vgl. Abbildung 1).

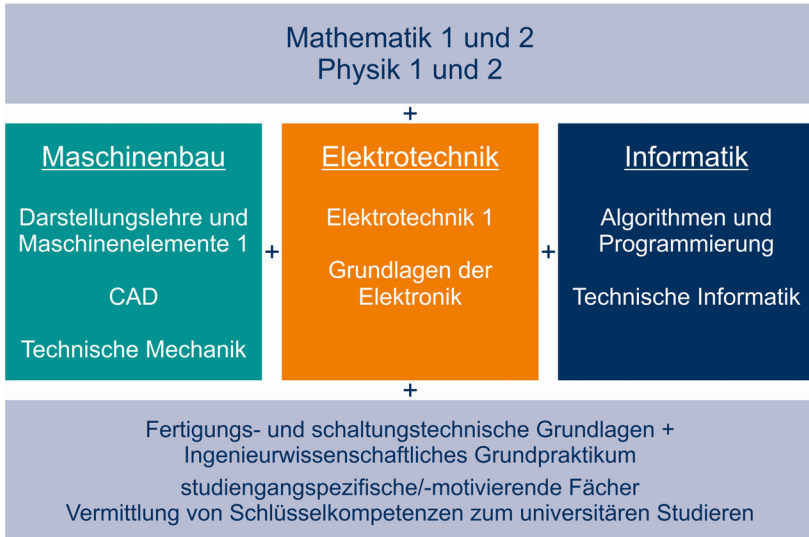


Abbildung 1: Fachliche Schwerpunkte in BASIC auf der Basis des GiG

Das BASIC-Lehrkonzept ist durch einen hohen Anteil aktivierender und interaktiver Lehrmethoden sowie Interdisziplinarität und Anwendungsbezug in den Lehrangeboten der Studieneingangsphase gekennzeichnet (Fincke et al., 2017).

Dieses Konzept unterstützt bereits in der Studieneingangsphase die Entwicklung von über 60% der in Winde und Schröder (2018) zusammengefassten, für den künftigen Arbeitsmarkt relevanten Kompetenzen auf den in Tabelle 1 benannten Gebieten. Die mit dem BASIC-Lehrkonzept unterstützten Fähigkeiten sind in Tabelle 1 **fett** hervorgehoben. So schaffen wir eine solide Grundlage für das weitere Studium, in welchem dann die fachspezifische Vertiefung erfolgt.

Tabelle 1: Vom BASIC-Lehrkonzept unterstützte Kompetenzen

| Fähigkeiten                | Vom BASIC-Lehrkonzept digital unterstützt   | Anzahl |
|----------------------------|---|--------|
| Technologische Fähigkeiten | Komplexe Datenanalyse, <b>Smart Hardware-/ Robotik-Entwicklung</b> , Web-Entwicklung, <b>Nutzerzentriertes Designen (UX)</b> , Konzeption und Administration vernetzter IT-Systeme, Blockchain-Technologie-Entwicklung, <b>Tech-Translation</b> | (3/7)  |
| Digitale Grundfähigkeiten  | Digital Literacy, <b>Digitale Interaktion, Kollaboration, Agiles Arbeiten, Digital Learning</b> , Digital Ethics  | (4/6)  |
| Klassische Fähigkeiten     | <b>Problemlösungsfähigkeit, Kreativität</b> , Unternehmerisches Handeln & Eigeninitiative, <b>Adaptionsfähigkeit, Durchhaltevermögen</b>  | (4/5)  |

Zentraler Bestandteil der Ausbildung ist ein interdisziplinäres Praxisprojekt, das in Projektgruppen semesterbegleitend im ersten Studienjahr entworfen, umgesetzt, dokumentiert und präsentiert wird. Aktuell stehen die Projektthemen „Autonomer Miniaturtransporter/Elektromobilität“, „Windrad mit Energiequellenausrichtung zur Stromerzeugung“ und „Solarzelle mit Energiequellenausrichtung zur Stromerzeugung“ zur Verfügung.

