

die hochschullehre – Jahrgang 10 – 2024 (9)

Herausgebende des Journals: Svenja Bedenlier, Ivo van den Berk, Jonas Leschke, Peter Salden, Antonia Scholkmann, Angelika Thielsch

Beitrag in der Rubrik Praxis

DOI: 10.3278/HSL2409W

ISSN: 2199-8825 wbv.de/die-hochschullehre



Fachliche Verzahnung von handlungs- und problemorientierten Studienmodulen

Am Beispiel des Orientierungssemesters Förde-Kompass an der Fachhochschule Kiel

HANNO KALLIES

Zusammenfassung

Die Studieneingangsphase ingenieurwissenschaftlicher Studiengänge ist, bedingt durch die Häufung von Grundlagenveranstaltungen, geprägt von einem hohen Maß an Multidisziplinarität. Die Studierenden erfahren in der Regel nur in geringem Maß eine systematische Unterstützung bei der Verknüpfung der verschiedenen Disziplinen im Sinne einer interdisziplinären Auseinandersetzung. Daraus potenziell resultierenden Lernschwierigkeiten soll im Orientierungssemester Förde-Kompass an der Fachhochschule Kiel durch die anwendungsorientierte und fachlich verzahnte Gestaltung der Grundlagenmodule begegnet werden. Hierzu werden die Studienmodule zur Ingenieurmathematik und Ingenieurinformatik über authentische ingenieurwissenschaftliche Problemstellungen verknüpft. Zur Lösung der Problemstellungen müssen Methoden und Inhalte beider Grundlagendisziplinen angewendet, verglichen und miteinander abgewogen werden. Qualitative und quantitative Auswertungen aus dem ersten Durchgang des Förde-Kompasses deuten darauf hin, dass das entwickelte Konzept den Lernenden den Zugang zu den Grundlagenfächern und somit den Studieneinstieg erleichtern kann.

Schlüsselwörter: Fachliche Verzahnung; situiertes Lernen; ingenieurwissenschaftliche Grundlagenfächer; Anwendungsorientierung; integrierte Veranstaltung

Disciplinary interlocking of action- and problem-oriented study modules

Discussed by the example of the orientation semester Förde-Kompass at Kiel University of Applied Sciences

Abstract

The introductory phase of engineering degree courses is characterized by a high degree of multidisciplinary due to the accumulation of basic courses. As a rule, students only receive a limited amount of systematic support in dealing with and linking the various disciplines in the sense of an interdisciplinary approach. The aim of the Förde-Kompass orientation semester at Kiel University of Applied Sciences is to counteract the potential learning difficulties resulting from this by designing the basic modules in an application-oriented and interdisciplinary way. To this end, the study modules on engineering mathematics and engineering informatics are linked with authentic engineering prob-

lems. To solve the problems, methods and content from both basic disciplines must be applied, compared and weighed up against each other. Qualitative and quantitative evaluations indicate that the concept developed can make it easier for students to access the basic subjects and thus to start their studies.

Keywords: Disciplinary interlocking; situated learning; basic engineering subjects; application orientation; integrated course

1 Problemstellung

Bei der Betrachtung der Studieneingangsphasen von ingenieurwissenschaftlichen Studiengängen lässt sich feststellen, dass diese in der Regel von einem breiten Fächerkanon geprägt sind. Typische Studienmodule sind hierbei Mathematik, Physik, Informatik bzw. Programmieren, Mechanik, Werkstoffe, Betriebswirtschaftslehre etc. (vgl. bspw. Technische Universität Hamburg, 2023; Fachhochschule Kiel, 2023). Diese Module haben als sogenannte Grundlagenmodule einen Wert für die jeweiligen Studiengänge, indem sie als Lerninhalte die Voraussetzungen für die fachspezifischen Studienmodule in den höheren Semestern beinhalten. Diese Grundlagenmodule beziehen sich typischerweise auf eine eigenständige wissenschaftliche Disziplin mit jeweils spezifischen Methodiken und Inhalten und zeigen üblicherweise wenig Repräsentanz für das eigentliche Studienfach. So stellen die naturwissenschaftlichen Grundlagenfächer „lediglich den begrifflichen Rahmen bereit, der dabei hilft, die vielfältigen Phänomene zu strukturieren, mit denen sich Ingenieure konfrontiert sehen“ (Pietsch, 2014, S. 21). Insofern sind Studienanfänger:innen, zumindest in ingenieurwissenschaftlichen Studiengängen, mit einem hohen Maß an Multidisziplinarität konfrontiert.

Wenngleich nicht bestritten wird, dass auch oder im Besonderen in ingenieurwissenschaftlichen Studiengängen eine Auseinandersetzung mit verschiedenen Disziplinen erforderlich ist, bringt die durch die Studienordnungen hervorgebrachte Multidisziplinarität insbesondere in der Studieneingangsphase aus didaktischer Sicht verschiedene Probleme mit sich – auch weil eine systematische Unterstützung der Studierenden bei der Verknüpfung der Disziplinen, wie sie in bewusst interdisziplinär gestalteten Lehrveranstaltungen üblich ist, zumeist nicht gegeben ist. So haben bspw. Derboven und Winkler (2010) festgestellt, dass „Formellastigkeit und berufsirrelevante Studieninhalte“ (ebd., S. 64) zu den wirkmächtigsten Konfliktfaktoren in einem ingenieurwissenschaftlichen Studium zählen und insofern wesentliche Ursachen für Misserfolge und Studienabbrüche darstellen. Konkreter betrachtet ergibt sich das Konfliktpotenzial aus der Präsentation isolierter Fakten ohne Zusammenhang und Überblick, dem Fehlen „konkrete[r] Beispiele, die einem das Verstehen leichter gemacht hätten“ (ebd., S. 64), dem Lernen von „Dingen [...], die für den späteren Beruf keine Bedeutung haben“ (ebd.), und Schwierigkeiten, die Lerninhalte einzuordnen (ebd., S. 62).

