

Forschungsorientiert und kompetent – Ausgestaltung von hochschulischen Veränderungsprozessen am Beispiel der Lehreinheit »Geodäsie und Geoinformatik« am Karlsruher Institut für Technologie (KIT)

Michael Mayer, Hansjörg Kutterer und Jan Cermak

Zusammenfassung

Hochschulen sind Bildungseinrichtungen, die sich kontinuierlich weiterentwickeln, um bspw. den an sie gerichteten Bildungsauftrag auszugestalten. Dieser dynamische Anpassungsprozess erfolgt insbesondere unter Berücksichtigung von sich verändernden Rahmenbedingungen. Am Beispiel der Lehreinheit »Geodäsie und Geoinformatik« des Karlsruher Instituts für Technologie (KIT) werden ausgewählte aktuelle Bestandteile des Lehr-Lernsystems dargelegt, um die disziplin- und standortspezifische Ausgestaltung dieses Veränderungsprozesses zu verdeutlichen; das Prinzip der forschungsorientierten Lehre ist dabei das didaktische Hauptinstrument.

Summary

To fulfil its educational mission, the educational institution university is continuously further developed. This dynamic change process is carried out with respect to a changing framework. Analysing the teaching unit »Geodesy and Geoinformatics« at Karlsruhe Institute of Technology, representative elements of the recent system of teaching and learning are used to illustrate the most important discipline-specific and location-related aspects of this organisational change process based on research-related teaching as main instrument.

Schlüsselwörter: Hochschulausbildung, Digitalität, Hochschuldidaktik, Lehr-Lernsystem, Forschungsorientierte Lehre

Vorbemerkung

Im Folgenden wird der Begriff »Geodäsie« auch stellvertretend für Geoinformatik, Vermessung, Geomatik usw. verwendet. Ebenso wird der Begriff »Digitalität« – z.B. anstelle von »Digitalisierung« – stellvertretend für alle Formen digitaler Zustände und Methoden genutzt. Schließlich wird der Begriff »Hochschule« als Bezeichnung für alle Bildungseinrichtungen verwendet, an denen ein wissenschaftliches Studium absolviert werden kann.

1 Einleitung und Motivation

Durch das Hochschulrahmen-Gesetz sind die Aufgaben von Hochschulen festgelegt. Sie bestehen u. a. in der Pflege der Wissenschaften, der Grundlagenforschung und der wissenschaftsbezogenen Lehre zur Berufsvorbereitung.

Hochschulen erfüllen somit einen Bildungsauftrag, der z.B. für alle immatrikulierten Studierenden durch ein Studium den Übergang von Schule in ein berufliches Tätigkeitsfeld ausgestaltet (Ulrich 2016). Dieser Bildungsauftrag besteht unabhängig von gesellschaftlichen und zielgruppenspezifischen Rahmenbedingungen.

Werden aktuelle Rahmenbedingungen analysiert, so können »Megatrends« aufgezeigt werden. Horx (2011) definiert einen Megatrend als dekadischen Trend mit großem und epochalem Charakter, der durch seine Wirkung beobachtbar wird, da er Gesellschaften hinsichtlich des sozialen Lebens und der Wirtschaft fundamental verändert. Als Megatrends können aktuell z.B. folgende Entwicklungen bezeichnet werden (Horx 2011):

- Digitalisierung/Digitaler Wandel: stetig zunehmende Nutzung/Akzeptanz der privaten und beruflichen Möglichkeiten von Digitalität,
- Konnektivität: kontinuierliche digitale kommunikative Vernetzung,
- Globalisierung: stetige Zunahme der Realisierbarkeit weltweiter Verflechtungen,
- Mobilität: zunehmende Ortsunabhängigkeit,
- Individualisierung: Lebensmöglichkeiten ohne unmittelbare Gruppenvorgaben.

Mit Megatrends verbunden sind schwer prognostizierbare Veränderungsprozesse, aus denen sich Innovationszyklen (Hauk 2018) mit erkennbar verkürzter Bestandsdauer ergeben. Dies wirkt sich z.B. auf die curriculare Ausgestaltung von Studiengängen aus (siehe hierzu auch Illner et al. 2018). Mit der erheblich gestiegenen Nachfrage nach Geodaten in vielen Bereichen des öffentlichen und privaten Lebens wächst zudem die gesellschaftliche Relevanz der Geodäsie. Gleichzeitig bestehen generelle gesellschaftliche Herausforderungen wie z.B. der demographische Wandel, nach dem im Jahr 2030 dem Arbeitsmarkt in Deutschland ca. 3,5 Millionen Menschen weniger zur Verfügung stehen als im Jahr 2016 (PricewaterhouseCoopers 2016). Ergänzend realisieren Hochschulen eine erhöhte Heterogenität der Studierenden sowie ein niedrigeres Alter bei Studienbeginn.

In diesem dynamischen Spannungsfeld ist es somit eine zentrale Bildungsaufgabe, durch zieldienliche Angebote den Arbeitsmarkt zu antizipieren sowie Forschung und Wissenschaft zukunftsicher aufzustellen. Reaktionen von Hochschulen auf die veränderten Rahmen-

bedingungen und Zukunftstrends können als evolutionärer, langsam verlaufender Wandelprozess (Hochschulforum Digitalisierung 2016) beschrieben werden. Grundlegende strategische Überlegungen von Hochschulen bzw. Studiengängen können hierbei z.B. auf die folgenden Aspekte ausgerichtet sein:

- Welche hochschulischen Veränderungsprozesse sind auszugestalten, um auf gesellschaftliche Veränderungsprozesse perspektivisch gut zu reagieren?
- Wie kann Digitalität zum zielführenden Umgang mit bestehenden Herausforderungen des Lehr-Lernsystems beitragen? Welche zusätzlichen neuen Möglichkeiten ergeben sich durch Digitalität für das Lehr-Lernsystem?
- Welche (digitalen) Kompetenzen benötigen Absolvent*innen für den zukünftigen Arbeitsmarkt?

Darüber hinaus können grundständige Studiengänge im Kontext des lebenslangen Lernens auch den Bedarf realisieren, der für aktuell Berufstätige durch Digitalität oder andere der oben genannten Megatrends entsteht.

Im Rahmen des Beitrags werden in Abschnitt 2 zuerst die Veränderungen des geodätischen Berufsfelds – insbesondere durch Digitalität – thematisiert, um anschließend (Abschnitt 3) auf das veränderte Lehr-Lernsystem einzugehen. Abschnitt 4 fokussiert auf »Forschungsorientierte Lehre« zur Aneignung von berufsfeldrelevanten Kompetenzen. In Abschnitt 5 wird am Beispiel der Lehreinheit »Geodäsie und Geoinformatik« des Karlsruher Instituts für Technologie (KIT) aufgezeigt, wie Studiengänge den Veränderungsprozessen begegnen können, um zukunftsfähige Absolvent*innen für den Arbeitsmarkt auszubilden, bevor Abschnitt 6 den Beitrag abschließt.

Die Motivation für die Darstellung der aktuellen hochschulischen Situation aus dem KIT-Blickwinkel besteht darin, einen transparenten Diskurs über die hochrelevante, spannende und kontinuierlich an Bedeutung gewinnende Thematik des Lehrens und des Lernens in der Fachdisziplin »Geodäsie« anzuregen und dafür die in der Wissenschaft üblichen Kommunikationswege zu nutzen. Dies geschieht insbesondere, weil Kommunikation eine wichtige Basis für Weiterentwicklungsprozesse darstellt. Mit dem vorliegenden Beitrag soll deshalb Einblick in die KIT-Lehreinheit »Geodäsie und Geoinformatik« ermöglicht werden, um Diskurse, Kooperationen und Synergieüberlegungen im Lehr-Lernkontext anzuregen. Dabei wird der Fokus des Beitrags auf die durch den Bologna-Prozess veränderten Zielsetzungen der hochschulischen Ausbildung, auf Digitalität als umfassend wirkenden Megatrend und auf die KIT-spezifische Weiterentwicklung des Lehr-Lernsystems (z.B. umfassende didaktische Weiterqualifikationen von Mitarbeitenden, zusätzliche Ressourcen durch lehrebezogene Drittmittel) gerichtet. Der Beitrag richtet sich zum einen an die in der hochschulischen Lehre tätigen Kolleg*innen und zum anderen bewusst auch an die breitere fachliche Öffentlichkeit.

2 Veränderungsprozess durch Geodäsie 4.0

Die Auswirkungen von Megatrends auf das geodätische Berufsfeld sollen am Beispiel von Digitalität ausgeführt werden. Dies erfolgt deshalb, weil Digitalität von großer Bedeutung für alle anderen Megatrends ist und ein hochrelevanter Treiber für Veränderungsprozesse ist.

Digitalisierung (IGG 2018) zielt auf die Gewinnung von Mehrwerten durch die Vernetzung digitaler Informationen ab. Dies ist verbunden mit digitalem Wandel als gesamtgesellschaftlichem Transformationsprozess. Die Geodäsie verfügt hierbei sowohl im originären Digitalisierungskontext von bestehenden Daten bzw. Prozessen als auch im Generieren hochaktueller (Geo)Information über entscheidende Kompetenzen. Dadurch kann sie einerseits hochsignifikante Beiträge leisten, ist jedoch andererseits auch aufgefordert, künftige Entwicklungen aktiv zu gestalten. Dies ergibt sich u. a. aus der Tatsache, dass die Geodäsie als einzige Wissenschaft in der Lage ist, grundlegende, auf unterschiedlichen Skalen realisierbare Rahmenbedingungen für die disziplinübergreifende Nutzung von digitalen Informationen mit Raum- und Zeitbezug zu schaffen. Zentrale Beispiele sind lokal verfügbare, konsistente geodätische Referenzsysteme z.B. für technologisch smarte Lösungen (z.B. Internet-of-Things; Sprenger und Engemann 2015). Erst auf Basis dieser Leistungen werden Mehrwerte generiert, indem z.B. Geodaten unterschiedlicher Herkunft gemeinsam genutzt werden. Darüber hinaus arbeitet die Geodäsie in Theorie und Praxis an den hochrelevanten, verknüpfenden Schnittstellen zwischen digitaler und realer Welt. Somit kann davon ausgegangen werden, dass das gesamte Berufsfeld der Geodäsie in Zukunft noch schnelleren und dynamischeren Veränderungen unterworfen sein wird, die fachlich und strategisch auszugestalten sind. Zudem wachsen im Zuge der o.g. Entwicklungen unterschiedliche Disziplinen stetig enger zusammen (Kutterer 2019). Für diese neuartige Qualität des Faches soll im Folgenden der Begriff »Geodäsie 4.0« verwendet werden.

Ausgehend von den FIG-Definitionen des Vermessungsingenieurs (FIG 2004) und des Vermessungsingenieurs 2.0 (Schennach et al. 2012) ergeben sich in der Geodäsie 4.0 sowohl neue als auch weiterentwickelte Berufsfelder wie der Geodatenmanager (Caffier et al. 2017) oder der Building Information Modeling Manager (Thiel 2017). Um zukünftig Mehrwerte aus dem Rohstoff »Geodaten« generieren zu können, ist eine Vielzahl von Kompetenzen (Weinert 2001) notwendig, die sich einerseits in fachlich-geodätische bzw. methodisch-geodätische und andererseits in personale Selbst- und Sozialkompetenzen (z.B. Führungs-, Aus- und Weiterbildungs-, Managementkompetenz) kategorisieren lassen. Eine umfassende Zusammenstellung enthält der fachspezifische Qualifikationsrahmen Geodäsie und Geoinformation (FQR_GG 2018).

3 Veränderungsprozesse im Lehr-Lernsystem durch Digitalität

Digitalität ermöglicht – z.B. durch die hierfür fundamentale digitale Verbindungstechnologie Internet – hinsichtlich Information und Kommunikation digitale Mobilität. Dadurch erhöht sie die Relevanz von digitalen Prozessen für alle gesellschaftlichen Bereiche und damit auch für das Arbeiten und das Lernen. Die hiermit einhergehenden radikalen Veränderungen werden durch die Schlagworte »Arbeit 4.0« und »Lehre 4.0« etikettiert. In beiden Bereichen sind Orts- und Zeitunabhängigkeit sowie digitale internationale und interdisziplinäre Kollaboration bei der Ausgestaltung der Zukunft immanent und paradigmatisch. Nachfolgend werden der Mehrwert von Digitalität in der Lehre (Abschnitt 3.1), die existenten Leitlinien für digitale Bildung (Abschnitt 3.2) und die Herausforderungen digitaler Transformationen der Lehre (Abschnitt 3.3) aufgegriffen. In Abschnitt 3.4 werden unterschiedliche Charakteristika von Digitalität des Lehr-Lernsystems diskutiert.

3.1 Mehrwert durch Digitalität in der Lehre

In Abb. 1 sind bedeutsame Potenziale, die durch Digitalität für das Lehr-Lernsystem entstehen, dargestellt (vgl. Hochschulforum Digitalisierung 2016). Dabei ist zu erkennen, dass – bspw. aufgrund erhöhter motivierender Passgenauigkeit – durch Digitalität auch einem Studienabbruch entgegengewirkt wird.

Aktives und damit studierendenzentriertes Lernen (Barr und Tagg 1995) sowie flexibleres (z.B. orts-, zeitunabhängig) und individuelleres Lernen, bei dem Studierende Unterstützungssysteme (educational data mining) nutzen, ermöglicht intensiveres selbstgesteuertes Lernen – z.B. durch das Vorhalten von digitalen Facharchiven – und garantiert bessere Lernergebnisse und gleichzeitig eine erhöhte Kompetenzorientierung; Unterstützungssysteme können bspw. global die Verbindung zu Menschen herstellen, die dasselbe bedeutsam finden, durch Analyse der Augen Pausenempfehlungen aussprechen oder individuelle Zeitpläne zur Klausurvorbereitung erstellen.