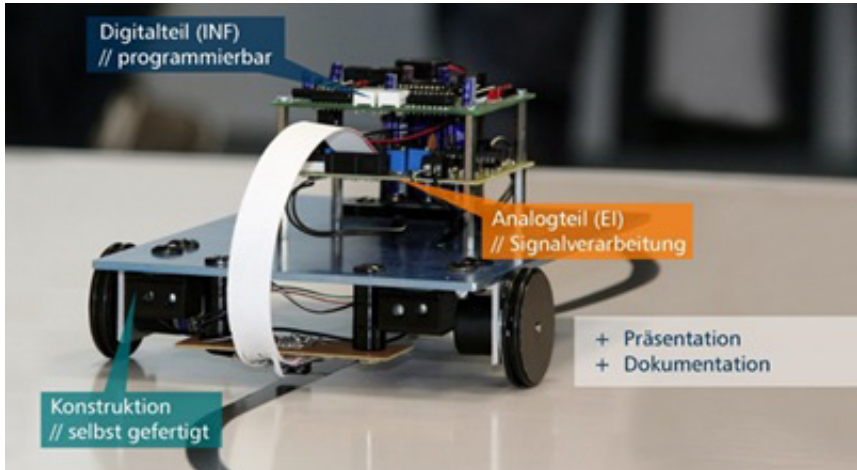


Abbildung 2: Prototyp des Praxisprojektes „Autonomer Miniaturtransporter“

Abbildung 2 verdeutlicht, dass alle Fächer des gemeinsamen ingenieurwissenschaftlichen Grundlagenstudiums in die Projektbearbeitung einfließen.

Ein wesentlicher Unterschied zur üblichen fachspezifischen Stoffvermittlung ist, dass die Vermittlung theoretischer Grundlagen parallel und synchron zum Projektfortschritt erfolgt. Die damit verbundene Anpassung der Reihenfolge von Lehrinhalten und geeignete didaktische Szenarien unterstützen die Wirkung dieser Angebote. Zusätzlich werden die Studierenden in fakultäts-eigenen und externen Ausbildungsstätten in die Lage versetzt, die Exponate der Praxisprojekte herzustellen. Den Studierenden wird so der Zusammenhang zwischen verschiedenen Fächern und von Theorie und Praxis deutlicher. Die Bilder in Abbildung 3 zeigen Ergebnisse dieser Projektarbeiten.

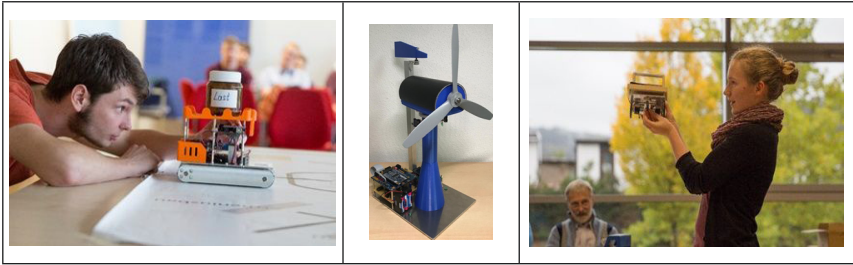


Abbildung 3: Abschlusspräsentation der Praxisprojekte

Eine interdisziplinäre Seminargruppenorganisation und die auf die Projektarbeit und individuellen Bedarfe abgestimmten Betreuungs- und Lernbegleitungsangebote ergänzen das BASIC-Lehrkonzept.

Das **BASIC**-Lehrkonzept lässt sich mit folgenden Stichpunkten zusammenfassen:

**B** egleitende formative und summative Evaluation

**A** ktivierende und interaktive Lehrmethoden in geeigneten didaktischen Szenarien

**S** ynchrone Vermittlung theoretischer Grundlagen parallel und zum Projektfortschritt von Praxisprojekten

**I** nterdisziplinäres Praxisprojekt zum Erwerb praktischer Fertigkeiten

**C** ollaborative/kollaboratives und kooperatives Lernen in etablierten Lerngruppen.

### 3 Digitale Technologien bei der Gestaltung des BASIC-Lehrkonzeptes

Digitale Technologien werden in organisatorischen Prozessen und zur inhaltlichen Unterstützung des BASIC-Lehrkonzeptes eingesetzt. In Tabelle 2 ist gekennzeichnet, bei welchen Aspekten des BASIC-Lehrkonzeptes die Nutzung digitaler Technologien wirksam zur Lösung aktueller Probleme bzw. Herausforderungen in der universitären Lehre beiträgt.

Tabelle 2: Wirksamkeit der Nutzung digitaler Technologien bei Aspekten des BASIC-Lehrkonzeptes

| Herausforderungen<br>in der Lehre<br>Lehrkonzept                             | Zeitliche /<br>örtliche<br>Flexibilität | Geringe<br>Lern-<br>motivation | Passivität<br>der Studie-<br>renden | Hetero-<br>genes<br>Vorwissen | Hohe Kom-<br>plexität der<br>Lerninhalte |
|--|---|--------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------|--|
| Begleitende<br>Evaluation  | ✓                                       | ✓                              |                                     | ✓                             |  |
| Aktivierende<br>und interaktive<br>Lehrmethoden                              |   | ✓                              | ✓                                   | ✓                             |  |
| Synchrone<br>Vermittlung   | ✓                                       | ✓                              |                                     |                               |  |
| Interdisziplinäre<br>Praxisprojekte  |   | ✓                              | ✓                                   |                               | ✓  |
| Collaborative /<br>kollaboratives und<br>kooperatives Lernen,<br>Lerngruppen |   | ✓                              |                                     | ✓                             | ✓  |

Die Integration der digitalen Technologien prägt alle Bereiche des personenbezogenen Lernmanagements. Der Zugang zu Lehrmaterialien, die Verwaltung von Lernergebnissen, die Lehr- und Lernorganisation sowie die Kommunikation und Evaluation der Lehr- und Lernleistungen wären ohne den Einsatz von Lernmanagementsystemen in der heute üblichen Qualität nicht möglich.