Um diesem Befund didaktisch zu begegnen, wurden im Orientierungssemester Förde-Kompass an der Fachhochschule Kiel die Grundlagenmodule anwendungsorientiert gestaltet und fachlich miteinander verzahnt. Im Folgenden werden das Modulkonzept sowie Evaluationsergebnisse vorgestellt.

2 Didaktisch-methodische Gestaltung der fachlichen Verzahnung

Im Rahmen des Orientierungssemesters Förde-Kompass, das seit 2023 an der Fachhochschule Kiel angeboten wird, soll der dargestellten Problematik durch die fachliche Verzahnung der angebotenen Grundlagenmodule entgegengewirkt werden. Neben der Unterstützung der Studierenden bei der Studienfachwahl und der sozialen Eingliederung an der Fachhochschule hat der Förde-Kompass, wie auch die Studieneingangsphase eines regulären Studiengangs, die Kompetenzförderung in ingenieurwissenschaftlichen Grundlagenfächern zum Ziel (Schleswig-Holsteinischer Landtag, 2020; Fachhochschule Kiel, 2022). Zur Erreichung der Ziele besteht das Curriculum des Förde-Kompasses

aus drei Pflicht- und zwei Wahlmodulen (Fachhochschule Kiel, 2022). Während die beiden Wahlmodule sowie ein verpflichtendes Orientierungsmodul die Zielsetzungen der Studienfachorientierung sowie der sozialen Eingliederung verfolgen, dienen die beiden fachlichen Module „Ingenieurmathematik“ und „Ingenieurinformatik“ der Förderung ingenieurwissenschaftlicher Grundlagenkompetenzen. Die beiden Fachmodule haben den didaktischen Anspruch, durch einen hohen Handlungs- und Anwendungsbezug sowie die fachliche Verzahnung zur Überwindung der Disziplingrenzen einen erleichterten Zugang zu den Inhalten zu ermöglichen und so den dargestellten Problemen entgegenzuwirken. Die Kompetenzen in den Bereichen Mathematik und Informatik sollen dabei so weit entwickelt werden, dass eine Anerkennung der Module auf entsprechende Grundlagenmodule in den sieben adressierten Bachelorstudiengängen¹ möglich ist.

Die Verzahnung erfolgt nicht nur zwischen den beiden Disziplinen Mathematik und Informatik, sondern gleichsam mit den Ingenieurwissenschaften, um den Studierenden bereits in der Studieneingangsphase die Bearbeitung berufsrelevanter Anwendungssituationen zu ermöglichen. Hierdurch sollen die betreffenden Inhalte in den Kontext ingenieurwissenschaftlicher Disziplinen gestellt, den Studierenden deren Einordnung ermöglicht und somit Lernprozesse erleichtert werden.

Zur Erreichung der dargestellten Ziele wurde als theoretischer Anknüpfungspunkt für das didaktisch-methodische Konzept der gemäßigte Konstruktivismus gewählt. Im Besonderen wurden Ansätze der „situierten Kognition“ bei der Gestaltung der Lernarrangements herangezogen (vgl. Reinmann-Rothmeier & Mandl, 2001; Mandl et al., 2002; Hasselhorn & Gold, 2022, S. 234f.). Demnach sollen Lernende zur Kompetenzentwicklung aktiv komplexe Probleme lösen, die „entweder authentisch sind oder Bezug zu authentischen Situationen/Ereignissen haben, die für die Lernenden relevant sind [...] und deshalb neugierig und auch betroffen machen“ (Reinmann-Rothmeier & Mandl, 2001, S. 627). Insgesamt postuliert der gemäßigte Konstruktivismus sechs Leitlinien, die für die Gestaltung von Lernumgebungen im Sinne der situierten Kognition berücksichtigt werden sollen (vgl. Reinmann-Rothmeier et al., 1994, S. 46 ff.; Gerstenmaier & Mandl, 1995, S. 879; Reinmann-Rothmeier & Mandl, 2001, S. 627; Mandl et al., 2002, S. 143):

- komplexe Ausgangsprobleme,
- Authentizität und Situiertheit,
- multiple Kontexte und Perspektiven,
- Artikulation und Reflexion,
- Lernen im sozialen Austausch.

Ausgehend von den Erkenntnissen der situierten Kognition sowie den in der Problemanalyse erörterten Konfliktfaktoren wurde für die beiden in diesem Artikel betrachteten Studienmodule die möglichst selbstständige Bearbeitung von komplexen und authentischen technischen Problemstellungen als didaktisch-methodisches Grundkonzept ausgewählt. Die Problemstellungen sind dabei so gewählt, dass eine systematische und dem Kompetenzstand der Studierenden angemessene interdisziplinäre Verzahnung möglich ist. Durch die fachliche Verzahnung wird eine Erhöhung der Komplexität der zu bearbeitenden Anwendungssituationen ermöglicht, da durch die gemeinsame Nutzung der Anwendungsfälle mehr Zeit für die anwendungsbezogene Auseinandersetzung mit den Inhalten zur Verfügung steht. Diese Komplexitätserhöhung bezieht sich auch auf die Auseinandersetzung mit den spezifischen Methoden und Inhalten der beteiligten Disziplinen. Zudem steigt die Authentizität der angebotenen Lernarrangements, da in den Arbeitsabläufen von Ingenieurinnen und Ingenieuren Problemstellungen in der Regel zunächst mathematisch modelliert und danach mithilfe von Software gelöst werden. Zuletzt steigt die Wahrscheinlichkeit, innerhalb der Lernprozesse auf Vorerfahrungen der Lernenden zurückgreifen zu können, da stets ein breites Spektrum an Zugängen angeboten wird. So können Vorerfahrungen und Interessen der Lernenden in den