Neben den auf das Individuum bezogenen Potenzialen von Digitalität wird durch digitale Techniken darüber hinaus eine intensivere und verbindlichere Kollaboration zwischen studentischen Peers aber auch mit Lehrenden ermöglicht, weil die Zusammenarbeit nicht nur im Rahmen von Lehrveranstaltungen und Sprechstunden stattfindet, sondern z.B. in Foren durch asynchrone Kommunikation weitere Anlässe kreiert werden.

Weiterhin werden durch Digitalität Freiräume für Lehrende aufgrund von Unterstützungssystemen erwartet, die bspw. basierend auf der Feedback-Analyse von Lehr- und Lernverhalten zur dezidierten Ausgestaltung des Lehr-Lernsystems beitragen oder zur individuelle-

ren Betreuung von Studierenden (z.B. Förderung von herausragenden Studierenden) genutzt werden können. Darüber hinaus bietet Digitalität eine erhöhte Vielfalt an Lehr-Lernsettings, die passgenaue Lehre sicherstellen, und hilft zudem die hochschulischen Verwaltungsprozesse verbessert auszugestalten.

Wird der Fokus auf Studiengänge bzw. Hochschulen erweitert, sind Kooperationen zur Erstellung von Lehr-Lernmaterial bis hin zum Anbieten von Studiengängen möglich. Digitalität kann in diesem Kontext somit auch zur Profilbildung und zur erhöhten Wahrnehmbarkeit beitragen, woraus sich – z.B. auf lebenslanges Lernen fokussierend – auch neue zielgruppenspezifische Lehr-Lerneinheiten und Geschäftsmodelle entwickeln können.

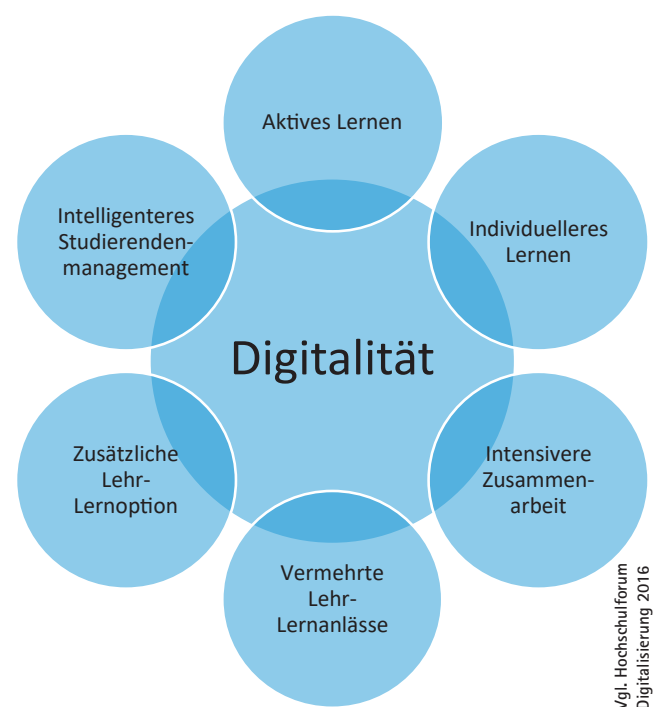


Abb. 1: Potenziale durch Digitalität für das Lehr-Lernsystem

Digitalität ist im Lehr-Lernsystem durch Ortsunabhängigkeit eng verknüpft mit Internationalisierung und Globalisierung und damit auch mit digitaler Mobilität. Digitale Techniken können zudem Studieninteressierte schon vor Aufnahme des Studiums unterstützen. In Stay-Abroad-Phasen helfen digitale Techniken bei der Kontaktpflege oder beim Ausgestalten von Prüfungen und tragen damit zur individuellen Verkürzung der Studiendauer bei.

Hochschulen und Studiengänge, die sich – aufbauend auf die Weiterentwicklung hin zur Kompetenzorientierung – nachhaltig mit dem Potenzial von Digitalität auseinandersetzen, sind zudem besser vorbereitet auf schwer prognostizierbare Zukunftsszenarien. Stellvertretend für radikale Veränderungsprognosen kann Hochschulforum Digitalisierung (2018) angeführt werden.

3.2 Leitlinien zur Ausgestaltung von Digitalität in der Lehre

Entsprechend diesen Entwicklungen wurden »Digitale Leitlinien« von Bundes- und Landesministerien, Berufs- und Studierendenverbänden, Hochschuldidaktik, Bildungswissenschaft, Medienforschung und Hochschulen erstellt. Dies ermöglicht den Studiengängen bedeutsame Perspektiven, die es – neben weiteren, teilweise konkurrierenden Rahmenstrukturen (z.B. Drittmittel-, Publikationskennzahlen) – bei der Ausgestaltung eines zukunftsorientierten Lehr-Lernsystems zu bewerten und aufzunehmen gilt.

Die Digitale Agenda der Bundesregierung setzt u.a. Rahmenbedingungen für Lernen und Arbeiten in der digitalen Welt (BMW i 2018) und sieht im Kontext der digitalen Bildung vor, den digitalen Wandel in der Wissenschaft zu forcieren und Zugang zu Wissen als Grundlage für Innovation zu sichern. Bildung, Forschung und Wissenschaft sind dabei Beispiele für zentrale Einsatzfelder neuer digitaler Nutzungsmöglichkeiten und maßgebliche Treiber für weitere digitale Entwicklung. Die Konsequenzen der zunehmenden Digitalisierung manifestieren sich bildungsbezogen einerseits in neuen Inhalten und Qualifikationen, andererseits in neuen Möglichkeiten für und in ergänzenden Zugangswegen (z.B. Open Educational Resources, OER; Massive Open Online Course, MOOC) zu Bildung (BMW i 2016).

Im Rahmen der Ausgestaltung dieser Rahmenbedingungen ergeben sich für Studiengänge bspw. die folgenden Fragen:

- Welche Tools, Methoden, Fachkompetenzen sind für digitale Bildung grundlegend?
- Welche Selbstkompetenzen sind auf dem digitalisierten Arbeitsmarkt von Bedeutung und wie können diese Kompetenzen belegbar trainiert werden (z.B. Zertifikate)?
- Wie ist Arbeitsfreiheit der digitalen Arbeitswelt (z.B. Orts-, Zeitunabhängigkeit) studiumsbezogen zu berücksichtigen?
- Welches werden die zukünftigen Zielgruppen für hochschulische Bildung und lebenslanges Lernen (z.B. berufsbegleitende Weiterbildung) sein?
- Wie wird das Studienangebot im globalisierten Kontext positioniert?

Unabhängig von den Antworten, die Studiengänge auf diese Fragen finden, nehmen die Wichtigkeit der Kompetenzorientierung des Studiums und die Prozessorientierung des Lernens weiterhin zu. Gleichzeitig werden für Studierende Selbstkompetenzen wie Flexibilität und Kreativität bedeutsamer (BMW i 2016). Ebenso wie die Bildungsstrategien des Bundes sind die Strategien der Bundesländer beachtenswert. Die Landesregierung Baden-Württembergs formuliert in ihrer Digitalisierungsstrategie (Landesregierung Baden-Württemberg 2017) das Ziel, an allen Bildungsinstitutionen digitale Lehrkonzepte anzubieten.

Aus diesen geänderten Rahmenbedingungen ergeben sich auch veränderte studentische Erwartungshaltungen und Vorbildungen, die es zu analysieren sowie anschließend in der Studieneingangsphase aufzunehmen gilt, so dass individuell ein motiviertes Ankommen im Studium ermöglicht wird. Um zudem die digitalen Möglichkeiten von Lehre optimal nutzen zu können, benötigen Studierende für dauerhafte, tatsächliche Selbstständigkeit bei der individuellen Ausgestaltung des Lernprozesses insbesondere die folgenden Kompetenzen:

- Kritisches Denken (Kurfiss 1988), um z.B. Informationen bewerten zu können,
- Selbstmanagement, um ihre persönlichen Ressourcen (z.B. Zeit, Gesundheit) effektiv und effizient anwenden zu können,
- geeignete Lerntechniken (de Witt 2000) und
- Medienkompetenz (Hoyer 2011).

Darüber hinaus sichern weitere Kompetenzen, die durch Digitalität maßgeblich beeinflusst sind, einen erfolgreichen Berufseinstieg. Insbesondere sind hierbei

- Arbeiten in interdisziplinären, internationalen und heterogenen Teams (z.B. Kommunikation, Teamarbeitstechniken) sowie
- analytisch-intellektuelle Arbeitstechniken zur verbesserten Mensch-Maschine-Interaktion und zur Lösung komplexer Probleme

bedeutsam (Stifterverband 2016).

3.3 Herausforderungen durch digitale Veränderungsprozesse

In Abb. 2 sind bedeutsame Herausforderungen, die durch Digitalität für das Lehr-Lernsystem entstehen, dargestellt (vgl. Hochschulforum Digitalisierung 2016). Die gemeinschaftliche Bearbeitung und Bewältigung dieser Aspekte stellt eine Grundvoraussetzung für die Wirksamkeit der digitalen Mehrwerte für das Lehr-Lernsystem dar.

Mit dem digitalen Veränderungsprozess im Lehr-Lernsystem geht auch die veränderte Rolle von Lehrenden einher, die nicht mehr alleinige Wissensverwalter*innen sind (Initiative D21 2016), sondern erweiternd als moderierende Lernbegleiter*innen prozessorientiert fungieren. Hierfür benötigen Lehrende weiterführende Kompetenzen und Reflexionsräume, um z.B. die individuellen Kompetenzen und Bedürfnisse der Studierenden optimal für das Lehr-Lernsystem erheben und nutzen zu können (Wildt 2002).

Darüber hinaus bestehen aktuell erhebliche rechtliche Unsicherheiten (z.B. Datenschutzbestimmungen, Urheberrecht) im Kontext von Digitalität im Lehr-Lernsystem, die bspw. das Erstellen, die Verbreitung und die Nutzung von digitalen Lehr-Lernmaterialien betreffen sowie für den Einsatz von Unterstützungssystemen aufzulösen sind. Zudem können empirische Studien, die den Nutzen von Digitalität in der Fachdisziplin belegen, zu einer Beschleunigung des Wandels beitragen.

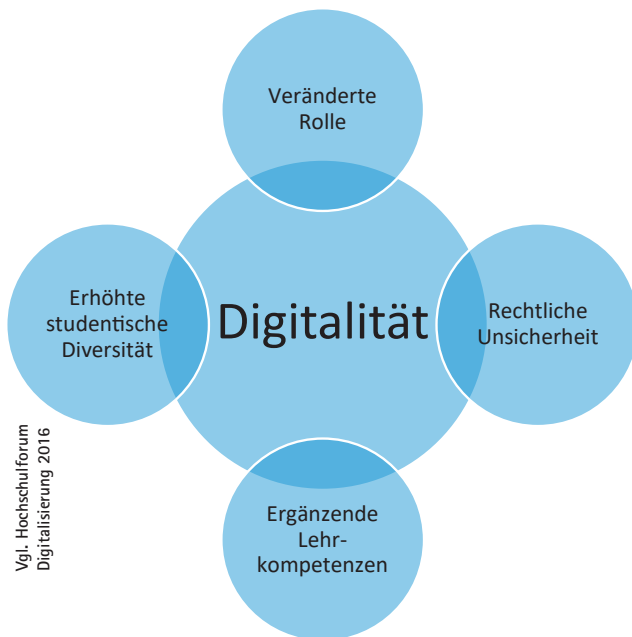


Abb. 2: Herausforderungen durch Digitalität für das Lehr-Lernsystem

Um das Potenzial von Digitalität passgenau nutzen zu können, sind die Lehrenden zu qualifizieren. Dies gilt insbesondere für Lehrende, die der Gruppe der »Digital Immigrants« angehören und damit Lehre und Lernen ausschließlich analog erfahren haben. Die EU stellt unter <https://ec.europa.eu/eusurvey/runner/DigCompEdu-H-DE> ein Tool zur Verfügung, das Lehrenden helfen kann, ihre individuellen digitalen Kompetenzen zu reflektieren. Darüber hinaus benötigen Lehrende Unterstützung von Fachexpert*innen für Digitalität (z. B. Mediengestalter*innen) sowie zentralen Hochschulstrukturen (z. B. KIT-Zentrum für Mediales Lernen, ZML), damit das dynamische Feld der digitalen Lehre zielführend ausgestaltet werden kann (Hochschulforum Digitalisierung 2016).

Digitalität erhöht im Kontext der Inklusion die Diversität in Lehr-Lernkontexten. Gleichzeitig sorgt der Megatrend Globalisierung für eine erhöhte studentische Mobilität, die sich sowohl auf die Präsenzlehre als auch auf virtuelle Lehr-Lernkontexte auswirkt. Der gesellschaftliche Mehrwert von Diversität ist Handlungsprämisse von humanistischen sowie demokratischen Strukturen und damit immanenter Bestandteil von hochschulischen Gemeinschaften. Der Umgang mit einer vielfältigen Studierendenschaft stellt jedoch Hochschulen, Studiengänge, Lehrende und Lernende vor Herausforderungen, die es gemeinschaftlich zu bearbeiten gilt (HRK 2014). Neben individuellen, z. B. in Weiterqualifikationen erworbenen Kompetenzen von Lehrenden sind hochschulische Unterstützungssysteme und ein vermehrter Austausch erforderlich.

Zur Auflösung der o.g. Herausforderungen werden Leitlinien, bei deren Entwicklung und Umsetzung alle Beteiligte zu involvieren sind, und insbesondere umfassende Unterstützungen für Lehrende bedeutsam. Nur so kann der kontinuierliche Anpassungsprozess wirksam

ausgestaltet werden, um die Zielgruppe der Studierenden im Lehr-Lernsystem optimal auf die berufliche Zukunft vorzubereiten und einen bestmöglichen Mehrwert für die Gesellschaft zu schaffen.

3.4 Perspektiven von Lehre 4.0

Die bisherige Bestandsaufnahme dieses Abschnitts beschreibt ein weiterentwickeltes Lehr-Lernsystem unter besonderer Berücksichtigung von Digitalität. Lehre 4.0 zeichnet sich somit – in enger Analogie zu Scheer (2015) – basierend auf der grundlegenden Technologie Internet insbesondere durch die in Abb. 3 dargestellten Charakteristika aus. Diese Definition ist die Grundlage für die in Abschnitt 5 durchgeführte Bestandsaufnahme der aktuellen Studiengänge »Geodäsie und Geoinformatik« des KIT.