Spezialisierte Anwendungen tragen zur Veranschaulichung von komplexen Lehrinhalten (Simulation, Online-Lab), zur Lernfortschrittskontrolle (Feedback, Learning Analytics) und zur Bewertung (E-Assessment) bei. Die E-Portfolio-Nutzung unterstützt die Durchführung von Praxisprojekten (Euler & Seufert, 2005).

Tabelle 3 zeigt, inwieweit sich die aufgelisteten Technologien zur Unterstützung der einzelnen Elemente des BASIC-Lehrkonzeptes eignen. Gekennzeichnet ist in der Tabelle auch, inwieweit schon eine Anwendung erfolgt (✓) und in welchen Feldern die zukünftige Nutzung vorbereitet wird (○).

Tabelle 3: Nutzung digitaler Technologien für Aspekte des BASIC-Lehrkonzeptes

| Technologie<br>Lehrkonzept   | Online-Bereitstellung<br>von Lerneinheiten | Simulation<br>und Visualisierung | Online-Labs | E-Portfolio | E-Assessment | Personalisierung,<br>Adaption | Learning<br>Analytics |
|--|--|----------------------------------|-------------|-------------|--------------|-------------------------------|-----------------------|
| Begleitende<br>Evaluation  |  |                                  | ○           |             | ✓ ○          |                               | ○                     |
| Aktivierende<br>und interaktive<br>Lehrmethoden                                | ✓  | ✓ ○                              | ✓ ○         |             | ✓ ○          |                               |                       |
| Synchrone<br>Vermittlung   | ✓ ○  | ✓ ○                              | ✓ ○         |             |              | ○                             | ○                     |
| Interdisziplinäre<br>Praxisprojekte  | ✓ ○  | ○                                | ✓ ○         | ✓ ○         |              | ○                             | ○                     |
| Collaborative/<br>kollaboratives<br>und kooperatives<br>Lernen,<br>Lerngruppen | ✓ ○  | ○                                | ○           | ✓ ○         |              | ○                             |                       |

Der Ausbau der Nutzung digitaler Technologien stellt eine wichtige strategische Maßnahme zum Transfer des BASIC-Konzeptes in weitere Bereiche der universitären Ausbildung an der TU Ilmenau dar. Dies betrifft insbesondere die Technologien zur Unterstützung der Personalisierung und Adaption von Studienverläufen unter Nutzung der Learning-Analytics-Technologie. Bei weiteren Technologien erfolgt eine Weiterentwicklung auf der Basis aktueller technologischer Entwicklungen sowie die Ausweitung des Umfangs der Nutzung.

## 4 Digitalisierungsbeispiele

In den folgenden Abschnitten werden Beispiele beschrieben, die an einzelnen Elementen des BASIC-Lehrkonzeptes den gegenwärtigen Stand der Digitalisierung zeigen.

### 4.1 Begleitende Evaluation

Mit dem Einsatz technologiegestützten Lernens ist es im Rahmen des Basic-Projektes möglich, formative Evaluierungen durchzuführen. Dies geschieht



einerseits dadurch, dass sich die Studierenden für die verschiedenen Kurse im Moodle-LMS einschreiben und semesterbegleitend Aufgaben bearbeiten, zu denen sie ein individuelles Feedback erhalten. So ist z. B. im Just-in-Time Teaching-Lehrkonzept des BASIC-Mathematikurses die kontinuierliche Bearbeitung von Online-Tests zu den aktuellen Lerninhalten integriert. In der Gestaltung der nächsten Vorlesung werden die Ergebnisse der Online-Tests, die eingegangenen Bearbeitungsfragen und beobachtete Wissenslücken berücksichtigt.

## 4.2 Aktivierende und interaktive Lehrmethoden

Gute Ergebnisse bei der Aktivierung und Motivierung der Erstsemester-Studierenden haben wir durch die Integration virtueller und ferngesteuerter Laborversuche (Online-Labs) in den Ausbildungsprozess erreicht, bei denen mit virtuellen und realen Geräten experimentiert wird.

So werden z. B. in der Physikausbildung virtuelle Experimente in Form von Applets eingesetzt, bei denen ein physikalischer Sachverhalt in einer Simulation visualisiert wird. Diese Applets wurden speziell für die Physik-Grundlagenausbildung von Ingenieurstudierenden entwickelt und in digitale Lernräume für die Physik-Ausbildung integriert. Ausgehend von Anforderungen berufsbegleitend Studierender werden diese Physik-Apps auch in der Präsenzlehre eingesetzt (Tonisch et al., 2018).

