

**Mario SCHMITZ¹, Johannes CREUTZIGER & Holger PEHLGRIMM
(Eberswalde)**

„Was hat denn das mit Holz zu tun?“

Zusammenfassung

Der Mathematik aus Sicht von Studierenden anhand von praxisrelevanten Beispielen aus dem späteren Berufsbild einen Sinn zu geben, bildet die strategische Grundlage bei unseren Bemühungen, die Abbrecherquote im Ingenieurstudiengang Holztechnik zu reduzieren. In diesem Beitrag präsentieren wir das Konzept, mit welchem wir in den nächsten zwei Jahren eine Neuorganisation des mathematisch-technischen Grundlagenstudiums umzusetzen versuchen. Die Vorgehensweise basiert auf einer Analyse von zu erreichenden Handlungskompetenzen, zu denen dann anhand konkreter Problemstellungen Ansatzpunkte in der Lehre identifiziert werden sollen. Die mathematischen Fertigkeiten, die zur Lösung dieser Ansatzpunkte notwendig sind, sollen synchron zu den Lehrinhalten der entsprechenden INT-Module vermittelt werden. Ziel ist es, diese Vorgehensweise so zu systematisieren, dass die Ergebnisse bei der Umgestaltung des Curriculums berücksichtigt werden können.

Schlüsselwörter

Ingenieur/in, Mathematik, Kompetenzanalyse, Methodik, Curriculum

¹ E-Mail: Mario.Schmitz@hnee.de

“What does this have to do with wood?” How to link mathematics with the required skills of a wood technology engineer

Abstract

Teaching mathematics at the first-year university level is a particularly hard task if the students lack motivation for this subject. This paper presents a framework we are currently developing to restructure our mathematical and technical courses in order to increase the motivation for mathematics. The overarching goal is to reduce the dropout rate of our students, which is often related to poor performance in mathematics. The framework is based on an analysis of the skills a successful graduate of wood technology studies should have. These skills will be used to identify what mathematical input is required to acquire those skills in the corresponding technical courses. The mathematical content will then be delivered at the time that it is actually needed to solve problems in mechanics, physics, programming or process engineering.

Keywords

engineering, mathematics, competence, teaching, curriculum

1 Hintergrund

Die Studienabbruchquote im Bachelorstudiengang Holztechnik liegt bereinigt von den Studierenden, die gar nicht erst an den Erstsemesterklausuren teilnehmen, in den letzten vier Jahren bei 25 %. Diesen Wert schätzen wir als sehr hoch ein, da wir davon ausgehen, dass eine Entscheidung für den sehr spezialisierten Studiengang Holztechnik eine bewusste Entscheidung ist und der Anteil der Studierenden, die diesen Studiengang zum *Ausprobieren* belegen, gering ist. Die meisten Bewerber/innen haben bereits eine Berufsausbildung zur Tischlerin/zum Tischler oder zur Zimmerin/zum Zimmerer absolviert oder eine Hochschulzugangsberechtigung von einem bautechnischen Oberstufenzentrum erworben. Zum Zeitpunkt der Bewerber/innen

bung liegt das Durchschnittsalter der Studierenden bei 23 Jahren und der letzte Mathematikunterricht ist im Schnitt drei Jahre her. Außerdem sehen wir uns mit einer zunehmenden Heterogenität bei unseren Studierenden sowie mit einer immer größer werdenden Zahl von Bewerberinnen und Bewerbern ohne klassische Hochschulzugangsberechtigung konfrontiert, da für den Bachelorstudiengang Holztechnik auch Studieninteressierte mit einem Abschluss der Sekundarstufe I und einer abgeschlossenen Berufsausbildung mit zweijähriger Berufserfahrung zugelassen werden können (LAND BRANDENBURG, 2014).

Warum sehen wir einen Handlungsbedarf im mathematisch-technischen Grundlagenstudium? Über einen Zeitraum von vier Jahren haben wir das Abschneiden aller Studienabbrecher/innen, die an der Erstsemesterklausur Mathematik teilgenommen hatten, nach Bestehen oder Nichtbestehen der Klausur analysiert. Dabei kam heraus, dass 85 % der späteren Studienabbrecher/innen durch diese Klausur durchgefallen sind. Des Weiteren haben wir bei der Analyse von 133 Erstsemesterklausuren im Modul Maschinenkunde festgestellt, dass 30 % der Teilnehmer/innen die Aufgaben aufgrund mathematischer Probleme, wie beispielsweise einfacher Termumformungen, nicht lösen konnten. Das beweist zwar nicht, dass ausschließlich Probleme in Mathematik in diesem Studiengang für den Studienabbruch verantwortlich sind, hat uns aber darin bekräftigt, dass Maßnahmen für das Überwinden dieser Hürde eine effektive Stellschraube für einen erfolgreichen Studienverlauf darstellen. Weitere Faktoren für den Abbruch, wie eine mangelnde Fachidentifikation und Schwierigkeiten mit der Studienfinanzierung (vgl. HEUBLEIN, BESUCH, HUTZSCH, SCHREIBER & SOMMER, 2009), halten wir aufgrund persönlicher Gespräche mit den Studierenden in diesem Studiengang für nicht so entscheidend wie die Leistungsprobleme in den mathematisch-technischen Grundlagenfächern.