¹ Zurzeit zielt das Programmkonzept in fachlicher Hinsicht auf eine Orientierung zwischen folgenden Studiengängen ab (alle mit dem Abschluss Bachelor of Engineering): Elektrotechnik, Erneuerbare Offshore Energien, Internationales Vertriebs- und Einkaufsingenieurwesen, Maschinenbau, Mechatronik, Schiffbau und Maritime Technik und Wirtschaftsingenieurwesen – Elektrotechnik.

Bereichen Technik, Mathematik und/oder Informatik aktiviert und genutzt werden, um eine integriert oder intrinsisch motivierte Auseinandersetzung mit den zu bearbeitenden Aufgabenstellungen zu erzielen (Ryan & Deci, 2000).

Die thematische Gliederung der Vorlesungszeit erfolgt anhand der für die spätere Anerkennung notwendigen mathematischen Themenbereiche. Zu jedem dieser Themenbereiche wurden – je nach geplanter zeitlicher Ausdehnung im Semester – technische Aufgabenstellungen entwickelt, die von den Studierenden innerhalb der zur Verfügung stehenden Lernzeiten einer Woche bearbeitet werden. Zur Lösung dieser Aufgabenstellungen werden bestimmte mathematische Kompetenzen benötigt, die mithilfe einfacher Programme berechnet werden können. Da das Orientierungssemester Studiengänge aus den Fachbereichen Informatik und Elektrotechnik sowie Maschinenwesen der Fachhochschule Kiel adressiert, weisen die technischen Problemstellungen entweder einen elektrotechnischen oder einen mechanischen Schwerpunkt auf. Beispiele sind die Modellierung der Kennlinie eines Fotovoltaikmoduls mithilfe der e-Funktion, die Untersuchung der auftretenden Kräfte an einer Schaukel oder die Berechnung der für die Bestückung von Leiterplatten benötigten Anzahl an elektronischen Bauteilen. Die Aufgaben bilden den „roten Faden“ beider Studienmodule, dem sich die einzelnen Lehrveranstaltungen unterordnen. Bei der Konzeption der Aufgaben wurden unter Berücksichtigung der Erkenntnisse der situierten Kognition sowie von Ryan & Deci (2000) folgende Faktoren besonders berücksichtigt:

- Anbindung an die Vorerfahrungen der Lernenden,
- angemessene Komplexität der Aufgaben,
- intuitive Lösung möglich (zur Ermöglichung von schnellen, motivationsförderlichen Erfolgen),
- Automatisierung der Berechnungen durch Informatik möglich.

Die konkrete Verzahnung der beiden Studienmodule erfolgt im Förde-Kompass sowohl auf organisatorischer als auch auf inhaltlich-fachmethodischer Ebene. Auf der organisatorischen Ebene wurde als Lehrformat für die beiden betrachteten Studienmodule die „integrierte Veranstaltung“ gewählt. Dies bedeutet, dass sich Vorlesungs-, Übungs- und tutorielle Phasen variabel und bedarfsgerecht abwechseln. Die Bearbeitung der Aufgaben verläuft grundsätzlich nach dem gleichen Muster (s. Abbildung 1). Zu Beginn des Lernprozesses werden die Studierenden mit der für die jeweilige Woche vorbereiteten technischen Aufgabe konfrontiert. Diese stellt eine technische Problemstellung dar, die die Studierenden mithilfe von mathematischen und/oder informatischen Methoden lösen sollen. Die Aufgabenstellung wird stets im Kontext des Moduls Ingenieurmathematik gestellt, da in der Regel für die Problemlösung zunächst ein mathematisches Modell mit einer zugehörigen Lösungsstrategie entwickelt werden muss. Es folgt eine Gruppenarbeitsphase, in der die Studierenden die Aufgabe analysieren sowie Planungen zur Problemlösung entwickeln. Im Anschluss erarbeiten die Lernenden erste Ergebnisse, die zum Teil eher anschauliche und wenig formalisierte Lösungen enthalten. Sind die Studierenden zu ersten Ergebnissen gekommen, folgt ein Vorlesungsteil, in dem die für eine vollständig formalisierte Lösung benötigten mathematischen Inhalte und Methoden thematisiert werden. Anschließend finalisieren die Lernenden ihre Lösungen mithilfe der neu eingeführten Theorie.

Nach dieser Phase erfolgt der Übergang in das Modul Ingenieurinformatik. Die Studierenden erhalten die Aufgabe, für die bearbeitete technische Problemstellung eine Software zu entwickeln, die die notwendigen Berechnungen auch für ähnliche Problemstellungen berechnen kann und somit den Arbeitsaufwand für spätere, ähnlich gelagerte Fälle deutlich reduziert. Auch in diesem Kontext erfolgt eine Informationsphase für den Aufbau der zusätzlich benötigten informatischen Fach- und Methodenkompetenzen. Diese Phase führt neben dem Aufbau informatischer Kompetenzen zusätzlich zu einer Übung und Vertiefung der erworbenen mathematischen Kompetenzen.