Die Studierenden der Technischen Informatik müssen in Experimenten auf der theoretischen Basis endlicher Automaten (sog. Finite State Machines (FSM)) einen Steueralgorithmus (SA) entwerfen, der mithilfe einer Steuereinheit (SE) ein Steuerobjekt (SO) einen vorgegebenen Bewegungsablauf ausführen lässt. Es gibt vier verschiedenen Experimentiermodi:

- A) Virtuelle Experimente (SE virtuell, SO virtuell, SA abstrakt)
  - B) Abstrakte Experimente (SE virtuell, SO real, SA abstrakt)
  - C) Echte Fernexperimente (SE real, SO real, SA implementiert) und
  - D) Durchführung von Testversuchen (SE real, SO virtuell, SA implementiert)
- Hierfür haben sich verschiedene Lernszenarien bewährt:

### *Einsatz im Hörsaal*

Im Hörsaal eignet sich Modus B), da mit abstrakten Experimenten der Entwurfsprozess eines FSM-basierten Steueralgorithmus demonstriert werden kann. Wir verwenden diesen Modus, um die Konzepte der booleschen Kons-

tanten, Variablen und Ausdrücke sowie das Konzept der endlichen Automaten (FSM) in einem Informatik-Grundkurs des ersten Studienjahres zu erklären.

Wir können konstante boolesche Werte (z. B. Stellglied  $y_7$  auf logisch „1“ setzen) oder Variablen bzw. Ausdrücke (z. B.  $x_1 \& !x_2$ , wenn Sensor  $x_1$  wahr ist und  $x_2$  nicht wahr ist) in die virtuelle Steuereinheit eingeben und ihre Auswirkungen auf das Experiment unmittelbar live demonstrieren. Für Studierende im ersten Jahr ist es sehr motivierend, die praktische Anwendung dessen zu sehen, was sie erlernen wollen.

### *Reflexion / Flipped Classroom*

Sowohl für Flipped-Classroom-Szenarien als auch für Selbststudien sind virtuelle Experimente (Modus A) von Vorteil. Diese Art von Experimenten laufen offline im Browser, sobald sie konfiguriert und gestartet wurden. So können die Studierenden ihre Experimente auch unabhängig von der Internetanbindung durchführen und Fragen für die Diskussion mit dem Coach in den Seminaren vorbereiten. Sie können verschiedene Varianten von Steueralgorithmen ausprobieren und die Unterschiede erforschen oder die Experimente wiederholen, die im Hörsaal gezeigt wurden. Es erfordert keine Wartung und Reservierung von Laborgeräten und somit können viele Studierende gleichzeitig von den Experimenten profitieren.

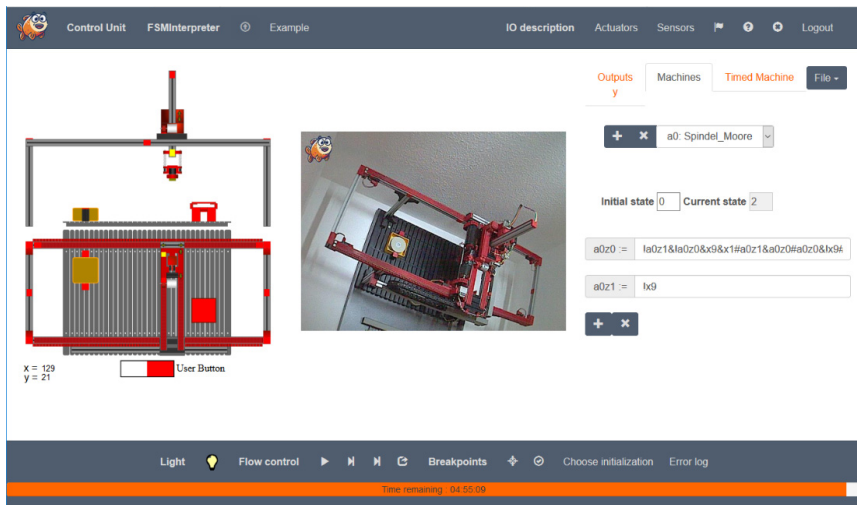


Abbildung 4: Screenshot eines Experiments mit realem und virtuellem Steuerobjekt (Modus B)

### *Geführte Konstruktion*

In Workshops für die Ausbildung mit bis zu 15 Personen nutzen wir zunächst virtuelle Experimente (Modus A) und lassen die Lernenden jeden Schritt, den wir zeigen, am eigenen Computer nachvollziehen. Dies geschieht auf der abstrakten Ebene der FSMs, unabhängig von einer späteren Implementierung. Auf diese Weise werden die Lernenden mit dem Designprozess und der Laborarbeit vertraut gemacht. Danach geben wir eine neue Aufgabe, die die Lernenden selbst lösen sollen. Wir besprechen verschiedene Lösungen am interaktiven Whiteboard und wählen die beste Lösung aus, um mit dieser in Modus B) das reale Steuerobjekt zu steuern. Unsere Erfahrung zeigt, dass dies die Teilnehmenden motiviert und sie dazu ermuntert, ihr Bestes im Wettbewerb mit den anderen zu geben.