Nachdem wir durch die Einführung von „Mathe-Kliniken“, bei denen wir in Tutorienform den Stoff der Mathematikvorlesungen anhand von praxisrelevanten Beispielen aus dem Berufsbild der Holztechnikerin/des Holztechnikers wiederholt haben, erste Erfolge hinsichtlich der Erstsemesterklausur Mathematik zu verzeichnen hatten (SCHMITZ & GRÜNBERG, 2013), haben wir uns als Nächstes für eine

Umgestaltung unseres Curriculums entschieden. Ziel dieser Umgestaltung ist es, Erkenntnisse, die wir aus der intensiven und individuellen Arbeit mit den Studierenden gewonnen haben, in der Lehre zu verankern.

Das Zitat im Titel dieses Beitrags stammt von einem Erstsemesterstudenten in einem Mathematik-Tutorium. „Was hat denn das mit Holz zu tun?“ versuchen wir dabei so aufzugreifen, dass wir Mathematik als Service für den *INT*²-Studiengang Holztechnik interpretieren. Wenn wir es den Studierenden ermöglichen, dass sie sich diese Frage nach dem Sinn und Zweck des mathematisch-technischen Grundlagenstudiums selbst beantworten können, erhoffen wir uns eine deutliche Steigerung der intrinsischen Motivation (vergl. MURAYAMA, PEKRUN, LICHTENFELD & VOM HOFE, 2013) in der Studieneingangsphase, wodurch wir eine messbare Leistungssteigerung erwarten (ROOCH, KISS & HÄRTERICH, 2013). Ein weiterer Aspekt ist, dass wir das Zeitbudget unserer Studierenden nicht weiter durch immer mehr werdende Zusatzangebote belasten, sondern die Angebote, die sich als effektiv bewiesen haben, in die bestehenden Lehrveranstaltungen integrieren wollen.

Im Folgenden werden die geplante Vorgehensweise und die ersten Versuche, einige Aspekte derselben zu implementieren, beschrieben. Danach diskutieren wir die schon jetzt ersichtlich werdenden Hürden bei der Umsetzung sowie einige offene Fragen, die es noch zu beantworten gilt.

2 Umgestaltung des Curriculums

In diesem Abschnitt wird beschrieben, wie wir ausgehend von einer Analyse von zu erreichenden beruflichen Handlungskompetenzen (vergl. HEYSE, ERPENBECK & MICHEL, 2002) eine curriculare Abbildung derselben zu erreichen versuchen. Der Fokus liegt dabei auf der Fach- und Methodenkompetenz in der ma-

² In unserem Ansatz versuchen wir die Rolle der Mathematik in einem Ingenieurstudien-gang neu zu interpretieren und trennen daher *M* von *INT* (siehe Abschnitt 2).

thematisch-technischen Grundlagenausbildung für Ingenieurinnen und Ingenieure. Die Einbindung sozialer und personaler Kompetenzen soll im Gesamtkonzept für den kompletten Studienverlauf, welches derzeit parallel entwickelt wird, verankert sein. Zurzeit befinden wir uns in einer Pilotphase, so dass bisher nur Erfahrungen aus einer fakultativen Veranstaltung und von drei Probeinterviews mit Vertreterinnen und Vertretern aus der Holzindustrie, welche zur Entwicklung eines Interviewleitfadens dienen sollen, vorliegen. Typische Antworten der Probeinterviews waren:

- „...müssen mehr Verständnis für betriebswirtschaftliche Aspekte haben...“
- „...müssen gute Analytiker/innen sein...“
- „...müssen statistische Auswertungen vornehmen können...“
- „...müssen professionelle/wissenschaftliche Dokumentationen erstellen können...“

Diese sehr allgemein gehaltenen Antworten erfordern ein Konzept, welches es ermöglicht, die darin verborgenen mathematischen Inhalte systematisch herauszufiltern. Die konkrete Umsetzung soll im Zuge einer Re-Akkreditierung des Studiengangs erfolgen. In Abb. 1 ist die geplante Vorgehensweise schematisch dargestellt.