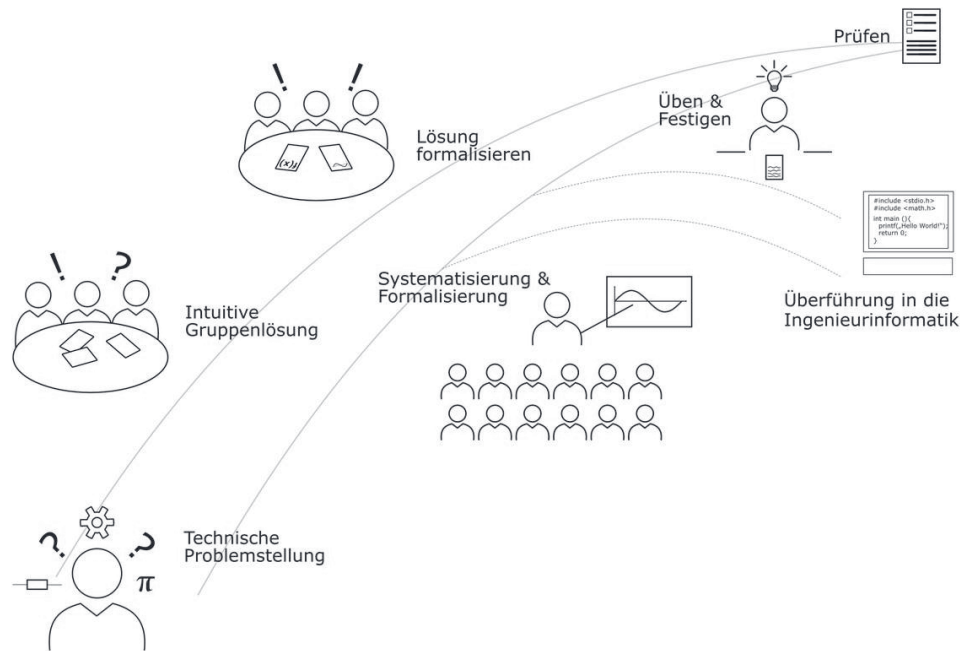


Abbildung 1: Prinzipieller Ablauf der Anwendungsfälle (eigene Darstellung)

An die handlungsorientierten Arbeitsphasen schließt sich eine Phase der innerfachlichen Übung an, in der die anhand des Anwendungsfalls entwickelten Kompetenzen in einem Deduktionsschritt gefestigt und von der dem jeweiligen Anwendungsfall innewohnenden Handlungssystematik in die jeweiligen Fachsystematiken (vgl. Howe & Knutzen, 2013) überführt werden. Ein Test, der im Wesentlichen der reflexiven Selbsteinschätzung der gelernten Kompetenzen dient, schließt den einzelnen Lernprozess ab. Ausgewählte Tests dienen zudem als unbenotete Prüfungsteilleistung (Testate), die den Dozierenden die Möglichkeit zur kontinuierlichen Leistungsstandeinschätzung gibt. Als abschließende Leistungsfeststellung wird am Ende des Semesters in jedem der beiden Module eine Klausur geschrieben, die sowohl Anwendungs- als auch innerfachliche Aufgaben enthält. Eine gemeinsame Prüfung ist bisweilen wegen der angestrebten Anerkennbarkeit in den Zielstudiengängen nicht möglich.

Neben der organisatorischen Verzahnung erfolgt auch eine inhaltlich-methodische Verzahnung der Disziplinen Ingenieurwesen, Mathematik und Informatik. Die drei wissenschaftlichen Disziplinen unterscheiden sich sowohl in den jeweils betrachteten Inhalten als auch in den verwendeten Methoden. Bei der Mathematik handelt es sich um eine strikt „axiomatisch-deduktiv arbeitende Wissenschaft“ (Bruch & Lotz, 2018, S. 357). Im Wesentlichen beschäftigt sich die Mathematik damit, „grundlegende Strukturen [zu] erkennen und axiomatisch [zu] definieren, mathematische Strukturen [zu] analysieren, wahre Aussagen (Sätze, Theoreme, Lemmata, Hilfssätze, Korollare, Formeln) [zu] generieren, berechnen, beweisen“ (Warnecke, 2021, S. 2). Darunter fällt auch die „Aufstellung von mathematischen Modellen und die Untersuchung ihrer Eigenschaften“ (ebd.). Die Mathematik ist, wie auch die Informatik, eine „auf alle anderen Wissensgebiete ausstrahlende Grundlagen- und Formalwissenschaft“ (Gesellschaft für Informatik e.V., 2006, S. 8). Hierbei „konzentriert sich die Informatik auf das ‚Realisierbare‘, also auf Formalismen und Begriffe, die der maschinellen Verarbeitung zugänglich sind“ (ebd.). Während sich die wissenschaftliche Disziplin der Informatik im Allgemeinen „mit der Darstellung, Speicherung, Übertragung und Verarbeitung von Information“ (Gesellschaft für Informatik e.V., 2006, S. 7) beschäftigt, stehen im Zusammenhang mit den Ingenieurwissenschaften häufig Systeme im Fokus, die „aus Software und/oder Hardware bestehen [und] [...] Aufgaben in der Informationsverarbeitung oder -übertragung“ erfüllen (ebd., S. 8). Im Kontext der Studieneingangsphase bezieht sich dies in der Regel auf die Anwendung von Programmiersprachen zur Informationsverarbeitung. Die Ingenieurwissenschaft als dritte im Kontext dieses Moduls relevante Disziplin wird im Sinne einer „angewandten Wissenschaft“ in der Regel als basierend