In weiteren Lektionen wird die Implementierung der Steueralgorithmen in Hardware und Software vermittelt. Um sicher zu sein, dass die Implementierung erfolgreich war, lassen wir die Lernenden zunächst im Implementierungstest Modus D) arbeiten, wobei das Steuerobjekt virtuell ist. Schließlich verwenden wir das echte Fernexperiment in Modus C).

### *Laborübungen*

Um echte praktische Experimente durch den Einsatz von Remote-Laboren zu ersetzen, ist der Modus C) die richtige Wahl. Ein Buchungssystem ermöglicht es, eine dedizierte Konfiguration für ein definiertes Zeitfenster zu reservieren. Die Architektur des Labors gestattet eine einfache Erweiterung von Steuerobjekten und Steuereinheiten, da sie mit einem LAN verbunden sind und permanent auf Vorhandensein gescannt werden. Wird ein neues Gerät an das LAN angeschlossen, ist es sofort für Experimente zugänglich. Wenn beispielsweise drei Instanzen desselben Steuerobjektes installiert sind, ist dies für den/die Benutzer/in transparent. Er/sie wird nicht sehen, welches konkrete Gerät mit dem Experiment verbunden ist. Nur wenn alle Geräte belegt sind, muss der/die Benutzer/in nach einem anderen Zeitfenster für die Durchführung des Experimentes suchen.

### *Just-in-Time-Teaching-Konzept*

Weitere Möglichkeiten der Aktivierung bietet das „Just-in-Time Teaching-Konzept“, welches besonders in der Mathematikausbildung umfassend erprobt wurde. Dazu bearbeiten die Studierenden vor der Präsenzveranstaltung ein online verfügbares Skript (ca. 5 Seiten) mit neuen Inhalten. Anschließend wird das Verständnis durch einen Online-Test (ca. 6 Fragen) geprüft, die richtigen Antworten werden sofort angezeigt. Abschließend muss ein Feedback zum Material abgegeben werden, hier sollen die eigenen Probleme möglichst prä-

zise formuliert und Wünsche für die Vorlesung geäußert werden bzw. potentielle Probleme der Kommilitonen benannt werden. Außerdem wird nach Vorkenntnissen zum Thema und Interesse am Thema gefragt. Der/Die Dozierende nutzt diese Antworten zur Vorbereitung der Präsenzveranstaltungen. Mehrwert für Studierende ergibt sich daraus, dass kein Abschreiben von neuen Inhalten während der Präsenzzeit nötig ist und die Konzentration von besser vorbereiteten und aufmerksamen Studierenden auf dem Verständnis der Erklärungen (und Nebenbemerkungen) des Dozierenden liegt. Die Skriptinhalte können Studierende auf unterschiedlichen Leistungsebenen ansprechen (z. B. mathematische Beweise für sehr interessierte Studierende und Nachvollziehen von Berechnungen für die eher praktisch orientierten Teilnehmer). Mehrwert für den Dozenten ergibt sich aus dem direkten Feedback zu den Inhalten (Christof, 2018).

### 4.3 Synchrone Vermittlung

Anhand der Übersichten, die sich mit den LMS erstellen lassen, ist für alle Lehrenden der Lernfortschritt in den Fächern sichtbar, sodass im eigenen Fach darauf Bezug genommen werden kann. So kann z. B. ein Lesender im Fach Elektrotechnik verfolgen, ob die notwendigen mathematischen Grundlagen, die er für die Herleitung der Formeln in seiner Vorlesung benötigt, schon vermittelt wurden.

Die Integration des interdisziplinären Praxisprojektes erfordert zur – synchron zum Projektfortschritt verlaufenden – Vermittlung der Lehrinhalte kontinuierliche Abstimmungen zwischen den Lehrenden der einzelnen Fachdisziplinen. Die Nutzung des Moodle-LMS ist Standard in nahezu allen BASIC-Fächergruppen und -Angeboten. Eine Herausforderung ist die übersichtliche Gestaltung von speziell konfigurierten Kursräumen für die praktische Ausbildung in ingenieurtechnischen Grundlagen. Die üblicherweise ausschließlich chronologisch oder fachsystematisch aufbereitete Bereitstellung der Lernmaterialien erwies sich hier als nicht sinnvoll. Gute Erfahrungen wurden mit einer Materialienbereitstellung gemacht, die sich an den Bearbeitungsprozessen im Praxisprojekt der Studierenden orientiert (Aufgabenstellung | Einführende Arbeiten | Arbeiten im Praxisprojekt | Dokumentation und Präsentation). In Bearbeitung befindet sich die Aufbereitung der verfügbaren Materialien in einer Fachlandkarte für interdisziplinäre Praxisprojekte. Damit soll eine flexible Einbindung und Nutzung in Lernräume für unterschiedliche Praxisprojekte unterstützt werden.