In Lehre 4.0 ist – neben grundlegend neuen Lehr-Lernformaten – Präsenzlehre weiterhin bedeutsam. Gleichzeitig ermöglichen global angebotene Lehr-Lernressourcen umfassende Flexibilität (z. B. Orts-, Zeitunabhängigkeit) durch gespeicherte Lehrinhalte oder durch alternative Lernressourcen. Dabei werden – analog zu physischen Mobilitätsprogrammen – digitale Mobilität sowie das integrative Nutzen von hochschulfremden Anbietern zu wesentlichen Bestandteilen einer zukünftigen synergetischen Lehre. Hierdurch werden Lehrressourcen für Betreuung, Feedback, Förderung und Interdisziplinarität frei. Verbunden mit einem individualisierten und studierendenzentrierten Lehr-Lernsystem, das zudem von zusätzlichen Unterstützungsangeboten (z. B. Lernwegsteuerung) profitiert, ergibt sich daraus eine erhöhte Motivation aller Beteiligten des Lehr-Lernsystems.

Wird Lehre 4.0 aus der studentischen Perspektive betrachtet, so verfügt er/sie über individuelle Begabungen,



Abb. 3: Bestandteile und Charakteristika von Lehre 4.0

Interessen und Ressourcen, die durch Lehre 4.0 passgenau genutzt werden können, um durchgreifend kompetenzorientiert den gewünschten Berufseinstieg zu ermöglichen. Studierende werden somit zielorientiert gefördert und bestmöglich begleitet; diese Strategie gewinnt zukünftig sicherlich an hochschulpolitischer Bedeutung, wenn Studierendenzahlen in Deutschland abnehmen. Durch weitere demographische Veränderungen (z.B. erhöhtes Renteneintrittsalter, erhöhte Lebenserwartung), schnellere Innovationszyklen und geänderte berufliche Tätigkeitsschwerpunkte ergibt sich gesteigerter Bedarf an Angeboten im Sektor des lebenslangen Lernens.

Die vollständige Virtualisierung aller Bestandteile des Lehr-Lernprozesses konkurriert unmittelbar mit dem Ansatz eines Präsenzstudiums. Diese wird von den Autoren weder gewünscht noch verfolgt. Vielmehr wird im weiteren Verlauf des Artikels eine aktuelle Bestandsaufnahme im Sinne von Good-Practice beschrieben. Dazu wird zunächst in Abschnitt 4 die Perspektive von Lehre 4.0 auf »Forschungsorientierte Lehre« geändert.

4 Forschungsorientierte Lehre

Das Ziel der Lehre am KIT, der Forschungsuniversität in der Helmholtz-Gemeinschaft, besteht in der Qualifikation von Studierenden auf Basis (i) einer intensiven wissenschaftlichen und forschungsorientierten Ausbildung und (ii) des überfachlichen Kompetenzerwerbs. Die Absolvent*innen können dadurch eigenständig aktuelle und zukünftige Probleme identifizieren, komplexe Fragestellungen bearbeiten und mit Hilfe wissenschaftlicher Methoden nachhaltige Lösungen entwickeln. Als zentrale didaktische Leitidee zur engen Verbindung von Forschung und Lehre wird dazu von Beginn des KIT-Studiums an forschungsorientierte Lehre verwendet, die an den disziplinspezifischen Standards ausgerichtet ist (Beyerlin et al. 2014). Weitere Charakteristika des Lehr-Lernsystems am KIT sind (i) studierendenorientierte Lehr-Lernkultur, (ii) offene und kreative Lehr-Lernumgebung, (iii) breit angelegter internationaler Austausch und (iv) umfassende Einbindung von Studierenden in Forschungsprojekte (KIT 2018a). Forschungsorientierte Lehre wird am KIT in allen Lehrveranstaltungen, Modulen und Studiengängen Anwendung finden und somit genutzt werden, um Absolvent*innen durch Lehre 4.0 auf Arbeit 4.0 vorzubereiten.

Forschungsorientierte Lehre ist dabei im Rahmen der KIT-Leitlinie vielfältig ausgestaltbar. Sie umfasst sowohl Lehr-Lernkonzepte des forschenden Lernens (Huber 2009), bei dem Studierende den gesamten Forschungskreislauf (Abb. 4) aktiv durchlaufen und selbstständig forschend lernen, als auch Lehr-Lernkonzepte, die an aktuelle Forschungsergebnisse und -themen anknüpfen, wobei der Lehr-Lernprozess jedoch stärker lehrendenzentriert ausgestaltet ist. Am KIT werden somit unter for-



Abb. 4: Forschungskreislauf des KIT

schungsorientierter Lehre sowohl lehrendenzentrierte als auch studierendenzentrierte Ansätze subsumiert. Dies realisiert eine an Healey und Jenkins (2009) orientierte Lehre, die z.B. angepasst an das jeweilige Lernziel, die bestmögliche Ausgestaltung der Lehre ermöglicht.

Die zugeordneten Ziele des Erkenntnisprozesses des forschungsorientierten Lehrens, das Theorie und Praxis verknüpft und insbesondere auf eine berufliche Tätigkeit in Wissenschaft und Forschung vorbereitet, sind vielfältig; siehe hierzu beispielhaft Abb. 5. Dabei gilt es jedoch zu beachten, dass Studierenden- und Kompetenzorientierung – z.B. im Hinblick auf Forschungs- und Reflexionskompetenz – nicht voraussetzungslos selbstständig erfolgen können. Dies gilt insbesondere, wenn keine hohe



Abb. 5: Ziele von forschungsorientierter Lehre (FOL) am KIT

individuelle studentische Lernkompetenz sichergestellt ist (Jenert 2008). Somit braucht es explizite Anlässe, in denen für Studierende lernkompetenzbezogenen Theorieaneignung und Training ermöglicht werden.

Für Studiengänge erscheint es deshalb zielführend, an Begabungen und Vorwissen von Studierenden angepasste Angebote für Lern-, aber auch für Forschungs- und Reflexionskompetenz bezogen auf den Referenzrahmen der Fachdisziplin (Lübeck 2010) vorzuhalten. Hierdurch kann für Studierende einerseits der Forschungsprozess transparent gemacht werden (Riewerts et al. 2018) und andererseits die herausfordernde Studieneingangsphase (Bosse und Trautwein 2014) motivierend ausgestaltet werden.

Forschungsorientierte Lehre ist durchgreifend kompetenzorientiert und stellt eine sehr gute Basis für eine innovative berufliche Tätigkeit dar, in denen abseits von Standardlösungen radikal andere Ansätze, Prozesse und Organisationen benötigt werden (z.B. Arbeit 4.0). Die kompetenzorientierte Ausbildung zielt dabei nicht nur auf geodätische Fachkompetenz ab, sondern ermöglicht es Studierenden individuell, eine von Neugier getriebene, offene, lernbereite, inter- und transdisziplinäre Haltung zu entwickeln, die zudem berufsfeldrelevante unternehmerische und ethische Herausforderungen (Ehrhorn 2018) berücksichtigt. Bildungseinrichtungen wie das KIT sind hier gefordert, Lehr-Lernsettings zu entwickeln und anzubieten, die Studierende gut vorbereitet in die Berufspraxis entlassen. Synergetisch kann der kontinuierliche Austausch in der Fachdisziplin (z.B. Berufsverbände, Gremien) wirken. In wissenschaftlichen Arbeitskontexten ermöglichen zudem Leitlinien zu guter wissenschaftlicher Praxis die Orientierung (KIT 2018b).

5 Die KIT-Studiengänge der Lehreinheit »Geodäsie und Geoinformatik«

Veränderungsprozesse in Organisationen brauchen insbesondere Zeit, Ressourcen, eine Vision und eine transparente disziplinspezifische Ausgestaltung. Ergänzend dazu wird das Verhalten eines Systems stets von seiner Vergangenheit beeinflusst (Beetz 2016). Deshalb wird in Abschnitt 5.1 die Historie der KIT-Lehreinheit »Geodäsie und Geoinformatik« (LE GuG) betrachtet und eine knappe Bestandsaufnahme des Studienangebots gegeben, um daran anschließend (Abschnitt 5.2) das innovative und forschungsorientierte Lehren und Lernen in der LE GuG anhand repräsentativer, aktueller Beispiele zu beschreiben.

5.1 Aktueller Status und Rückblick

Das Karlsruher Institut für Technologie (KIT) ging 2009 aus der Fusion der Universität Karlsruhe (TH), gegründet 1825, und der Forschungszentrum Karlsruhe GmbH, gegründet 1956, als einzigartige institutionelle Verbin-

dung einer Landesuniversität mit einem nationalen Forschungszentrum hervor. Um seine drei Kernaufgaben Forschung, Lehre und Innovation zu erfüllen, ordnet das KIT seine 125 Institute in fünf fachliche Bereiche (z.B. Natürliche und gebaute Umwelt). Themenorientiert und über Fachgrenzen hinweg arbeiten Wissenschaftler*innen in KIT-Zentren (z.B. Information-Systeme-Technologien, Mobilitätssysteme, Klima und Umwelt) zusammen. Daneben orientieren sich Lehrende und Studiengänge bei der Ausgestaltung des Lehr-Lernsystems an der o.g. Leitlinie »Forschungsorientierte Lehre« und weiteren rahmengebenden Strategiepapieren (z.B. Digitalisierungsstrategie).

Die geodätische Hochschulausbildung in Karlsruhe kann auf eine lange Tradition zurückblicken. Die strukturierte Vermessungsausbildung startete im Jahr 1807. Beginn der eigentlichen universitären Hochschulausbildung ist das Jahr 1868, in dem die Professur »Vermessungswesen« geschaffen wurde (Lehrstuhl von Wilhelm Jordan »Praktische Geometrie und Höhere Geodäsie«), sodass im letzten Jahr das 150-jährige Bestehen des Geodätischen Instituts (GIK) gefeiert werden konnte (Seitz 2018). Basierend auf dieser langen Historie und immer schnelleren Innovationszyklen, verfügt die LE GuG in Veränderungsprozessen über wichtige organisationale Ressourcen (Sonntag et al. 2008).

Die LE GuG ist aktuell in der KIT-Fakultät für Bauingenieur-, Geo- und Umweltwissenschaften (BGU) verantwortlich für die beiden – zum Wintersemester (WiSe) 2008/2009 eingeführten – konsekutiven kompetenzorientierten und qualifikations- bzw. lernzielbasierten Studiengänge BSc und MSc Geodäsie und Geoinformatik (Illner et al. 2018). Beim Überförerungsprozess aus dem Diplomstudiengang wurden Lehrveranstaltungen und Inhalte kritisch geprüft (Lehner 2014), um insbesondere Freiräume für Kompetenztraining zu schaffen. Ergänzend dazu startete zum WiSe 2007/08 ein gemeinsam mit dem Institut National des Sciences Appliquées de Strasbourg getragener Doppeldiplom-Studiengang. Seit dem WiSe 2018/19 wird der englischsprachige MSc-Studiengang »Remote Sensing and Geoinformatics« zusätzlich angeboten. In Summe nehmen jährlich ca. 60 Studierende ein Geodäsiestudium am KIT auf. Die forschungsnaher LE GuG wird insbesondere vom Institut für Photogrammetrie und Fernerkundung sowie dem GIK getragen.

5.2 Innovatives und forschungsorientiertes Lehren und Lernen

Während mit didaktischen Ansätzen wie z.B. Lehre 4.0 oder Forschungsorientierung eine bestimmte, teilweise pragmatische Erwartungshaltung an Lehre verknüpft ist, zeigt die hochschuldidaktische Forschung, dass eine Umsetzung der damit verbundenen Konzepte nicht voraussetzungslos möglich ist (vgl. Abschnitt 4). Gleichzeitig bestehen – auch im Kontext der Freiheit von Lehre – sowohl disziplinspezifische als auch individuelle

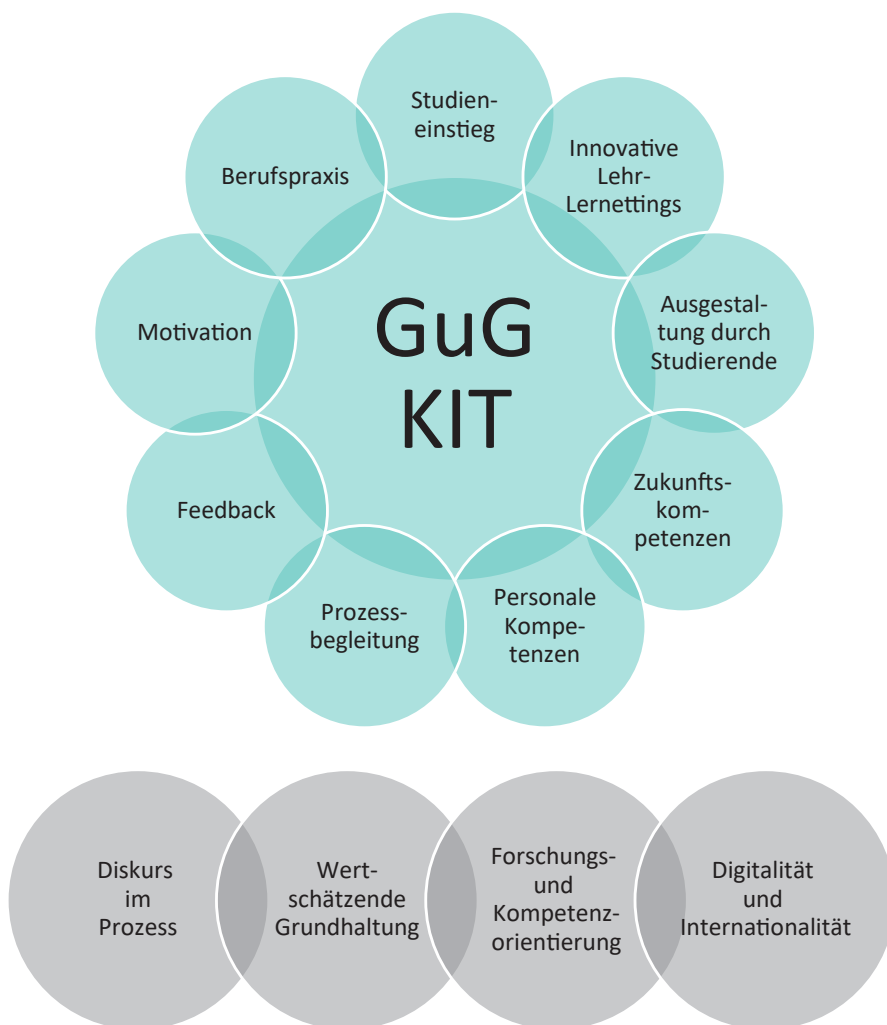


Abb. 6: Klassifizierung von Instrumenten (türkis) in der LE GuG auf der Basis von fundamentalen Handlungsprämissen (grau)

Ausgestaltungsspielräume. Daraus ergeben sich die in Abb. 6 aufgeführten Ausgestaltungsprämissen der GuG-Lehre als eine historisch determinierte, gesellschaftliche Veränderungsprozesse und Innovationen aufnehmende, standortspezifische Realisierung.