auf den Naturwissenschaften beschrieben, „deren Prinzipien, Einsichten, dann für die menschlichen Interessen nutzbar gemacht werden“ (Reisig, 2020, S. 269). Hierbei ist der Begriff der „angewandten Wissenschaften“ jedoch nicht in abwertender Form im Sinne einer Unterordnung unter die Naturwissenschaften zu verstehen (vgl. Krohn & Schäfer, 1983, S. 46). Vielmehr „halten die Naturwissenschaften einen Vorrat an exemplarischen Problemstellungen bereit, an denen sich ein Ingenieur orientieren kann und die er für seine jeweilige Problemstellung anpassen und verändern kann“ (Pietsch, 2014, S. 21). Ein wesentlicher Unterschied zu den Naturwissenschaften zeigt sich daran, dass bei der Bearbeitung ingenieurwissenschaftlicher Fragestellungen im Allgemeinen „kein Anspruch auf allumfassende Gültigkeit“ (ebd., S. 21) gegeben ist. „Stattdessen sind sie sehr stark auf einen Anwendungskontext zugeschnitten [...]. Und dann sind es oft nur Näherungen, die für die beabsichtigten Anwendungen eben gut genug sind“ (ebd.).

Die Verzahnung dieser Disziplinen erfolgt auf Basis der unterschiedlichen Teilaufgaben und Anforderungen, die sich bei der Bearbeitung der jeweiligen Anwendungsfälle ergeben. Zentrales und verbindendes Element ist die jeweilige ingenieurwissenschaftliche Aufgabenstellung, die in der Regel stets nach der Analyse der Problemstellungen eine mathematische Modellierung und Lösung sowie eine Automatisierung durch die Erstellung einer Software erfordert. So werden die jeweiligen Fachinhalte und Methoden zunächst an das Narrativ des Falls gebunden. Eine Verknüpfung der Methoden und Inhalte der jeweiligen Disziplin erfolgt jeweils in den einzelnen Phasen. Für die mathematische Modellierung und Lösung der technischen Problemstellungen werden stets mathematische Kompetenzen und Denkweisen einbezogen und in den Zusammenhang mit ingenieurwissenschaftlichen Überlegungen gebracht. So muss bspw. beachtet werden, welches mathematische Modell die ingenieurwissenschaftliche Zielsetzung (z. B. Maximierung der Effizienz eines technischen Systems) ermöglicht. Beim Übergang in die informatische Lösung werden Methoden und Inhalte der Informatik und Mathematik gegenübergestellt und verknüpft. So werden z. B. unterschiedliche Definitionen wie beim Funktionenbegriff deutlich oder es zeigt sich, dass bestimmte mathematische Methoden informatisch nur schwierig umsetzbar sind und auf andere (z. B. numerische) mathematische Methoden zurückgegriffen werden kann.

Eine der entwickelten Anwendungsaufgaben beschäftigt sich z. B. mit der Bestimmung der Anzahl elektronischer Bauteile, die für die Bestückung von Leiterplatten benötigt werden. Inhaltlich korrespondiert diese Anwendungsaufgabe mathematisch mit der Matrizenrechnung und informatisch mit kopfgesteuerten Schleifen. Das Narrativ der Aufgabe bezieht sich darauf, dass vor Beginn des automatisierten Bestückungsprozesses, der mithilfe eines entsprechenden Automaten durchgeführt wird, geprüft werden muss, ob noch hinreichend Bauteile in dem Automaten vorhanden sind, um alle benötigten Leiterplatten zu bestücken. Sollten zu wenige Bauteile vorhanden sein, würde dies zu Fehlern oder Unterbrechungen in der Produktion führen. Die Aufgabenstellung besteht nun darin, aus der Anzahl der zu fertigenden Geräte zunächst die Anzahl der dafür benötigten Leiterplatten zu bestimmen. Darauf aufbauend muss anhand der Anzahl der Platinen die Anzahl der insgesamt benötigten Bauteile bestimmt werden. Diese Berechnungen können von den Studierenden zunächst recht langwierig ohne Nutzung der Matrizenrechnung mit elementaren mathematischen Operationen gelöst werden. Diese Lösungswege können in der sich anschließenden Vorlesungsphase aufgegriffen werden. Durch systematische Anordnung der Lösungswege lässt sich in der Vorlesung eine Systematik finden, die zur Darstellung als Matrizen führt. Die im Zusammenhang mit Matrizen auftretenden Rechenoperationen (z. B. Multiplikation) können aus den vorhergehenden Rechnungen der Studierenden abgeleitet werden. So baut die für die Studierenden neue Systematik auf den alten Rechenwegen auf, und es werden die Vorteile der neuen Systematik deutlich. Mithilfe der neuen Erkenntnisse lösen die Studierenden die Problematik mithilfe der Matrizenrechnung erneut und erkennen die dadurch eintretende Arbeitserleichterung. Um diese Berechnung auch automatisiert durchführen lassen zu können, bekommen die Studierenden den Auftrag, eine entsprechende Software zu entwickeln, die die Berechnung der Bauteile durchführt. Hierzu müssen die Studierenden kopfgesteuerte Schleifen verwenden. Nach einer Erklärung dieser Kontrollstruktur fertigen die Studierenden eine entsprechende Software an. Zur Umsetzung z. B. der Matrizenmultipli-

kation muss das mathematische Verfahren sehr kleinschrittig umgesetzt werden, sodass hier eine intensive Auseinandersetzung damit erforderlich wird. Hierbei zeigen sich Unterschiede und Gemeinsamkeiten eines händisch-mathematischen und programmiertechnischen Vorgehens. Insgesamt entstehen eine mathematische Rechenvorschrift sowie eine Software, die die in diesem Fall produktionstechnische Problemstellung löst. In der sich anschließenden Phase der Übung und Festigung berechnen die Studierenden sowohl komplexere Anwendungsfälle als auch innermathematische Aufgaben zur Matrizenrechnung. Darüber hinaus wird die angefertigte Software im Hinblick auf umfangreichere Berechnungen erweitert.