## 4.4 Interdisziplinäre Praxisprojekte

Eine besondere Herausforderung in den Praxisprojekten stellt oft die Programmierung der geforderten Steuerungen dar. Sie wird häufig vom zeitlichen Aufwand von den Projektgruppen in der Studieneingangsphase unterschätzt. Um die parallele Bearbeitung der Programmieraufgaben zu unterstützen, hat sich hier die Einbeziehung unserer Remote-Lab-Infrastruktur (Henke et al., 2016) ([www.goldi-labs.net](http://www.goldi-labs.net)) sowie die Nutzung des Simulators „AMTsim“ zur Visualisierung entworfener Fahrsteuerungen (Abbildung 5) bewährt.

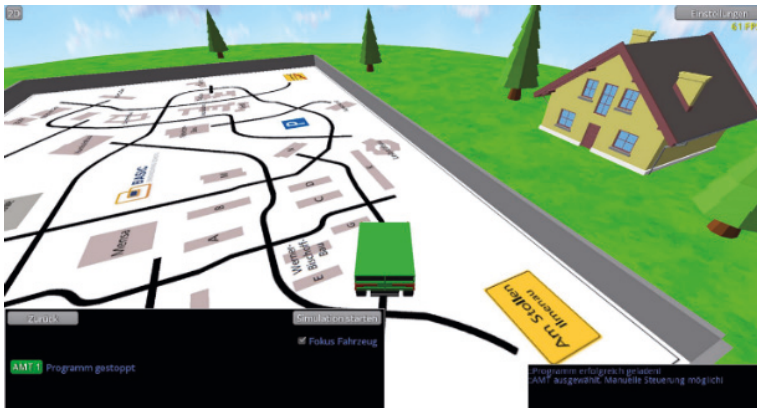


Abbildung 5: Screenshot des Simulators „AMTsim“

Mit der zielgerichteten Einbindung dieser Tools in die fachliche Vorbereitung und Begleitung der Praxisprojekte konnte die Qualität der Ergebnisse hinsichtlich der Erfüllung der Programmieraufgaben deutlich erhöht werden. Diese Tools bieten gute Unterstützung bei einer effektiven Betreuung problemorientierter Lernangebote und motivieren Studierende zum selbständigen Arbeiten und Experimentieren. Der Einsatz unterstützt die Gestaltung flexibler Lernarrangements, Aufgabenstellungen und Challenges. Auch mit dem Einsatz in Großübungen wurden bisher positive Erfahrungen gesammelt.

In Bearbeitung ist die Ergänzung des Remote Labs um zusätzliche Objekte, die kompatibel zu den Praxisprojekten gestaltet sind. Außerdem werden Tools zur Visualisierung der Zusammenhänge zwischen Modellierungswerkzeugen und Entwicklungsumgebungen für die Programmierung ausgebaut und mit adaptiven Feedbackkomponenten verknüpft. Ein Beispiel dafür ist ein interaktiver Struktogramm-Editor, der insbesondere die Informatik-Grundlagenausbildung unterstützt (Döring & Artelt, 2019).

## 4.5 Kollaboratives und kooperatives Lernen

In Aiko et al. (2018) wird ein generisches Konzept für den E-Portfolio-Einsatz an Hochschulen vorgestellt. E-Portfolio-Technologien unterstützen das kollaborative und kooperative Lernen in den Projektgruppen (3–5 Studierende) sowie die Lehrorganisation. Zur Unterstützung der BASIC-Lehrorganisation haben sich für die jeweiligen BASIC-Modellgruppen fächerübergreifende Moodle-Kursräume bewährt. Hier findet die verbindliche Kommunikation zur Lehrorganisation der BASIC-Gruppen statt (Pläne, Ankündigungen usw.). Zu jedem Lehrangebot in BASIC ist ein Abschnitt in diesem Kursraum eingerichtet, über den Infos zum Angebot und verfügbare Onlinematerialien erreichbar sind.

Für die Bearbeitung der interdisziplinären Praxisprojekte werden die Projektgruppen (3–5 Studierende) beim kollaborativen und kooperativen Lernen durch ausgewählte E-Portfolio-Elemente unterstützt. Dazu erhalten die Projektgruppen während der Projektbearbeitung eigene Moodle-Kursräume, in denen insbesondere Moodle-Nutzerrollen und -Konfiguration an den Einsatzzweck angepasst sind. Die klassische Nutzerrolle „teacher“ wird hier zur Nutzerrolle „Gruppenmitglieder und Service“. Das ermöglicht den Gruppenmitgliedern, eigene Inhalte einzustellen und kollaborativ zu bearbeiten. Je nach Bedarf und Projektfortschritt werden die betreuenden Lehrenden in den Kursraum eingebunden. Ein Abschnitt in diesen Kursbereichen wird für die Übergabe von Dokumenten an die betreuenden Lehrenden genutzt. Die übliche Nutzerrolle „non editing teacher“ wird umbenannt zu „Praxisprojekt Lehrende“. Dadurch haben Lehrenden die Möglichkeit, abgegebene Dokumente einzusehen und zu kommentieren.