Die aktuelle Ausprägung der GuG-Lehre zeigt, dass – auf dem Weg zu Lehre 4.0 – heute schon alle GuG-Lehrveranstaltungen die Stärken von Präsenz und digitaler Lehre kombinieren und damit einen Lernmix (Blended Learning; Alonso et al. 2007) repräsentieren.

5.2.1 GuG-Handlungsprämissen in Lehr-Lernkontexten

In der LE GuG stellen ein kontinuierlicher prozessorientierter Diskurs (Abschnitt 5.2.1.1), eine wertschätzende Grundhaltung (Abschnitt 5.2.1.2), grundlegende Forschungs- und Kompetenzorientierung (Abschnitt 5.2.1.3) sowie Digitalität (Abschnitt 5.2.1.4) aktuelle Handlungsprämissen dar. Sie bilden das Fundament einer zukunftsorientierten hochschuldidaktischen Ausgestaltung des GuG-Lehr-Lernsystems. Grundlegend hierfür ist wiederum die hohe und umfassende fachgeodätische Expertise der Lehrenden.

5.2.1.1 Diskurs im Prozess

Der Austausch über Lehre und Lernen erfolgt in GuG informell, anlassbezogen, auf unterschiedliche Zielgruppen fokussierend, Studierende einbeziehend und damit vielfältig. Beispielsweise wurde im Rahmen der im WiSe 2018/19 gestarteten Reakkreditierung der deutschsprachigen GuG-Studiengänge die Chance zu einer umfassenden Bestandsaufnahme von Forschungsorientierung – insbesondere bezogen auf die Etappen des Forschungskreislaufs und auf Studierende bzw. Lehrende ausgerichtete Lernformate (vgl. Abb. 7) – genutzt. Dabei konnte die Forschungsorientierung in der LE GuG umfassend festgestellt werden, auch wenn noch einzelne Verbesserungsmöglichkeiten (z.B. Studierendenorientierung in höheren BSc-Semestern) bestehen. Basierend auf der erhaltenen Transparenz konnten weitere Entwicklungsprozesse zur verbesserten Abstimmung zwischen Lehrveranstaltungen und Semestern initiiert werden.

Ausgewählte weitere Instrumente des Diskurses in GuG sind neben der Gremienarbeit (z.B. Studienkommission) insbesondere regelmäßige Lehreinputs im Rahmen des Mitarbeiterseminars und anlassbezogene Inhouse-Schulungen von Mitarbeitenden (z.B. sachorientiertes Fragen). Analog zur guten wissenschaftlichen Praxis erfolgt der Austausch über Lehre und Lernen über die GuG-Grenzen hinaus. Dies findet innerhalb des KIT mit für die Lehre bedeutsamen Organisationseinheiten (z.B. MINT-Kolleg, House of Competence, Abteilung Hochschuldidaktik, ZML, Medienzentrum, Bibliothek) statt und darüber hinaus bspw. auf hochschuldidaktischen Fachtagungen, durch hochschuldidaktische Publikationen, durch Gremienarbeit (z.B. DVW AK Beruf), durch Weiterqualifikationen von Lehrenden (z.B. Baden-Württemberg-Zertifikat für Hochschuldidaktik, VCRP E-Didaktik Zertifikat, Systemisches Coaching) und in Lehr-Lernprojekten. Die LE GuG engagiert sich aktuell in den vier Projekten

- Strukturmodelle/Studienstart (Fokus: Studieneingangsphase; Förderung MWK BW),
- Motiviert für die Wissenschaft am KIT (Fokus: Etablierung von modulübergreifenden Lehr-Lernstrukturen; Förderung MWK BW),
- Lernen^{Coaching} (Fokus: Motivationale und individuelle Begleitung in der Studieneingangsphase; Förderung: BMBF),
- Hochschuldidaktisches Fachtandem (Fokus: Forschungsorientierte Lehre; Förderung: BMBF).

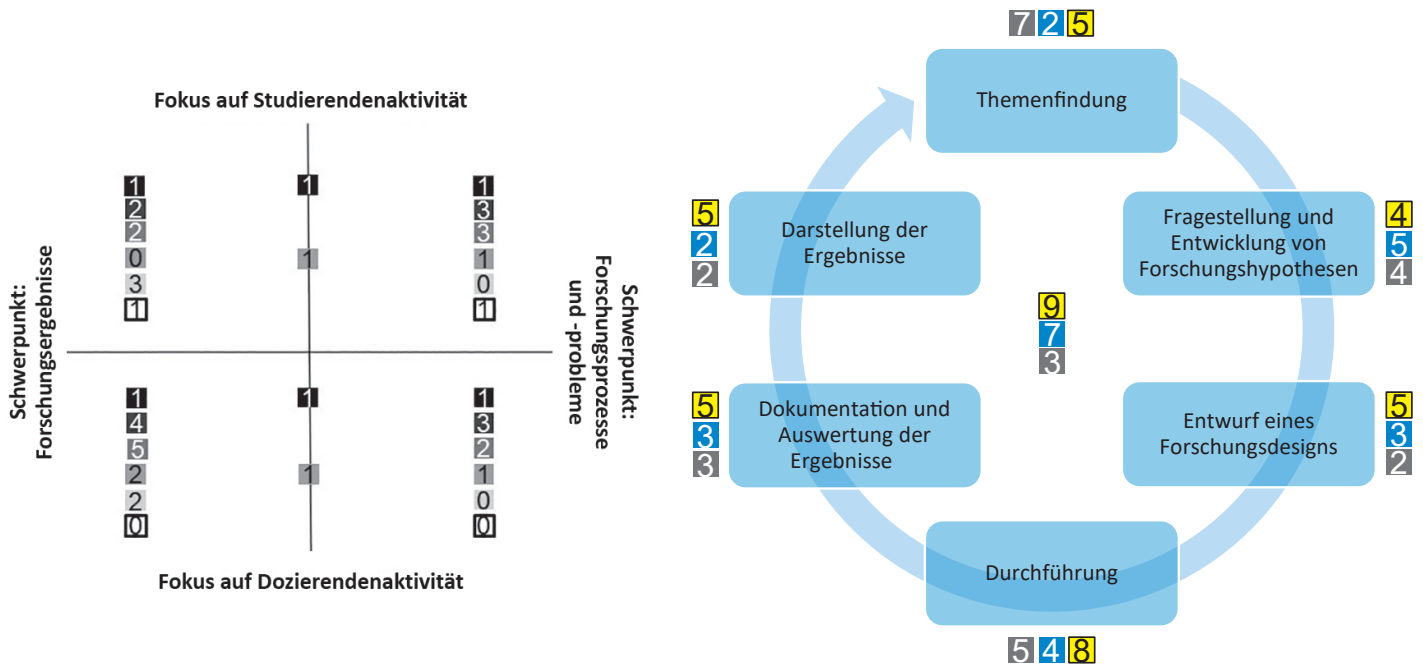


Abb. 7: Erhebung der Forschungsorientierung in GuG; links: Semesterweise Zuordnung von Lehrveranstaltungen des BSc-Studiengangs zum Model nach Healey und Jenkins, rechts: Zuordnung von MSc-Lehrveranstaltungsgrundkonzepten zu Etappen des Forschungskreislaufs nach Huber, unterschieden nach Pflicht- (grau), Wahlpflicht- (blau) und Wahllehrveranstaltungen (gelb); Ziffern repräsentieren die Anzahl von Lehrveranstaltungen.

Diese Vorhaben dienen der Weiterentwicklung und Erforschung des Lehr-Lernsystems. Zudem stehen dadurch ergänzende Ressourcen (z.B. Personal) zur Verfügung, die bspw. hochschuldidaktische Prozesse anstoßen, begleiten, evaluieren und verstetigen können. Gleichzeitig ergibt sich hieraus die Chance, das Lehr-Lernsystem ganzheitlich und prozessorientiert zu betrachten.

5.2.1.2 Wertschätzende Grundhaltung

Wertschätzende Grundhaltung umfasst nach Schlachte und Lobodda (2017) den Respekt gegenüber anderen, die Anerkennung für gute Arbeit, den Umgang mit Menschen auf Augenhöhe, die Vertrauen ermöglichende angstfreie Führung sowie das Sich-Zeit-nehmen für andere und das konkrete Nachfragen vor der Urteilsbildung. Diese Haltung ist für die LE GuG Handlungsprämisse. Zudem tragen die Vernetzung und die Beratungs- und Coachingkompetenz ausgewählter Mitarbeitenden und Studierender zum kontinuierlichen Diskurs und damit zu ihrem Erhalt bei.

5.2.1.3 Forschungs- und Kompetenzorientierung

Während Forschungsorientierung (vgl. Abschnitt 4) als zentrales Gestaltungselement aller Lehrveranstaltungen der LE GuG für Studierende den akzentuierten Einblick in Wissenschaft und Forschung Gewähr leistet (vgl. Abb. 7 links), zeichnen sich viele Lehrveranstaltungen der LE GuG dadurch aus, dass der Forschungskreislauf (vgl. Abb. 7 rechts) entweder vollständig durchlaufen wird (z.B. Projekt Angewandte Fernerkundung, Übung Posi-

tionsbestimmung, Projekt Geoinformatik, Objektorientiertes Modellieren in GIS) oder der Fokus vertiefend auf einzelne Etappen des Forschungskreislaufs gelegt wird. Zur Verdeutlichung wird im Folgenden das Lehr-Lernkonzept ausgewählter Lehrveranstaltungen beschrieben.

In der Lehrveranstaltung »Projekt Angewandte Fernerkundung« (4. BSc-Sem.) bearbeiten die studentischen Teams ein aktuelles Thema mit Forschungsbezug. Das Projekt umfasst praktische Feldarbeiten zum Vergleich und zur Bewertung von Klassifizierungen. Hierbei bilden Klassifizierungen von Satellitenbilddaten und Luftbildinterpretationen die Grundlage. Vor dem dreitägigen Projekt stellen die Studierenden einen Arbeitsplan auf, für dessen Umsetzung sie selbst verantwortlich sind. Die Lehrveranstaltung endet mit einer Abschlusspräsentation und einer Diskussionsrunde.

Im Rahmen einer Präsenz-Einheit der Lehrveranstaltung »Übungen zu Satellitengeodäsie« (5. BSc-Sem.) wird das Prinzip und die Einflussfaktoren von kostenlosen GNSS-Online-Diensten vorgestellt. Basierend darauf formulieren die Studierenden selbstgewählte und individuelle Forschungsexperimente, die im weiteren Verlauf bearbeitet werden. Hierbei werden die Studierenden sowohl bei der Formulierung als auch bei der Durchführung in einem Forum des Learning Management Systems (LMS) ILIAS begleitet. Die individuellen Ergebnisse werden in einem schriftlichen Bericht dokumentiert und diskutiert. Ein wichtiger Aspekt hierbei ist, dass die Studierenden vor der Bearbeitung des Experiments eine Erwartungshaltung an das Ergebnis entwickeln und diese schriftlich formulieren. Abschließend erhalten die Studierenden umfassendes Feedback. Innerhalb dieser Lehr-Lerneinheit

wird der Forschungskreislauf somit einmal vollständig individuell durchlaufen.

Im obligatorischen MSc-Modul »Geodätische Welt- raumverfahren« fokussieren die beiden Modul-Lehrver- anstaltungen »Positionsbestimmung« und »Schwerefeld- missionen« in den Übungen neben fachlichen Aspekten auf die tagungsaffine Ausgestaltung von Wissenschafts- kommunikation. In »Schwerefeldmissionen« besteht ein Lernziel im Erstellen eines wissenschaftlichen Posters. Studierende erhalten dazu den Auftrag, sich über ILIAS in verschiedenen »Forschergruppen« zusammenzufin- den. Jede Gruppe hat das Ziel, sich aus vorgegebenen aktuellen Fachartikeln ein Thema der Schwerefeldbe- stimmung zu erarbeiten und bei einer wissenschaftlichen Poster-Session ([http://gug.bgu.kit.edu/news_20181204. php](http://gug.bgu.kit.edu/news_20181204.php)) fachkundig zu präsentieren. Im Anschluss daran haben die Studierenden und eingeladene Wissenschaft- ler*innen die Möglichkeit zur Diskussion. Am Ende der Veranstaltung wird ein »Best Poster Award« vergeben. Die Studierenden werden durch das verwendete Instrument in der kritischen Auseinandersetzung mit aktueller Fach- literatur geschult und eignen sich wichtige Kompetenzen zur »Darstellung und Verteidigung von Forschungsergeb- nissen« im Rahmen eines wissenschaftlichen Settings an. Ergänzend dazu wird in der Lehrveranstaltung »Übun- gen zu Positionsbestimmung« eine GNSS-Konferenz ab- gehalten (www.gik.kit.edu/news_20180615.php). Dabei setzen sich die Studierenden aufbauend auf individuellen Vorkenntnissen mit einer selbst gewählten wissenschaft- lichen Fragestellung zur Code-basierten GNSS-Positions- bestimmung über einen Zeitraum von zwei Monaten aktiv und selbstbestimmt auseinander. Um den eigenen Lernprozess und Kompetenzzugewinn zu dokumentieren, reflektieren die Studierenden den Lernprozess Blog-ba- siert. Fachlich und überfachlich werden die Studieren- den durch regelmäßige kollegiale Peer- und Experten- beratungen unterstützt, die in Form von Statustreffen und virtuellen Feedback-Schleifen ausgestaltet sind. Zum Abschluss der Lehrveranstaltung präsentieren alle Studierenden die erzielten Ergebnisse bei einer wissen- schaftlichen GNSS-Konferenz. Der Ablaufplan wird von den Studierenden kollaborativ erarbeitet. Bei der Durch- führung der Konferenz sammeln die Studierenden zudem Erfahrung in der Rolle als Moderator*in einer Session. Durch das gewählte Lehr-Lernsetting können die Stu- dierenden zu Beginn des MSc-Studiums die wichtige Selbstkompetenz »Wissenschaftliches Arbeiten« in einem gesicherten Rahmen erproben und sich die einzelnen Ele- mente des Forschungskreislaufs erschließen.