3 Evaluation

Im Rahmen der ersten Durchführung des Förde-Kompasses im Sommersemester 2023 wurde unter anderem eine begleitende Evaluation der beiden hier dargestellten Studienmodule durchgeführt. Das Evaluationsdesign sowie die Ergebnisse werden im Folgenden dargestellt.

3.1 Evaluationsdesign

Im Kontext der fachlichen Verzahnung der beiden Studienmodule bezogen sich die Fragestellungen der Evaluation auf den Umgang mit und den Lernerfolg in den entwickelten Anwendungsaufgaben sowie die Erfolgsquote bei den durchgeführten Prüfungen. Zur Beantwortung der Fragestellungen wurden die folgenden Evaluationsmaßnahmen durchgeführt:

- qualitative Beobachtung im Lernprozess mithilfe eines Beobachtungsbogens,
- qualitative Reflexions- und Abschlussgespräche mit den Studierenden,
- quantitative Auswertung der Testat- und Klausurergebnisse.

Durch die intensive Betreuung sowie den niedrigen Betreuungsschlüssel war es möglich, die Studierenden bei der weitgehend selbstständigen Bearbeitung der Anwendungsfälle intensiv zu beobachten und dadurch etwaige Lernschwierigkeiten und -erfolge direkt zu identifizieren. Zur systematischen Beobachtung der Lernprozesse wurde ein durch das Niedersächsische Landesinstitut für schulische Qualitätsentwicklung (2023) eingeführter Unterrichtsbeobachtungsbogen zur mehrdimensionalen Unterrichtsbewertung zugrunde gelegt.

Im Verlauf des Semesters und im Besonderen zum Semesterende wurden mit den Studierenden Reflexions- und Abschlussgespräche geführt, in denen unter anderem freie Rückmeldungen zu den betrachteten Studienmodulen gegeben werden konnten.

Abschließend wurden die Testate sowie die durchgeführten Klausuren hinsichtlich der Ergebnisse und der Korrelation zwischen den Ergebnissen in Ingenieurmathematik und Ingenieurinformatik untersucht.

3.2 Evaluationsergebnisse

Die qualitative Auswertung der Beobachtungen zeigte bei den Studierenden einen deutlichen Kompetenzzuwachs innerhalb der drei betrachteten Disziplinen im Verlauf des Semesters. Dies betraf im Besonderen Methodenkompetenzen der drei Disziplinen im Rahmen der Bearbeitung der anwendungsbezogenen Aufgabenstellungen. Während die selbstständige Planung und Durchführung der Aufgabenlösungen zu Beginn des Semesters noch deutlicher Hilfestellungen bedurfte, konnten die Lernenden die Aufgaben im Verlauf des Semesters zunehmend selbstständiger bearbeiten. In den Vorlesungsphasen zeigte sich, dass stets ein Rückgriff auf die Anwendungsfälle möglich war und so auf „Vorwissen“ der Studierenden zurückgegriffen werden konnte. Es zeigte sich jedoch auch, dass die Studierenden mit Migrationshintergrund bei der Bearbeitung der anwendungsbezogenen Aufgaben aufgrund einer Sprachbarriere deutliche Schwierigkeiten hatten, wenngleich die Lösung ähnlicher rein fachlicher Aufgabenstellungen für diese Lernenden häufig mit wenig Problemen behaftet war. Bei allen Studierenden war die Motivation, programmiertechnische Lösungen für

die Problemstellungen zu erarbeiten, sehr hoch. Insbesondere Studierende, die zu Semesterbeginn angaben, keinerlei Bezug zur Informatik zu haben, zeigten eine hohe Motivation bei der informatischen Umsetzung. Der Zweck der Programmieraufgaben wurde von den Studierenden im Allgemeinen klar erkannt, sodass die Aufgaben mit großem Eifer bearbeitet wurden.

Im Rahmen eines Feedbackgesprächs am Semesterende wurden beide Studienmodule von den Studierenden sehr positiv bewertet. Im Besonderen wurden die Anwendungsfälle und die Erklärungen anhand der Beispiele innerhalb der Vorlesungen positiv hervorgehoben. Auch die starke Theorie-Praxis-Verzahnung wurde gewürdigt. Die Studierenden wünschten sich zudem weitergehende (Anwendungs-)Aufgaben in der Informatik, mit denen sie das Gelernte noch weiter hätten üben und vertiefen können.