Die Nutzung dieser speziell konfigurierten Moodle-Kursräume hat sich als hilfreich, ausreichend und angemessen für die Unterstützung des kollaborativen Lernens in den interdisziplinären Projektarbeiten erwiesen (Evaluation des Nutzungsgrades, Feedback der Nutzer).

Die Einweisung der Studierenden in die erweiterte Nutzung der Moodle-Kursräume erfolgt durch studentische Assistenten.

## 5 Fazit

Bei der Erprobung des BASIC-Lehrkonzeptes haben sich Möglichkeiten digitaler Technologien zur Unterstützung problem- und projektorientierter Lernangebote sowie in der Visualisierung komplexer Modelle, Zusammenhänge und Prozesse bewährt. Mit digitalen experimentellen Lernumgebungen lassen sich

Planung, Vorbereitung, Durchführung und Auswertung von Experimenten zeit- und ortsunabhängig unterstützen.

Die Integration der digitalen Technologien erfolgt insbesondere in den Bereichen

- Personenbezogenes Lernmanagement (Verwaltung, Lehrorganisation, Kommunikation),
- Veranschaulichung von Lehrinhalten (Simulation, Online-Lab),
- Lernfortschrittskontrolle (Feedback, Learning Analytics),
- Bewertung (E-Assessment).

An einem Ausbau des Angebotes modularer und flexibler Online-Lernbausteine wird an der TU Ilmenau gearbeitet. Dies ermöglicht insbesondere in Verbindung mit hybriden Lernszenarien einen ökonomisch vertretbaren individuellen Zuschnitt von Lernangeboten zum Schließen von Wissenslücken oder zur Spezialisierung. Durch die Mitwirkung an der Weiterentwicklung der Lernangebote und -technologien wachsen die Studierenden in die selbstverständliche Nutzung digitaler Schlüsseltechnologien im Kontext Beruf und eigene Weiterbildung hinein.

Die Verstetigung des BASIC-Lehrangebotes und dessen Übertragung auf alle Ingenieurstudiengänge der TU Ilmenau sind Teil struktureller und curricularer Entwicklungsplanungen der Universität. Dabei spielt die Nutzung digitaler Technologien eine wichtige Rolle, um das BASIC-Lehrkonzept für große Studierendengruppen nutzbar zu machen (Fincke et al., 2017).

Die im Rahmen der bisherigen Erprobung des BASIC-Lehrkonzeptes konzipierten und implementierten Technologien sind konform zu den in den NMC Horizon Reports 2016 und 2017 (Johnson et al., 2016; Adams Becker et al., 2017) prognostizierten Schlüsselrends in den lehr- und lerntechnologischen Entwicklungen für den Hochschulbereich. Dazu gehören zum Beispiel Trends zur Neugestaltung von Lernräumen, der Paradigmenwechsel zu Deep-Learning-Methoden, die Verbreitung von Makerspaces (Lernräumen), der zunehmende Einsatz von Blended-Learning-Modellen, die Nutzung neuer Visualisierungstechnologien, die Zusammenführung von formellem und informellem Lernen, die Verbesserung der Digital- und Medienkompetenz sowie die Personalisierung des Lernprozesses mit Learning Analytics und technologischer Unterstützung des adaptiven Lernens.