In der Lehrveranstaltung »Objektorientiertes Model- lieren in GIS« (MSc-Studiengang, Wahlpflicht) erfolgt im Rahmen der Übungen die Entwicklung neuer Soft- wareelemente. Die Studierenden erarbeiten die Lösun- gen einzeln oder in kleinen Gruppen selbstverantwortlich. Es wird auf die in der Softwareindustrie üblichen agilen Ver- fahren Scrum und Kanban zurückgegriffen. Die Software wird in jedem Semester weiterentwickelt. Die Studieren-

den lernen, mit den Ansätzen ihrer Vorgänger*innen zu arbeiten. Die Motivation der Studierenden wird angeregt durch die spätere Publikation als Open-Source-Projekt via »github« und Präsentationen sowie Diskussionen im Rahmen des Kurses, wodurch die Studierenden optimal auf akademische und berufliche Diskussionen vorbereitet werden.

Lern- bzw. Qualifikationsziele stellen in der aktuellen Ausgestaltung von Lehrheiten, Modulen und Studien- gängen die Basis der Kompetenzentwicklung dar (HRK 2015). Sie ermöglichen somit in GuG entlang von Bolo- gna-Leitlinien eine tendenziell erhöhte Motivation (Gut- man 2006). Gelebte Kompetenzorientierung z.B. durch Constructive Alignment (Wildt und Wildt 2011) begün- stigt zudem studentische Motivation. Hier gilt es für die LE GuG, wenige noch fehlende Leistungs- und Prüfungs- formen kompetenzorientiert umzugestalten und zur noch besseren Kopplung an das Berufsfeld die Qualifikations- ziele der Studiengänge gegenüber FQR_GG (2018) abzu- gleichen und bei Bedarf weiterzuentwickeln.

5.2.1.4 Digitalität und Internationalität

Grundlegend für die LE GuG sind die digitale Kommuni- kation, der digitale Workflow und die Verwendung des Open Source LMS ILIAS (www.ilias.de) insbesondere als Datenrepositorium (z.B. Quellen für das Selbststudium, Skripte).

Die Digitalisierungsbestrebungen der LE GuG von Vorlesungselementen durch Mitschnitt von Präsenzlehre sowie die Produktion von Lehrvideos in Green-Screen- Studios sind entlang der Digitalisierungsstrategie des KIT ausgestaltet. So werden/wurden einzelne Lehrver- anstaltungen (z.B. Positionsbestimmung mit GNSS, Geo- informatik I) vollständig digitalisiert. In anderen Lehr- veranstaltungen werden einzelne Sitzungen erfasst oder als Webinar abgehalten (vgl. Abschnitt 5.2.2.9). Hier- bei nahm die LE GuG eine Vorreiterrolle am KIT ein, da schon ab dem Jahr 2011 ([www.gik.kit.edu/feed2011_18. php](http://www.gik.kit.edu/feed2011_18.php)) Erfahrungen bei der Digitalisierung von Lehre ge- sammelt wurden. Die Produkte dieser Bestrebungen erhö- hen die Flexibilität des Studiums, sind die Grundlage von innovativen Lehr-Lernsettings (z.B. Flipped Classroom; Handke und Sperl 2012) und können auch zur Prüfungs- vorbereitung genutzt werden. Bei der digitalen Weiter- entwicklung der GuG-Studiengänge wird auf einen gu- ten, sich wechselseitig ergänzenden Mix aus digitalen und analogen Elementen geachtet. Eine große Heraus- forderung für die Ausgestaltung des zukünftigen hoch- schulischen Lehr-Lernsystems besteht in der integrativen Erweiterung des klassischen Zeitrasters von Präsenzlehre mit orts- und zeitunabhängigen Lehr-Lernelementen, die zudem der multimedialen studentischen Erwartungshal- tung genügen.

Knapp 10 % der mehr als 350 KIT-Professor*innen so- wie rund 26 % der mehr als 3000 KIT-Doktorand*innen kommen aus dem Ausland. Gleichzeitig verfügen ca. ein

Fünftel der mehr als 24.000 KIT-Studierenden über einen internationalen Hintergrund. Somit wird am KIT und damit auch in der LE GuG Internationalität als Bestandteil von Globalisierung gelebt. Verstärkt wird dies in der LE GuG durch die umfassende Forschungsorientierung (z.B. englische Lehr-Lernelemente), das Mitwirken von Gastwissenschaftler*innen in der Lehre und die beiden internationalen Studiengänge der LE GuG.

5.2.2 Ausgewählte Instrumente und Methoden

Im Folgenden werden ausgewählte und repräsentative Aspekte der GuG-Lehre (vgl. Abb. 6) beschrieben. Hieraus entsteht ein Gesamtbild, das wesentliche Innovationen des Lehr-Lernsystems in GuG und zudem das Zusammenspiel von digitaler und Präsenzlehre aufzeigt.

5.2.2.1 Studieneingangsphase

Studentische Motivation kann durch die Berücksichtigung von schulischen Voraussetzungen und damit das Sicherstellen von Kontinuität im individuellen Bildungsprozess auf dem Weg zu Berufsfähigkeit bzw. lebenslangem Lernen einem Studienabbruch entgegenwirkend unterstützt werden (Deci und Ryan 1985). Am KIT gestaltet das MINT-Kolleg die Vorstudiumsphase aus. Gleichzeitig kann am KIT die Geschwindigkeit des Studiums individuell angepasst werden, indem Studierende MINT-Zusatzkurse belegen (www.mint-kolleg.kit.edu/IndividuellerStudienverlauf.php).

Im BSc-Studiengang wird Studienanfänger*innen insbesondere im Rahmen der Lehrveranstaltung »Fit für Studium und Beruf« (1.–2. Sem.) das Ankommen erleichtert. Sie zielt auf Selbstreflexion, Vernetzung innerhalb des Semesters, Medien- und Recherchekompetenz sowie Wissenschaftskommunikation und Berufsbildschärfung (vgl. Abschnitt 5.2.2.9) ab. Die Themenschwerpunkte dieser Lehrveranstaltung werden im Semesterverlauf regelmäßig an die Bedürfnisse der Studienanfänger*innen angepasst, sodass eine dynamische und reaktionsschnelle Lehrveranstaltung entsteht, die die Studierenden individuell und vielfältig durch die Studieneingangsphase begleitet.

5.2.2.2 Innovative Lehr-Lernsettings

In den Studiengängen der LE GuG wird das Curriculum kontinuierlich weiterentwickelt. Hierzu werden neben fachinhaltlichen Anpassungen sinnvolle Lehr-Lerninnovationen berücksichtigt und erprobt. Im Folgenden wird auf ausgewählte, im Regellehrbetrieb erfolgreich eingesetzte Beispiele eingegangen.

Leitfragen stellen ein multifunktionales Tool zur Nach- bzw. Vorbereitung von Präsenzlehre und zum Kompetenztraining mit hohem Transferpotenzial dar und werden in diversen Lehrveranstaltungen des deutschsprachigen BSc-Studiengangs genutzt. Dabei werden entweder vom

Dozenten oder von Studierenden auf unterschiedliche Ebenen (z.B. Faktenwissen, Transfer, Reflexion) fokussierend im Nachgang von Präsenzlehre Fragen formuliert. Diese werden zur Sicherung der Qualität einem Peer-Review-Prozess unterzogen, bevor sie webbasiert den Teilnehmenden der Lehrveranstaltung zur Verfügung gestellt werden. Sie können damit orts- und zeitunabhängig zur Nachbereitung im Selbststudium mit ausreichend Zeit zum individuellen Diskurs genutzt werden. Zu Beginn der folgenden Lehrinheit werden die Fragen verwendet, um an die Themen der letzten Einheit anzuschließen. Dabei tauschen sich die Studierenden zunächst in Kleingruppen aus, um anschließend im Plenum zu diskutieren. Leitfragen werden von den Studierenden als motivierend wahrgenommen und erzeugen gleichzeitig wichtiges Feedback für Lehrende. Zudem können die Fragen zur Prüfungsvorbereitung sowie in anderen Lehrveranstaltungen bzw. Semestern genutzt oder mit Dozenten anderer Hochschulen ausgetauscht werden.

Um Studierende anzuregen, sich mit präsentierten Inhalten individuell zu beschäftigen (z.B. Vor-, Nachbereitung) werden in ILIAS digitale Quizze genutzt. Dabei kreieren GuG-Lehrende z.B. in der Lehrveranstaltung »Geodätische Flächenkoordinaten« (4. BSc-Sem.) einen Fragenpool, der mittels Single- bzw. Multiple-Choice-, Freitext- oder Zuordnungsfragen kleinumfänglich (Testumfang: max. 60 Minuten) ausgewählte Inhalte thematisiert. Unter Berücksichtigung der Rahmenprüfungsordnung des KIT lassen sich in Abhängigkeit von der Anzahl korrekter Antworten Boni für Prüfungen gewähren. Auch dieses didaktische Element hat hohes Transferpotenzial, generiert wichtiges Feedback für die Dozierenden und kann zudem zur Prüfungsvorbereitung genutzt werden.

Im englischsprachigen MSc-Studiengang »Remote Sensing and Geoinformatics« werden im dritten Semester obligatorische Lab Rotations (Umfang: 10 ECTS; Prüfungsleistung: schriftlicher Bericht) genutzt, um Einblicke in zwei KIT-interne oder externe wissenschaftliche Labore/Arbeitsgruppen und das selbstständige wissenschaftliche Arbeiten zu gewähren. Hierdurch wird optimal auf die Masterarbeit vorbereitet und gleichzeitig individuell ausgestaltetes Studieren sowie Mobilität und Vernetzung ermöglicht.

5.2.2.3 Studierende als Ausgestalter*innen

Studierende der LE GuG agieren von Beginn des Studiums an als mündige Ausgestalter*innen (Reinmann und Jenert 2011) von Rahmenbedingungen und Lehre und leisten damit einen wertgeschätzten und bedeutsamen Beitrag zur Ausgestaltung des Lehr-Lernsystems. Diese methodische Perspektive der Teilnehmerorientierung (Tippelt und van Hippel 2009) ermöglicht bspw. die gemeinschaftliche, kontinuierliche Aushandlung von Lehr-Lernelementen und -prozessen sowie die konkrete Arbeit an der curricularen Weiterentwicklung. Hierzu sind im Folgenden repräsentative Beispiele ausgeführt.

Im Rahmen der BSc-Lehrveranstaltung »Fit für Studium und Beruf« erhalten Studierende schon früh im Studium Angebote zur gemeinschaftlichen Verantwortungsübernahme und für den Erfolg von Lehre. In Abb. 8 ist stellvertretend dafür das Produkt einer Lehrereinheit dargestellt, in dem Studierende die Lehrveranstaltung des Folgesemesters planen.

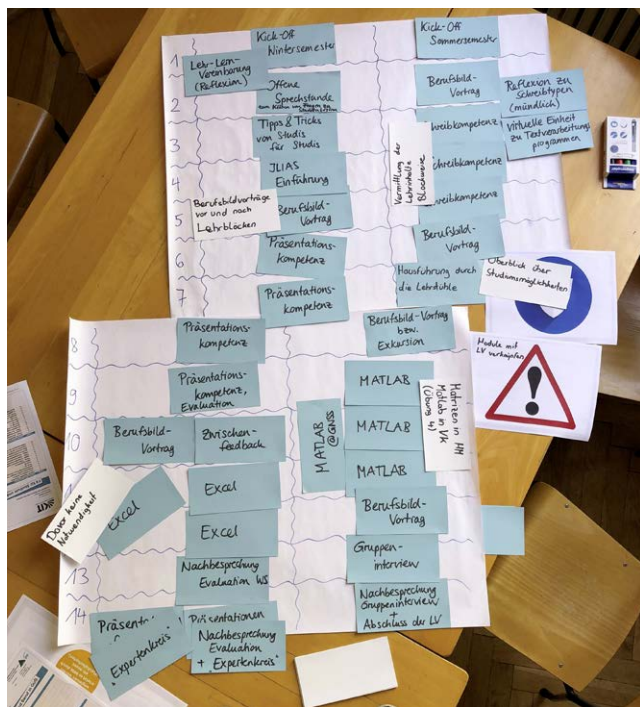


Abb. 8: GuG-Studierende nehmen bei der Planung von Lehrveranstaltungen von Folgesemestern Angebote zur gemeinschaftlichen Verantwortungsübernahme für den Erfolg von Lehre und Lernen wahr.

Die Fachschaft GuG (www.fs-geod.kit.edu) führt regelmäßig studentische Klausurtagungen durch. Dabei wurde bspw. das »Leitbild gute Lehre« in GuG von Studierenden für Lehrende entwickelt, das insbesondere die studentische Perspektive auf Lehre transparent macht und Lehrende in Entscheidungsprozessen oder beim Design von Lehr-Lernsettings unterstützt (vgl. Jenkins 2016).