Auch die Auswertung der Testate und Klausurergebnisse deutet auf eine gute Erreichung der intendierten Ziele hin. Insgesamt starteten 19 Studierende in das Orientierungssemester. Von diesen Studierenden bestanden elf Personen die verpflichtenden Testate im Modul Ingenieurmathematik mit einer durchschnittlichen Bewertung von 68 % (md = 64 %, s = 11 %) und zwölf Studierende die Testate im Modul Ingenieurinformatik mit einer durchschnittlichen Bewertung von 87 % (md = 88 %, s = 6 %). Die Gründe für die nicht bestandenen Testate lagen im Wesentlichen im Ausscheiden aus dem Förde-Kompass aus verschiedenen wirtschaftlichen oder persönlichen Gründen. Daher wird diese Gruppe in der Auswertung nicht weiter betrachtet. Bei den zehn Studierenden, die die Testate in Ingenieurmathematik und Ingenieurinformatik bestanden, ist eine hohe Korrelation zwischen den erreichten Ergebnissen zu beobachten ($r = 0,75$). Von den elf bzw. zwölf Studierenden, die die Testate bestanden haben, nahmen neun bzw. acht Studierende an den jeweiligen Klausuren teil. Die Bestehensquoten liegen bei 67 % bzw. 88 % mit Mittelwerten der erreichten Punkte aller Klausurteilnehmer:innen von 59 % (md = 56 %, s = 18 %) bzw. 76 % (md = 78 %, s = 12 %). Zwischen den Ergebnissen beider Klausuren ergibt sich eine schwache Korrelation ($r = 0,14$). Dies begründet sich mathematisch durch die konstant guten Ergebnisse in der Klausur zur Ingenieurinformatik. Die schwache Korrelation zwischen den Ergebnissen ist vor dem Hintergrund der Beobachtungen während des Semesters sowie der Ergebnisse der Testate überraschend, da die Studierenden während des Semesters in der Regel vergleichbare Leistungen in beiden Studienmodulen erbracht haben.

Insgesamt zeigt sich bei den Studierenden, die an den Klausuren teilgenommen haben, eine vielversprechende Erfolgsquote. In den nächsten Durchgängen des Förde-Kompasses sind weitere Messungen mit einer größeren Stichprobe erforderlich, um die Wirksamkeit der beschriebenen Maßnahmen abgesicherter zu prüfen. Auch sind die Ergebnisse der regulären Veranstaltungen als Vergleichswerte zu erfassen und den Ergebnissen der Teilnehmer:innen des Förde-Kompasses gegenüberzustellen.

4 Fazit und Ausblick

In den Studieneingangsphasen ingenieurwissenschaftlicher Studiengänge sind Studierende häufig mit einer durch die Grundlagenvorlesungen hervorgerufenen Multidisziplinarität konfrontiert. Dieser wird in der Regel durch das verantwortliche Lehrpersonal nicht systematisch begegnet, was zu demotivierenden Effekten bei den Lernenden führen kann. Diesem Sachverhalt soll im Orientierungssemester Förde-Kompass an der Fachhochschule Kiel durch die fachliche Verzahnung der Grundlagenmodule Ingenieurmathematik und Ingenieurinformatik begegnet werden. Die Verzahnung erfolgt hierbei auf organisatorischer sowie methodisch-inhaltlicher Ebene. Verbindendes Element sind ingenieurwissenschaftliche Anwendungsaufgaben, zu deren Lösung sowohl mathematische als auch informatische Methoden und Inhalte benötigt werden, die zur Problemlösung auch miteinander verknüpft bzw. gegenübergestellt werden müssen. Die Evaluationsergebnisse des ersten Durchlaufs im Sommersemester 2023 deuten darauf hin, dass der entwickelte didaktische Ansatz den Studierenden den Zugang zu den Grundlagenmodulen und somit den Studienerfolg

erleichtern kann. Die Ergebnisse müssen jedoch in den nächsten Durchgängen mit größeren Stichproben überprüft werden, um eine tragfähige Aussage über die Wirksamkeit treffen zu können.

Bei der Konzeption und Durchführung der beiden Studienmodule ergaben sich verschiedene Herausforderungen. Hierzu zählt z. B. die Erarbeitung der Anwendungsfälle, da an diese verschiedene Anforderungen zu stellen sind. Zunächst müssen die Anwendungsfälle so gestaltet sein, dass sie auch für Studienanfänger:innen technisch verstehbar sind und möglichst an Vorerfahrungen der Studierenden anknüpfen können. Zudem sollen die Anwendungsfälle die gezielte Förderung eines begrenzten Umfangs an neuen mathematischen Kompetenzen ermöglichen, dabei aber nach Möglichkeit auch bestehende Kompetenzen wiederholen und festigen. Hierbei musste an verschiedenen Stellen zwischen einer hohen Ausprägung der Authentizität und einer für den Lernprozess angemessenen Schwierigkeit abgewogen werden. Erleichtert wurde die fachliche Verzahnung durch den Umstand, dass beide Module von derselben Person verantwortet werden und die beteiligten Dozierenden aus dem Team des Förde-Kompasses bei der Konzeption und Durchführung der Veranstaltung eng zusammengearbeitet haben.

Trotz dieser Herausforderungen erscheint der Ansatz der fachlichen Verzahnung von Grundlagenmodulen, insbesondere unter Einbezug der Zieldisziplin, sehr vielversprechend. Grundsätzlich zeigen die theoretischen Bezugspunkte, allgemeinen empirischen Untersuchungen und Evaluationsergebnisse aus dem Förde-Kompass, dass der Studieneinstieg hierdurch erleichtert werden kann, ohne größere inhaltliche Abstriche machen zu müssen. Insofern ist der gezeigte Ansatz ein Weg, den Herausforderungen des Studieneinstiegs zu begegnen.

Anmerkungen

Dieser Text ist Beitrag in einem Themenheft der Zeitschrift *die hochschullehre*, das von der Stiftung Innovation in der Hochschullehre im Rahmen des Projekts *Interdisziplinäre Zusammenarbeit als Schlüssel zu gesellschaftlicher Innovation (InDiNo)* gefördert wurde (FKZ FBM2020-EA-530).