## Literatur

- Adams Becker, S., Cummins, M., Davis, A., Freeman, A., Hall, Giesinger, C. & Ananthanarayanan, V. (2017). *NMC Horizon Report: 2017 Higher Education Edition*. Austin: The New Media Consortium. Verfügbar unter: <https://library.educause.edu/-/media/files/library/2017/2/2017horizonreporthe.pdf> [05.12.2019].
- Aiko, K., Arend, M., Julich, N., Bärenfänger, O. & Busch-Lauer, I.-A. (2017). *Ein generisches Konzept für den unterrichtsbegleitenden E-Portfolio-Einsatz an der Hochschule*. Verfügbar unter: [https://www.e-teaching.org/etresources/pdf/erfahrungsbericht\\_2017\\_murata-arend-et-al\\_ein-generisches-konzept-fuer-den-unterrichtsbegleitenden-eportfolio-einsatz-an-der-hochschule.pdf](https://www.e-teaching.org/etresources/pdf/erfahrungsbericht_2017_murata-arend-et-al_ein-generisches-konzept-fuer-den-unterrichtsbegleitenden-eportfolio-einsatz-an-der-hochschule.pdf) [29. 10 2018].
- Christof, J. (2018). Mathematik in der Basic Engineering School. In G. Kammasch & J. Petzoldt (Hrsg.), *Digitalisierung in der Techniklehre* (S. 137–142). Berlin: IPW.
- Deimann, M. (2016). *Stärkere Individualisierung der Lehre durch Neue Medien*. Verfügbar unter: [https://hochschulforumdigitalisierung.de/sites/default/files/dateien/HFD\\_AP\\_Nr26\\_Trendpapier\\_Individualisierung.pdf](https://hochschulforumdigitalisierung.de/sites/default/files/dateien/HFD_AP_Nr26_Trendpapier_Individualisierung.pdf) [05.12.2019].
- Döring, U. & Artelt, B. (2019). On the Usefulness of Animated Structograms in Teaching. In M. Auer, & T. Tsiatsos (Eds.), *Mobile Technologies and Applications for the Internet of Things* (pp. 34–46). Cham: Springer. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-11434-3\\_8](https://doi.org/10.1007/978-3-030-11434-3_8)
- Dürnberger, H., Reim, B. & Hofhues, S. (2011). *Forschendes Lernen*. In T. Köhler & J. Neumann (Hrsg.), *Wissensgemeinschaften* (S. 209–219). Münster: Waxmann.
- Euler, D. & Seufert, S. (2005). Von der Pionierphase zur nachhaltigen Implementierung. In D. Euler (Hrsg.), *E-Learning in Hochschulen und Bildungszentren* (S. 4–24). München: Oldenbourg. <https://doi.org/10.1524/9783486593754>
- Fincke, S., Hutschenreuter, R., Fäth, T., Betz, H. & Räth, T. (2017). Das BASIC-Lehrkonzept. In TH Nürnberg (Hrsg.), *3. Symposium zur Hochschullehre in den MINT-Fächern*. Verfügbar unter: [https://www.diz-bayern.de/images/documents/381/Tagungsband\\_MINT\\_Symposium\\_2017.pdf](https://www.diz-bayern.de/images/documents/381/Tagungsband_MINT_Symposium_2017.pdf) [25.10.2018].
- Johnson, L., Adams Becker, S., Cummins, M., Estrada, V., Freeman, A. & Hall, C. (2016). *NMC Horizon Report: 2016 Higher Education Edition*. Austin: The New Media Consortium. Verfügbar unter: <https://www.mmhk.de/fileadmin/dokumente/Publicationen/2016-nmc-horizon-report-he-DE.pdf> [25.10.2018].
- Henke, K., Wuttke, H.-D., Vietzke, T., Hutschenreuter, R. & Fincke, S. (2016). Das Online-Lab-Netzwerk „GOLDi-Labs.net“. In N. Apostolopoulos, W. Coy & K. v. Köckritz (Hrsg.), *Grundfragen Multimedialen Lehrens und Lernens* (S. 222–234). Münster: Waxmann.
- Orr, D., Lübcke, M., Schmidt, P., Ebner, M., Wannemacher, K., Ebner, M. & Dohmen, D. (2019). *AHEAD – Internationales Horizon-Scanning*. Arbeitspapier Nr. 42. Berlin: Hochschulforum Digitalisierung. <https://doi.org/10.5281/zenodo.2677655>
- Petzoldt, J., Fincke, S. & Hartl, K. (2017). *Schlussbericht „Basic Engineering School – Neue Lehr- und Lernformen in der Ingenieurbildung – insbesondere in der Studieneingangsphase“*. Verfügbar unter: [https://www.tib.eu/suchen/?tx\\_tibsearch\\_search%5Bdocid%5D=TIBKAT%3A102340625X&tx\\_tibsearch\\_search%5Bcontroller%5D=Download&cHash=cc75570353665361f9b87c9da409b63b#download-mark](https://www.tib.eu/suchen/?tx_tibsearch_search%5Bdocid%5D=TIBKAT%3A102340625X&tx_tibsearch_search%5Bcontroller%5D=Download&cHash=cc75570353665361f9b87c9da409b63b#download-mark) [19.12.2019]. <https://doi.org/10.2314/GBV:102340625X>



- Porter, M. E. & Heppelmann, J. E. (2018). Internet der Dinge. In *Harvard Business Manager Edition*, 3, 6–23.
- Tonisch, K., Nau, J., Heidtmann, H. & Krischok, S. (2018). Digitalisierung in der Studieneingangsphase. In G. Kammasch, & J. Petzoldt (Hrsg.), *Digitalisierung in der Techniklehre* (S. 277–282). Berlin: IPW.
- Winde, M. & Schröder, J. (2018). *Future Skills. Analysen*. Verfügbar unter: <http://www.future-skills.net/analysen/future-skills-welche-kompetenzen-in-deutschland-ehlen> [25.10.2018].