Vier weiterqualifizierte GuG-Studierende aus unterschiedlichen Semestern begleiten GuG-Studierende als Studienlotsen eigenverantwortlich durch die Studieneingangsphase. Peer-Beratungsinstrumente sind dabei wöchentliche Sprechstunden, BSc-weite Umfragen zur Studiensituation (z.B. Arbeitslast, Motivation) und »Lemonade Lectures«, die während der Mittagspause über wichtige Aspekte des Studiums informieren. Um diese verantwortungsvolle Tätigkeit kompetent ausgestalten zu können, haben sich die Studienlotsen bedeutsame Kompetenzen wie z.B. Beratung, zirkuläre Reflexion, Kommunikation, Verantwortungsübernahme, Selbstmanagement angeeignet. Das individuelle Angebot der Studienlotsen (<https://gug.bgu.kit.edu/studienlotsen.php>) ist durch das MWK BW gefördert. Aufgrund der ausgezeichneten Kooperation mit dem House of Competence des

KIT verfügt die LE GuG seit dem Sommersemester (SoSe) 2019 mit einer Inhouse-Schreib-Tutorin, die GuG-Studierende bei Fragen rund um wissenschaftliches Schreiben berät, über ein weiteres wichtiges Peer-Tutoring-instrument.

5.2.2.4 Training von Zukunftskompetenzen

Neben digitalen Kompetenzen werden die in diesem Abschnitt thematisierten personalen Kompetenzen – Reflexions-, Recherche- und Lernkompetenz – häufig als besonders relevant für zukünftige Kontexte (z.B. lebenslanges Lernen) herausgestellt. Im Rahmen der GuG-Studiengänge kommt der Aneignung von theoretischen Grundlagen und dem praktisch-integrativen Training dieser Kompetenzen deshalb eine große Bedeutung zu. Im Folgenden werden ausgewählte Trainingsfelder für diese Kompetenzen beschrieben.

Nach Huber (2009) ist die Reflexion – das Bewusstmachen der Tätigkeit und der Erfahrungen des Erkenntnisprozesses und der einwirkenden Faktoren (Huber 2017) – ein wesentlicher Bestandteil und gleichzeitig ein wesentliches Ziel von forschendem Lernen. Durch geeignete mündliche und schriftliche Lehr-Lernsettings (z.B. E-Portfolio, Blog, Peer-Feedback, Reflexionssitzungen) wird in GuG die Reflexionskompetenz unterstützt und gleichzeitig das Humboldtsche Bildungsideal gelebt. Digitalität garantiert hierbei insbesondere (i) eine individuelle Dokumentation, die über den gesamten Student-Life-Cycle genutzt werden kann, um z.B. persönliche Fortschritte sichtbar zu machen, und (ii) Strukturen für Reflexionsanlässe und (Peer-)Feedback. Somit werden Studierende von Beginn des Studiums an durch Angebote zur Selbstreflexion befähigt und im weiteren Studienverlauf durch anlassbezogene und freiwillige Beratungs- und Coachingangebote begleitet.

Die methodischen Kompetenzen Recherche und Bewertung eines Rechercheprozesses sind heute schon bedeutsame Kompetenzen mit hoher gesellschaftlicher Relevanz, wenn es z.B. darum geht, im Lehr-Lernkontext die Qualität und die Relevanz von zunehmend verfügbaren Publikationen zu bewerten. Im GuG-Studium werden viele Anlässe geschaffen, um Studierenden die Aneignung dieser Kompetenz zu ermöglichen. Wichtige theoretische Grundlagen werden dabei bspw. in einer virtuellen Lehr-Lerneinheit angeeignet, die von der KIT-Bibliothek speziell für GuG entwickelt wurde.

Die individuelle Lernkompetenz ist maßgeblich für den individuellen Erfolg eines Studiums. Deshalb reflektieren und dokumentieren Studierende in der Lehrveranstaltung »Positionsbestimmung mit GNSS« (2. BSc-Sem.) in einem digitalen Lehr-Lernelement individuell ihre eigene Lernphilosophie, nachdem die Lehrphilosophie des Dozenten offen gelegt wurde; in Abb. 9 sind beispielhaft die Lernphilosophien von zwei Studierenden dargestellt, die an dieser Lehrveranstaltung im SoSe 2019 teilgenommen haben. Hierdurch werden Haltungen wechselseitig

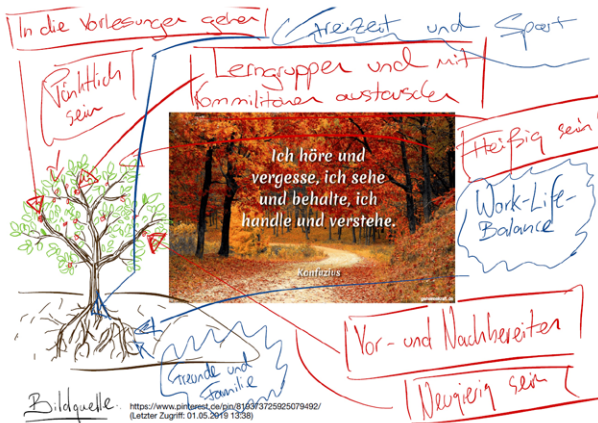


Abb. 9: Studierende reflektieren ihre Lernphilosophie.

abgeglichen und Erwartungen transparent, was eine semesterspezifische Ausgestaltung von Lehr-Lernprozessen ermöglicht.

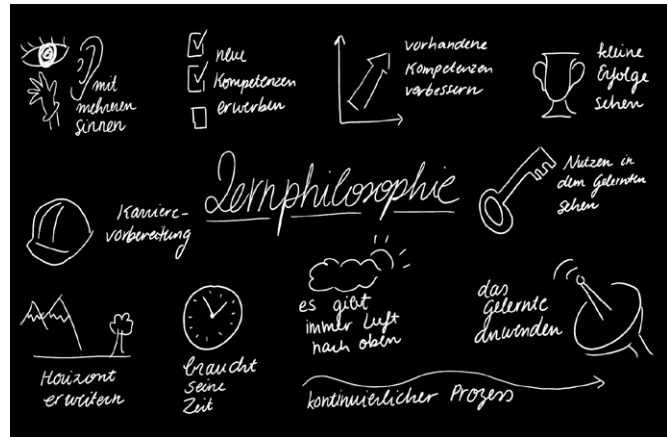
5.2.2.5 Training von personalen Kompetenzen

In den Studiengängen der LE GuG sind – neben der Möglichkeit, Schlüsselkompetenzen im Wahlbereich individuell zu vertiefen – vielfältige integrative Anlässe zum Training von personalen Kompetenzen berücksichtigt. Im Folgenden wird auf drei ausgewählte Angebote vertieft eingegangen.

Die grundlegenden personalen Kompetenzen Teamfähigkeit, Kollaboration und Kommunikation können GuG-Studierende im Rahmen von praktischen Feldübungen trainieren. Teilweise erfolgt die Gruppeneinteilung dabei so, dass heterogene oder interdisziplinäre Teams entstehen, wodurch Studierende wichtige berufsrelevante Erfahrungen sammeln können. Darüber hinaus werden – z.B. zur gemeinschaftlichen Vor- und Nachbereitung – verstärkt digitale kollaborative Lehr-Lernsettings genutzt (z.B. asynchrone forenbasierte Diskussion, wiki-Kollaboration).

Im Rahmen der Lehrveranstaltung »Projektakquisition« (MSc-Studium, Wahlpflicht) bewerben sich Studierende auf ein realitätsnahes Ingenieurbauprojekt. Dabei wird der gesamte wirtschaftsrelevante Prozess von der Bewerbung auf eine Ausschreibung bis zum Zuschlag – u.a. durch Rollenspiele – erlebbar und gleichzeitig zur individuellen Schärfung des Berufsbilds beigetragen.

Weitere individuelle Trainingsmöglichkeiten bestehen für Studierende darin, sich als Tutor*innen zu engagieren und bspw. während der Peer-Betreuung von praktischen Feldübungen oder als unterstützende Peer-Begleiter*in (z.B. Studienlotsen) andere Studierende anzuleiten. Dieses wichtige Trainingsfeld ermöglicht einerseits eine individuelle praktische Vertiefung von Kompetenzen wie Kommunikation, Organisation, Verantwortungsübernahme, Moderation und Führung. Andererseits bestehen am KIT für Studierende umfassende Möglichkeiten, sich die zugehörigen theoretischen Grundlagen anzueignen (z.B. KIT-Zertifikatsprogramm für Tutor*innen »Start in



die Lehre«). Anlassbezogen bietet die LE GuG unterstützt durch Fachexpert*innen der Hochschuldidaktik gemeinsame Inhouse-Weiterbildungen für Tutor*innen und Mitarbeitende an. In Abb. 10 sind Impressionen dieses Workshopzyklus dargestellt.

5.2.2.6 Prozessbegleitung und Rollenkompetenz

Im Rahmen der Studiengänge der LE GuG nehmen die Lehrenden unterschiedliche Rollen ein, um für Studierende den Lernprozess bestmöglich auszugestalten.



Abb. 10: GuG-Lehrende und -Studierende reflektieren gemeinsam theoretische Grundlagen der Gruppenbetreuung.

Basierend auf einer wertschätzenden Grundhaltung und einer Lehre auf Augenhöhe nehmen weiterqualifizierte GuG-Lehrende – neben Fachexpert*in und Prüfer*in – u. a. die Rollen Dienstleister*in (z. B. Organisation von Lehre und Lernen), Mediator*in (z. B. Management von persönlichen Konflikten zwischen Studierenden), Berater*in (z. B. Ausgestaltung des Studienverlaufs) oder Coach (z. B. prozessorientierte, lösungsorientierte Unterstützung) an. Diese vornehmlich face-to-face genutzte Rollenvielfalt impliziert für GuG-Lehrende einen reflexiven Diskurs zur Sicherstellung von Rollenklarheit.

5.2.2.7 Feedback

Eine zentrale Rolle in Lernprozessen kommt dem wechselseitigen Feedback zu. Hier können Studierende insbesondere dabei unterstützt werden, individuelle Bezugsnormen anzuregen, bei denen Rückmeldungen bezüglich früherer Leistungen gegeben werden (Rheinberg 2008). Dabei gilt es auch – bspw. durch regelmäßige und damit kurzfristige selbstreflektive Erkundung der individuellen Bezugsnorm – Lernende dabei zu unterstützen, aus (Miss)Erfolgen wirksame Schlüsse für das künftige Lernen zu ziehen. Hierzu werden in GuG vermehrt digitale Feedbackanlässe kreiert. In diesem Kontext belegen wissenschaftliche Studien unabhängig von Geschlecht, Lehransatz, Motivationstyp, Begabung oder Kulturkreis die hohe Relevanz von Peer-Feedback, das sich im Gegensatz zum Feedback von Lehrenden nicht negativ auf die Motivation von Lernenden auswirkt (Raufelder 2018).

Diesen Prämissen folgend werden in der LE GuG – neben Standardevaluationsmethoden für Lehrende (z. B. Lehrveranstaltungsevaluation) und Studierende (z. B. umfassende Kommentierung von Übungsblättern, Prüfungsnachgespräche) – informell und anlassbezogen individuell Rückmeldungen generiert und zur Weiterentwicklung genutzt. Die Resultate dieser wichtigen Rückmeldungen werden zur Selektion von verstetigungswürdiger Lehr-Lerninnovation genutzt. Darüber hinaus wurde das Konzept der Feedback-Regelspiralen (Raufelder 2018) etabliert, durch das für Querschnittsthemen (z. B. Wissenschaftskommunikation; vgl. Abschnitt 5.2.2.4) kontinuierliche, modul- und semesterübergreifende digitale Prozesse sichergestellt werden können. Dabei reflektieren Studierende digital – basierend auf Fremd- und Selbstwahrnehmung – Stärken, Steigerungspotenzial und Ziele. In Folgesemestern werden diese Regelspiralen wiederholt durchlaufen, wodurch individuell ein motivierender Zugewinn an Kompetenz realisiert werden kann. Gleichzeitig wird die Kompetenz Selbstreflexion (vgl. Abschnitt 5.2.2.4) trainiert.

Feedback für Lehrende wird in der LE GuG bspw. anlassbezogen (z. B. Neuentwicklung von Lehrveranstaltungen) durch das alternative Evaluationsinstrument Teaching Analysis Poll (Frank und Kaduk 2015) mit hochschuldidaktischer Begleitung generiert. Im Vorfeld des Teaching Analysis Polls werden Leitfragen für die

Studierenden entwickelt, die während der Durchführung von hochschuldidaktischen Fachexpert*innen mit Studierenden in Kleingruppen diskutiert werden. Die studentischen Wahrnehmungen werden anschließend in einem Rückmeldegespräch an die Lehrenden kommuniziert und zur Weiterentwicklung der Lehre genutzt.

5.2.2.8 Motivation

Motivation als ein erlerntes kontextabhängiges kognitives Verhalten (Schunk 2016) ist für Bildung ein fundamentaler Einflussfaktor. In Lernprozessen wiederum stellen Lehrende eine zentrale Einflussgröße für die Lern- bzw. Leistungsmotivation dar (Pudelko und Boon 2014). Gleichzeitig beeinflussen Sozialisationsbedingungen (z. B. Schule) Motivationserleben, so dass explizite Reflexionselemente den Übergang Schule-Hochschule in GuG erleichtern. Dieses hochschulische Angebot ist regelmäßig und in Kooperation mit dem Adressatenklientel (z. B. Studierende, Arbeitgeber) kritisch zu hinterfragen. Die interindividuell unterschiedlichen Lernerfahrungen sind hierbei verlässlich zu erfassen, um eine effektive, studierendenzentrierte Förderung zu ermöglichen und z. B. die u. a. aufgrund von individuellen Veränderungs- und Anpassungsprozessen herausfordernde Studieneingangsphase maßgeschneidert ausgestalten zu können. In GuG wird die Motivation in Kooperation mit den Studienlotsen regelmäßig und zu unterschiedlichen Anlässen erfasst. Weiterhin stellt die gelebte Feedback-Kultur kontinuierlichen Austausch sicher und durch Studienlotsen, Studienberatung und zu systemischen Coaches weiterqualifizierte Mitarbeitende werden situativ nutzbare Angebote vorgehalten (z. B. Lehrveranstaltung »Fit für Studium und Beruf«; 1.–2. BSc-Sem.).