Literatur

- Bruch, T. & Lotz, J. (2018). Mathematische Fachkultur als Hindernis für Studienanfänger? In Fachgruppe Didaktik der Mathematik der Universität Paderborn (Hrsg.), *Beiträge zum Mathematikunterricht 2018* (S. 357–360), WTM. <http://dx.doi.org/10.17877/DE290R-19270>
- Derboven, W. & Winkler, G. (2010). „Tausend Formeln und dahinter keine Welt“. Eine geschlechtersensitive Studie zum Studienabbruch in den Ingenieurwissenschaften. *Beiträge zur Hochschulforschung* 32, 56–78.
- Diener, M. und Schmassmann, M. (2012). Lernschwierigkeiten in Mathematik entschärfen - aber wie? *Verband Dyslexie*. 5–13. https://phzh.ch/MAP_DataStore/119356/publications/Lernschwierigkeiten.pdf
- Fachhochschule Kiel (2022). *Satzung der Fachhochschule Kiel zur Durchführung des einsemestrigen Orientierungssemesters Förde-Kompass in den Ingenieurwissenschaften vom 8. September 2022*. https://www.fh-kiel.de/fileadmin/data/fachhochschule/hochschulrecht/rechtderfhkiel/studien_undpruefungsangelegenheiten/orientierungssemester/satzung_orientierungssemester_fh_kiel.pdf
- Fachhochschule Kiel (2023). *Studienangebot*. <https://www.fh-kiel.de/studium/studienangebot/>
- Gerstenmaier, J. & Mandl, H. (1995). Wissenserwerb unter konstruktivistischer Perspektive. *Zeitschrift für Pädagogik* 41 (6), 867–888.
- Gesellschaft für Informatik e.V. (2006). *Was ist Informatik? Unser Positionspapier*. <https://gi.de/fileadmin/GI/Hauptseite/Themen/was-ist-informatik-lang.pdf>
- Giering, K. & Matheis, A. (2004). Mathematik in Ingenieurwissenschaftlichen Studiengängen nach PISA. *Global Journal of Engineering Education (GJEE)* 8 (3), 261–268.
- Hasselhorn, M. & Gold, A. (2022). *Pädagogische Psychologie. Erfolgreiches Lernen und Lehren*. 5. überarb. Aufl. Kohlhammer.

- Howe, F. & Knutzen, S. (2013). *Digitale Medien in der gewerblich-technischen Berufsausbildung. Einsatzmöglichkeiten digitaler Medien in Lern- und Arbeitsaufgaben.*
- Mandl, H., Gruber, H. & Renkl, A. (2002). Situiertes Lernen in multimedialen Lernumgebungen. In L. J. Issing & P. Klimsa (Hrsg.), *Information und Lernen mit Multimedia und Internet: Lehrbuch für Studium und Praxis* (S. 138–148). Beltz PVU.
- Niedersächsisches Landesinstitut für schulische Qualitätsentwicklung (2023). *UB - BBS Unterrichtsbeobachtungsbogen (Stand 2021)*. <https://portal.eval.nibis.de/nibis.php?menid=127>
- Pietsch, W. (2014). Wie wissenschaftlich sind die Ingenieurwissenschaften? *fatum* 1, 21. <https://f-mag.de/01-21>
- Reinmann-Rothmeier, G. & Mandl, H. (2001). Unterrichten und Lernumgebungen gestalten. In A. Krapp & B. Weidenmann (Hrsg.), *Pädagogische Psychologie: Ein Lehrbuch* (S. 601–646). Beltz PVU.
- Reinmann-Rothmeier, G., Mandl, H., Prenzel, M., Arzberger, H. & Brehm, K.-H. (1994). *Computerunterstützte Lernumgebungen: Planung, Gestaltung und Bewertung*. Publicis MCD.
- Reisig, W. (2020). Informatik – eine eigenständige Wissenschaft? *Informatik Spektrum* (2020) 43, 262–271. <https://doi.org/10.1007/s00287-020-01294-z>
- Ryan, R. M. & Deci, E. L. (2000). Self-determination theory and the facilitation of intrinsic motivation, social development, and well-being. *American Psychologist*, 55, 68–78.
- Schleswig-Holsteinischer Landtag (2020). *Drucksache 19/2320. Antrag der Landesregierung. Antrag auf Zustimmung des Landtages zu den Zielvereinbarungen zum Zukunftsvertrag Studium und Lehre stärken*. <https://www.landtag.ltsh.de/infotek/wahl19/drucks/02300/drucksache-19-02320.pdf>
- Technische Universität Hamburg (TUHH) (2023). *Bachelorstudiengänge*. <https://www.tuhh.de/tuhh/studium/vor-dem-studium/studienangebot/bachelorstudiengaenge>
- Warnecke, G. (2021). *Was ist Mathematik? Wozu brauchen wir Mathematik? Vorbemerkungen zur Vorlesung Analysis*. Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg. <https://www.math.uni-magdeburg.de/~thein/teaching/analysis1/mathematik.pdf>

Autor

Prof. Dr.-Ing. Hanno Kallies. Fachhochschule Kiel, Fachbereich Informatik und Elektrotechnik, Kiel, Deutschland; Orchid-ID: 0009-0008-8942-2416; E-Mail: hanno.kallies@fh-kiel.de



Zitiervorschlag: Kallies, H. (2024). Fachliche Verzahnung von handlungs- und problemorientierten Studienmodulen. Am Beispiel des Orientierungssemesters Förde-Kompass an der Fachhochschule Kiel. *die hochschullehre*, Jahrgang 10/2024. DOI: 10.3278/HSL2409W. Online unter: wbv.de/die-hochschullehre

Gefördert durch die



Stiftung
Innovation in der
Hochschullehre