Basierend auf der bedürfnisorientierten (Raufelder 2018) Selbstbestimmungstheorie (Deci und Ryan 1985) wird studentische Motivation durch soziale Eingebundenheit sowie Kompetenz- und Autonomieerleben unterstützt. In aktuellen und künftigen Bildungsprozessen kommen einer positiven wertschätzenden Beziehung zu den Studierenden (z. B. Niemiec und Ryan 2009), Feedback-Prozessen (z. B. Katz und Assor 2007) und studierendenzentrierten Lehrsettings (Chirkov und Ryan 2001, Wildt 2004) eine große Bedeutung zu. Gleichzeitig können studentische Peer-Interaktionen die o. g. Bedürfnisse stillen. Diese Lernzielorientierung wird dabei umso stärker wahrgenommen, je besser die Lehrenden-Lernenden-Beziehung ist (Smart 2014). Vorsorgliche Beziehungspflege begünstigt somit studentische Motivation. Beziehungspflege bzw. Beziehungsermöglichung stellt auch in Peer-Netzwerken (z. B. Lerngruppe, Lehrveranstaltungsteilnehmende, Semester, Studiengang) eine relevante Einflussgröße für Motivation und damit für Wirksamkeit von Lehr-Lernprozessen dar. Dies gilt insbesondere auch während der Studieneingangsphase, wo in GuG – schon beginnend in der O-Phase – durch Angebote der Studienlotsen, der Fachschaft und von Lehrenden

aktiv – als Ergebnis eines strukturierten Prozesses – ein »gutes Ankommen« im Studium ermöglicht wird.

Positive motivationale Unterstützung bei der kontinuierlichen Aushandlung von Normen und Rollen wirkt positiv nicht nur auf Leistung und Engagement, sondern stellt auch eine bedeutende indirekte Einflussgröße wechselseitiger emotionaler Unterstützung (z.B. Verständnis, Rat, Ermutigung, Hilfsbereitschaft) dar (Wentzel et al. 2010). Nach Bauer (2006) können insbesondere Lernangebote (z.B. Peer-Teaching) motivieren, bei denen Lernende für oder mit Menschen etwas tun (z.B. Gesellschaft, Service Learning; Frank et al. 2009). In diesem Kontext sind die beiden Lehrveranstaltungen »Geschichte der Geodäsie« (MSc-Studium, Wahl) und »Projekt Geoinformatik« (MSc-Studium, Wahlpflicht) als Prototypen anzuführen.

Im Rahmen der auf historische Aspekte der Geodäsie ausgerichteten Lehrveranstaltung »Geschichte der Geodäsie« gestalten Studierende – nachdem der Forschungskreislauf vollständig durchlaufen wurde – eine 90-Minuten-Lehr-Lerneinheit. Im »Projekt Geoinformatik« agieren Lehrende als Prozessbegleiter, während Studierende interdisziplinäre Projekte mit hoher gesellschaftlicher (z.B. OSM-Projekt »Räume des Ankommens« für Geflüchtete) oder internationaler Relevanz (z.B. integrative 3D-Gebäudemodellierung im DAAD-Projekt mit Salvador Bahia, Brasilien) eigenverantwortlich durchführen. Diese Lehr-Lernsettings bedienen den kognitiven Lernprozess und schaffen damit sehr günstige Voraussetzungen für das lebenslange Lernen (Füller 2019).

5.2.2.9 Berufspraxis

Forschungsorientierte Lehre wird am KIT als Lehrstrategie gewählt, um Wissenschaft und Forschung als Berufsbild für Studierende umfassend – und zu großen Teilen digital – erlebbar zu machen. Daneben stellen für die LE GuG Lehraufträge, die an engagierte Berufspraktiker*innen mit ausgewiesener Fachexpertise vergeben werden, Exkursionen sowie Berufsbildvorträge, die insbesondere in den ersten beiden Semestern von jungen KIT-Absolvent*innen ausgeführt werden, bedeutsame Gestaltungselemente zur Schärfung des Berufsbilds und zur Erhöhung der Motivation dar. Hier werden zukünftig vermehrt Lehr-Lernsettings zum Einsatz kommen, die digital und international Fachkompetenz in die LE GuG transferieren. Erste Erfahrungen wurden hierzu in verschiedenen Lehrveranstaltungen (z.B. »Fit für Studium und Beruf«, »Projekt Geoinformatik«) unterstützt durch das ZML und das Steinbuch Centre for Computing des KIT gesammelt und in die Studiengänge rückgekoppelt. Im Kontext Berufspraxis stellt zudem die 2017 mit dem Lehrpreis der KIT-Fakultät BGU ausgezeichnete Lehrveranstaltung Hauptvermessungsübung (HVÜ) ein wichtiges Element mit langer Tradition dar (Möller et al. 2018). Bspw. bearbeiten Studierende des vierten BSc-Semesters im Rahmen der HVÜ II eine gestalterische Aufgabe der

Modernisierung ländlicher Gebiete selbstständig, eigenverantwortlich und aktiv in einem Kreislauf aus Lehre 4.0 und Geodäsie 4.0.

6 Zusammenfassung und Ausblick

Die ständig neu ausgehandelte gemeinsame Verantwortung für die Weiterentwicklung des Lehr-Lernsystems wird in der LE GuG durch verschiedene Instrumente ermöglicht. So werden vermehrt Anlässe zum konstruktiven Austausch und zur Kommunikation geschaffen, die Reflexion von allen Beteiligten des Lehr-Lernsystems gestärkt, auch im Hinblick auf Rollenbewusstheit, Multiperspektivität und Transparenz, sowie eine offene, kommunikative, wertschätzende Grundhaltung praktiziert. Gleichzeitig wird die Motivation der Studierenden regelmäßig erhoben und durch besondere Maßnahmen (z.B. Schärfung des Berufsbilds) unterstützt.

Hierdurch kann – getragen durch Elemente des forschungsorientierten Lernens – die positive forschende Grundhaltung der »kritischen Auseinandersetzung« mit fachlichen und persönlichen Herausforderungen gelebt werden. Das Hauptziel des Studiums – Verbesserung der individuellen fachlichen und personalen Kompetenzen – kann so studierendenzentriert ausgestaltet werden. Auf den mit Lehre 4.0 einhergehenden Veränderungsprozess ist die LE GuG des KIT gut vorbereitet. Sie verfügt zudem durch den Bologna-Prozess und den mit der Einführung von forschungsorientierter Lehre verbundenen Change-Prozess über Change-Erfahrung. Die LE GuG wird weiterhin engagiert das Lehr-Lernsystem weiterentwickeln, da eine systemische Rückkopplung zwischen der Entwicklung von Lehre bzw. Lehrenden und der Entwicklung von Studierenden besteht. Hierzu wird sich die LE GuG weiterhin durch analoge und digitale, kollaborative Lehr-Lernprojekte, Netzwerk- und Gremienarbeit (z.B. DVW AK Beruf) über Lehre und Lernen austauschen, um interessante Lehr-Lernelemente realisieren und in die LE GuG integrieren zu können.

Um die Chancen, die Lehre 4.0 insbesondere auch im bedeutsamen Kontext der wissenschaftlichen Weiterbildung als Teil des lebenslangen Lernens bietet, verstärkt erproben zu können, ist die LE GuG jedoch aufgrund eines erhöhten Bedarfs an Ressourcen (z.B. Personal) bspw. auf Förderprogramme und das Einwerben von Drittmitteln angewiesen. Hier gilt es – z.B. im Kontext von herausfordernden Personalsituationen (z.B. Lehrdeputatsregelungen, Wissenschaftszeitgesetz) – für Hochschulen zukunftsdienliche Entscheidungen zu treffen und die standortspezifischen Weichen für das nächste Jahrzehnt zu stellen.

Dank

Die Autoren danken allen Lehrenden der geodätischen KIT-Studiengänge für ihr Engagement. Insbesondere wird Jana Falkenberg, Thomas Grombein, Marion Heublein, Paul Kuper, Jan Rabold, Norbert Rösch und Uwe Weidner für die Unterstützung bei der Sichtung von Lehr-Lernkonzepten in der Lehreinheit »Geodäsie und Geoinformatik« gedankt. Stellvertretend für die Studierenden sei Jonas-Lothar Jakob und Thea Lepage für die Grafiken von Abb. 9 gedankt.

Literatur

- Alonso, F., López, G., Manrique, D., Viñes, J.M. (2007): An instructional model for web-based e-learning education with a blended learning process approach. In: *British Journal of Educational Technology*, 36. Jg., Heft 2/2007, 217–235. DOI: 10.1111/j.1467-8535.2005.00454.x.
- Barr, R.B., Tagg, J. (1995): From teaching to learning – A new paradigm for undergraduate education. In: *Change: The Magazine of Higher Learning*, 27. Jg., Heft 6/1995, 12–26. DOI: 10.1080/00091383.1995.10544672.
- Bauer, J. (2006): *Prinzip Menschlichkeit – Warum wir von Natur aus kooperieren*. Hoffmann und Campe Verlag, Hamburg.
- Betz, J. (2016): *Wie Rückkopplung unser Leben bestimmt und Natur, Technik, Gesellschaft und Wirtschaft beherrscht*. Springer Spektrum, Berlin Heidelberg. DOI: 10.1007/978-3-662-47090-9.
- Beyerlin, S., Klink, K., Diez, A. (2014): *Forschungsorientierte Lehre: Konzept und Umsetzungsstrategien auf institutioneller und praktischer Ebene am Beispiel des Karlsruher Instituts für Technologie (KIT)*. In: Berendt, B., Fleischmann, A., Wildt, J., Schaper, N., Szczyrba, B. (Hrsg.): *Neues Handbuch Hochschullehre. Lehren und Lernen effizient gestalten*, A 3.13, 41–61.
- BMWi (2016): *Digitale Bildung – Der Schlüssel zu einer Welt im Wandel*. www.bmw.de/Redaktion/DE/Publikationen/Digitale-Welt/digitale-bildung-der-schlüssel-zu-einer-welt-im-wandel.pdf?__blob=publicationFile&t=8.
- BMWi (2018): *Digitale Agenda*. www.bmw.de/Redaktion/DE/Artikel/Digitale-Welt/digitale-agenda.html.
- Bosse, E., Trautwein, C. (2014): Individuelle und institutionelle Herausforderungen der Studieneingangsphase. In: *Zeitschrift für Hochschulentwicklung*, 9. Jg., Nr. 5/2014, 41–62.
- Caffier, A., Heß, D., Müller, H., Scheu, M., Seifert, M., Seuß, R., DVW Arbeitskreis 2 – Geoinformation und Geodatenmanagement (2017): *Geodatenmanagement*. In: *zfv*, 142. Jg., Heft 4/2017, 201–210. DOI: 10.12902/zfv-0175-2017.
- Chirkov, V.I., Ryan, R.M. (2001): Parent and teacher autonomy-support in Russian and U.S. adolescents: Common effects on well-being and academic motivation. In: *Journal of Cross Cultural Psychology*, Heft 5/2001, 32. Jg., 618–635.
- Deci, E.L., Ryan, R.M. (1985): *Intrinsic motivation and self-determination in human behavior*. New York: Plenum.
- Ehrhorn, U. (2018): *Werteorientierung und ethische Grundsätze in der Berufspraxis eines Geodäten*. In: *fub – Flächenmanagement und Bodenordnung*, Nr. 4/2018.
- FIG (2004): *Definition of the Functions of the Surveyor*. www.fig.net/about/general/definition/definition.pdf.
- FQR_GG (2018): *Fachspezifischer Qualifikationsrahmen Geodäsie und Geoinformation*. www.dvw.de/sites/default/files/landesverein-bb/aktuelles/FQR_GG.pdf.
- Frank, A., Kaduk, S. (2015): *Lehrveranstaltungsevaluation als Ausgangspunkt für Reflexion und Veränderung. Teaching Analysis Poll (TAP) und Bielefelder Lernzielorientierte Evaluation (BiLOE)*. In: *Arbeitskreis Evaluation und Qualitätssicherung der Berliner und Brandenburger Hochschulen und Freie Universität Berlin* (Hrsg.): *QM-Systeme in Entwicklung: Change (or) Management? Tagungsband 3 der 15. Jahrestagung des Arbeitskreises Evaluation und Qualitätssicherung der Berliner und Brandenburger Hochschulen*, 2.–3. März 2015, Freie Universität Berlin, 29–51.
- Frank, S., Sliwka, A., Zentner, A. (2009): *Service Learning – Lernen durch Engagement*. In: Edelstein, W., Sliwka, A. (Hrsg.): *Praxisbuch Demokratiepädagogik – Sechs Bausteine für die Unterrichtsgestaltung und den Schulalltag*. 151–192, Beltz Verlag, Weinheim/Basel.
- Füller, C. (2019): *Zwängt die Schüler nicht in Korsetts*. In: *didacta-magazin.de*, Heft 1/2019, 58–59.
- Gutman, L.M. (2006): *How student and parent goal orientation and classroom goal structures influence the math achievement of African Americans during the high school transition*. In: *Contemporary Educational Psychology*, 31. Jg., Heft 1/2006, 44–63. DOI: 10.1016/j.cedpsych.2005.01.004.
- Handke, J., Sperl, A. (2012): *Das Inverted Classroom Model*. Begleitband zur ersten deutschen ICM Konferenz. Oldenbourg, Münster.
- Hauk, P. (2018): *Zur Eröffnung des LGL-Forums und der Freischaltung des Geoportals Baden-Württemberg*. DVW Baden-Württemberg e.V. Mitteilungen, 65. Jg., Heft 1/2018, 54–59.
- Healey, M., Jenkins, A. (2009): *Developing undergraduate research and inquiry*. The Higher Education Academy, York.
- Hochschulforum Digitalisierung (2016): *The digital Turn – Hochschulbildung im digitalen Zeitalter*. Arbeitspapier Nr. 28.
- Hochschulforum Digitalisierung (2018): *3 plus 10 Thesen zu gesellschaftlichen Trends und der zukünftigen Rolle der Hochschule*. Diskussionspapier Nr. 04, Sept. 2018.
- Horx, M. (2011): *Das Megatrend-Prinzip – Wie die Welt von morgen entsteht*. Deutsche Verlagsanstalt, München.
- Hoyer, H. (2011): *Der Lernbegleiter – Berufsbegleitendes Fernstudium für Lehrende*. *Forschung & Lehre*, 18. Jg., Heft 2/2011, 124–126.
- HRK (2014): *Eine heterogenitätsorientierte Lehr-/Lernkultur für eine Hochschule der Zukunft*. *Fachgutachten, Projekts nexus der Hochschulrektorenkonferenz*. www.hrk-nexus.de/fileadmin/redaktion/hrk-nexus/07-Downloads/07-02-Publikationen/Fachgutachten_Heterogenitaet.pdf.
- HRK (2015): *HRK Nexus Impulse für die Praxis: Kompetenzorientiert Prüfen – Zum Lernergebnis passende Prüfungsaufgaben*. 4. Ausgabe 4, Bonn.
- Huber, L. (2009): *Warum Forschendes Lernen nötig und möglich ist*. In: Huber, L., Hellmer, J., Schneider, F. (Hrsg.): *Forschendes Lernen im Studium: aktuelle Konzepte und Erfahrungen. Motivierendes Lehren und Lernen in Hochschulen*. 10. Jg., 9–35, Universitätsverlag Weblar, Bielefeld.
- Huber, L. (2014): *Forschendes Lernen. Begriff, Begründungen und Herausforderungen*. <https://dbs-lin.ruhr-uni-bochum.de/lehreladen/lehrformate-methoden/forschendes-lernen/begriff-begrundungen-und-herausforderungen>.
- Huber, L. (2017): *Reflexion*. In: Mieg, H.A., Lehmann, J. (Hrsg.): *Forschendes Lernen: Wie Lehre in Universitäten und Fachhochschulen erneuert werden kann*, 101–114. Campus, Frankfurt.
- IGG (2018): *Geodäten sind Impulsgeber für die Digitalisierung*. Positionspapier, *Interessengemeinschaft Geodäsie*. www.ig-geodaesie.de/fileadmin/igg/IGG_-_Geodaesie_Impulsgeber_fuer_Digitalisierung.pdf.
- Illner, M., Mayer, M., Breunig, M. (2018): *Die universitäre Geodäsieausbildung in Karlsruhe – Historie, Gegenwart und Zukunft*. In: Seitz, K. (Hrsg.): *Festschrift zur 150-Jahr-Feier des Geodätischen Instituts (1868–2018)*. Bd. 2018–2, 275–290, Schriftenreihe des Studiengangs Geodäsie und Geoinformatik, KIT Scientific Publishing, Karlsruhe. DOI: 10.5445/IR/1000090245.
- Initiative D21 (2016): *Sonderstudie »Schule Digital« Lehrwelt, Lernwelt, Lebenswelt: Digitale Bildung im Dreieck SchülerInnen-Eltern-Lehrkräfte*. https://initiated21.de/app/uploads/2017/01/d21_schule_digital2016.pdf.
- Jenert, T. (2008): *Ganzheitliche Reflexion auf dem Weg zu Selbstorganisiertem Lernen*. In: Häcker, T., Hilzensauer, W., Reinmann, G.: *Bildungsforschung*. 5. Jg., Heft 2/2008 Schwerpunkt »Reflexives Lernen«.
- Jenkins, R. (2016): *What makes a good teacher?* In: *The Chronicle of Higher Education*. www.chronicle.com/article/What-Makes-a-Good-Teacher-/236657.
- Katz, I., Assor, A. (2007): *When choice motivates and when it does not*. In: *Educational Psychology Review*, Heft 4/2007, 19. Jg., 429–442. DOI: 10.1007/s10648-006-9027-y.

- KIT (2015) KIT-Leitfaden: Forschungsorientierte Lehre. www.peba.kit.edu/downloads/Leitfaden-Forschungsorientierte_Lehre_am_KIT.pdf.
- KIT (2018a): Leitbild für Studium und Lehre am Karlsruher Institut für Technologie. www.pst.kit.edu/452.php.
- KIT (2018b): Satzung zur Sicherung guter wissenschaftlicher Praxis am Karlsruher Institut für Technologie (KIT). www.sle.kit.edu/downloads/AmtlicheBekanntmachungen/2018_AB_032.pdf.
- Kurfiss, J.G. (1988): Critical thinking: theory, practice, and possibilities. ASHE-ERIC Higher Education Report No. 2. <https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED304041.pdf>.
- Kutterer, H. (2019): Geodäsie – Schlüsseldisziplin für die digitale Gesellschaft. In: Hanke, K., Weinold, T. (Hrsg.): 20. Internationale Geodätische Woche Obergurgl 2019, 133–144. Herbert Wichmann Verlag, VDE VERLAG GMBH, Berlin/Offenbach.
- Landesregierung Baden-Württemberg (2017): Digitalisierungsstrategie der Landesregierung Baden-Württemberg. www.baden-wuerttemberg.de/fileadmin/redaktion/dateien/PDF/Digitalisierungsstrategie-BW.pdf.
- Lehner, M. (2014): Viel Stoff – Wenig Zeit: Wege aus der Vollständigkeitsfalle. 4., aktual. Aufl., Haupt-Verlag.
- Lübeck, D. (2010): Wird fachspezifisch unterschiedlich gelehrt? Empirische Befunde zu hochschulischen Lehrensätzen in verschiedenen Fachdisziplinen. In: Zeitschrift für Hochschulentwicklung, 5. Jg., Nr. 2/2010, 7–24.
- Möller, D., Maier, U., Juretzko, M., Vetter, M., Illner, M. (2018): Die Hauptvermessungsübungen (1868–2018). In: Seitz, K. (Hrsg.): Festschrift zur 150-Jahr-Feier des Geodätischen Instituts. Bd. 2018–2, 291–316. Schriftenreihe des Studiengangs Geodäsie und Geoinformatik, KIT Scientific Publishing, Karlsruhe. DOI: 10.5445/IR/1000090250.
- Niemiec, C.P., Ryan, R.M. (2009): Autonomy, Competence, and Relatedness in the Classroom Applying Self-Determination Theory to Educational Practice. In: Theory and Research in Education, Heft 2/2009, 7. Jg., 133–144. DOI: 10.1177/1477878509104318.
- PricewaterhouseCoopers (2016): Demographischer Wandel: In Deutschland werden Arbeitskräfte rar – Berufs-, qualifikations- und branchenspezifische Analyse bis zum Jahr 2030. PricewaterhouseCoopers Aktiengesellschaft Wirtschaftsprüfungsgesellschaft WifOR-Institut, Darmstadt. <http://bit.ly/29y8jvK>.
- Pudelko, C.E., Boon, H.J. (2014): Relations between Teachers' Classroom Goals and Values: A Case Study of High School Teachers in Far North Queensland, Australia. Australian Journal of Teacher Education, Heft 8/2014, 39. Jg., 14–36. DOI: 10.14221/ajte.2014v39n8.1.
- Raufelder, D. (2018): Grundlagen schulischer Motivation. Erkenntnisse aus Psychologie, Erziehungswissenschaft und Neurowissenschaften. UTB.
- Reinmann, G., Jenert, T. (2011): Studierendenorientierung: Wege und Irrwege eines Begriffs mit vielen Facetten. In: Zeitschrift für Hochschulentwicklung, 6. Jg., Heft 2/2011, 106–122.
- Rheinberg, F. (2008): Bezugsnormen und die Beurteilung von Lernleistung. In: Schneider, W., Hasselhorn, M. (Hrsg.): Handbuch Pädagogische Psychologie, 178–186, Hogrefe, Göttingen.
- Riewerts, K., Rubel, K., Saunders, C., Wimmelmann, S. (2018): Reflexion im Forschenden Lernen anregen – Ein Leitfaden für Selbststudium und Weiterbildung. Working Paper Nr. 3, AG Forschendes Lernen, Deutsche Gesellschaft für Hochschuldidaktik (dghd).
- Scheer, A.-W. (2016): Hochschule 4.0. Whitepaper Nr. 8, August/2015, August-Wilhelm Scheer Institut für digitale Produkte und Prozesse.
- Schennach, G., Lemmen, C., Villikka, M. (2012): Be part of the solution, not the problem! FIG Working Week, Rome, Italy. In: GIM International, Juli 2012, 33–35.
- Schlachte, C., Lobodda, S. (2017): Führung und Wertschöpfung. Resonanz erzeugen, innovativ sein, zukunftsfähig bleiben. Springer Fachmedien, Wiesbaden.
- Shunk, D.H. (2016): Learning Theories: An Educational Perspective. 7. Aufl., Pearson, Boston, MA, USA.
- Seitz, K. (2018): Festschrift zur 150-Jahr-Feier des Geodätischen Instituts (1868–2018). Nr. 2/2018, Schriftenreihe des Studiengangs Geodäsie und Geoinformatik, KIT Scientific Publishing, Karlsruhe. DOI: 10.5445/KSP/1000086360.
- Smart, J.B. (2014): A Mixed Methods Study of the Relationship between Student Perceptions of Teacher-Student Interactions and Motivation in Middle Level Science. RMLE Online, 38. Jg., Heft 4/2014, 1–19. DOI: 10.1080/19404476.2014.11462117.
- Sonntag, K., Stegmaier, R., Michel, A. (2008): Change Management an Hochschulen: Konzepte, Tools und Erfahrungen bei der Umsetzung. In: Fisch, R., Müller, A., Beck, D. (Hrsg.) Veränderungen in Organisationen. VS Verlag für Sozialwissenschaften. DOI: 10.1007/978-3-531-91166-3_17.
- Sprenger, F., Engemann, C. (2015): Internet der Dinge: Über smarte Objekte, intelligente Umgebungen und die technische Durchdringung der Welt (Digitale Gesellschaft). transcript Verlag, Bielefeld.
- Stifterverband (2016): Hochschul-Bildungs-Report 2020. Hochschulbildung für die Arbeitswelt 4.0, Jahresbericht 2016. www.hochschulbildungsreport.de/download/file/fid/141.
- Thiel, F. (2017): Building Information Modeling (BIM) – Rechtliche und technische Aspekte des digitalen integralen Planens und Bauens. In: zfv, 142. Jg., Heft 6/2017, 336–345. DOI: 10.12902/zfv-0185-2017.
- Tippelt, R., von Hippel, A. (2009): Handbuch Erwachsenenbildung/Weiterbildung. 3., überarb. u. erw. Aufl., VS Verlag für Sozialwissenschaften, Wiesbaden.
- Ulrich, I. (2016): Gute Lehre in der Hochschule. Praxistipps zur Planung und Gestaltung von Lehrveranstaltungen, Springer-Verlag, Wiesbaden. DOI: 10.1007/978-3-658-11922-5.
- Weinert, F.E. (2001): Vergleichende Leistungsmessung in Schulen – eine umstrittene Selbstverständlichkeit. In: Weinert, F.E. (Hrsg.): Leistungsmessungen in Schulen. 2. Aufl., 17–32, Beltz Verlag, Weinheim/Basel.
- Wentzel, K.R., Battle, A., Russell, S.L., Looney, L.B. (2010): Social support from teachers and peers as predictors of academic and social motivation. In: Contemporary Educational Psychology, 35. Jg., Heft 3/2010, 193–202. DOI: 10.1016/j.cedpsych.2010.03.002.
- Wildt, J. (2002): Ein hochschuldidaktischer Blick auf Lehren und Lernen. Eine kurze Einführung in die Hochschuldidaktik. In: Berendt, B., Voss H.-P., Wildt J. (Hrsg.): Neues Handbuch Hochschullehre, A 1.1.
- Wildt, J. (2004): The Shift From Teaching To Learning – Thesen zum Wandel der Lernkultur in modularisierten Studienstrukturen. In: Ehler, H., Welbers, U. (Hrsg.): Qualitätssicherung und Studienreform. Düsseldorf, 168–178.
- Wildt, J. (2009): Forschendes Lernen: Lernen im »Format« der Forschung. In: journal hochschuldidaktik, 20. Jg., Heft 2/2009, 4–7.
- Wildt, J., Wildt, B. (2011): Lernprozessorientiertes Prüfen im ‚Constructive Alignment‘. In: Berendt, B., Voss, H.-P., Wildt, J. (Hrsg.): Neues Handbuch Hochschullehre: Lehren und Lernen effizient gestalten. [Teil] H. Prüfungen und Leistungskontrollen. Weiterentwicklung des Prüfungssystems in der Konsequenz des Bologna-Prozesses, H 6.1, Raabe Fachverlag für Wissenschaftsinformation, Berlin.
- de Witt, C. (2000): Medienbildung für die Netz-Generation. In: Medienpädagogik: Zeitschrift für Theorie und Praxis der Medienbildung, 1. Jg., 1–12. DOI: 10.21240/mpaed/01/2000.03.17.X.

Kontakt

Dr.-Ing. Michael Mayer
 Karlsruher Institut für Technologie (KIT), KIT-Fakultät für
 Bauingenieur-, Geo- und Umweltwissenschaften
 76131 Karlsruhe, michael.mayer@kit.edu

Prof. Dr.-Ing. Hansjörg Kutterer
 Karlsruher Institut für Technologie (KIT), Geodätisches Institut
 76128 Karlsruhe, hansjoerg.kutterer@kit.edu

Prof. Dr. Jan Cermak
 Karlsruher Institut für Technologie (KIT), Institut für Photogrammetrie
 und Fernerkundung sowie Institut für Meteorologie und Klimaforschung
 76128 Karlsruhe, jan.cermak@kit.edu

Dieser Beitrag ist auch digital verfügbar unter www.geodaesie.info.