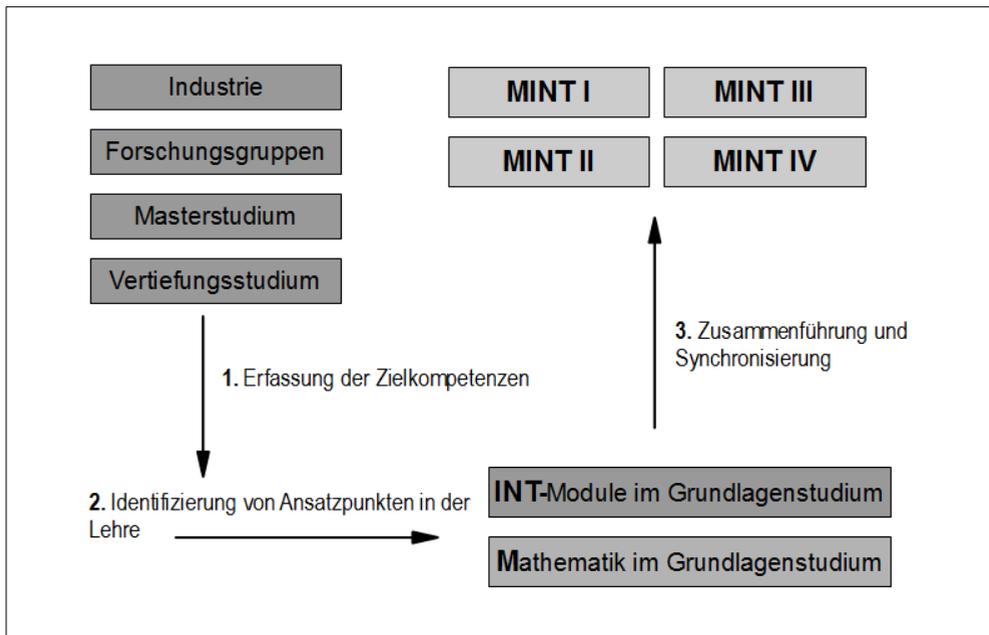


Abb. 1: geplante Vorgehensweise

2.1 Erfassung der Zielkompetenzen

Als Basis für die curriculare Implementierung sollen die zu erzielenden Handlungskompetenzen dienen. Diese werden auf unterschiedlichen Ebenen erfasst, nämlich aus Sicht der Industrie, aus Sicht von Forschungsgruppen und aus Sicht von den Dozierenden der vertiefenden Spezialisierungsmodule in den höheren Fachsemestern bzw. im konsekutiven Masterstudium.

Als Form für die Kompetenzanalyse haben wir uns für semi-strukturierte Interviews entschieden, deren Leitfaden zurzeit anhand von Probeinterviews erstellt wird. Für die Ebenen Masterstudium und Vertiefungsstudium hätten wir sicherlich auch Fragebögen generieren können, da es zu erwarten ist, dass die Dozierenden

genaue Vorstellungen davon haben, welche mathematischen Inhalte in der Studieneingangsphase vermittelt werden sollten. Diese geschlossene Form wäre aber bei den Gesprächen mit Vertreterinnen und Vertretern aus der Industrie problematisch, weil wir genau auch an den allgemeiner formulierten Handlungskompetenzen interessiert sind.

2.2 Identifizierung von Ansatzpunkten in der Lehre

In diesem Schritt sollen die zuvor erfassten Handlungskompetenzen als konkret umsetzbare *learning outcomes* (vgl. EUROPÄISCHE UNION, 2008) formuliert und den relevanten *INT*-Modulen aus dem Grundlagenstudium zugeordnet werden. Im Anschluss müssen die jeweiligen mathematischen Themenblöcke, die zur Lösung dieser Probleme notwendig sind, identifiziert werden. Die davon betroffenen Module wären: *Mathematik I, II; Physik I, II; EDV; Technische Mechanik I, II* sowie ein *labortechnisches Praktikum*. An dieser Stelle wird es schwierig, die Struktur des bisherigen Studienverlaufs beizubehalten, denn viele dieser Ansatzpunkte werden auch Wahlpflichtmodule aus dem Vertiefungsstudium in den höheren Fachsemestern betreffen. Außerdem wird beispielsweise *Statistik* zurzeit nur als Wahlpflichtmodul angeboten. Dieses Problem versuchen wir mit einer Auflockerung der bisherigen strikten Trennung von Grundlagenstudium (Fachsemester 1-3) und Vertiefungsstudium (Fachsemester 4-7) zu lösen, was auch dem Wunsch vieler Studierenden entsprechen würde, schon möglichst früh im Studium mit konkreten Aspekten des zukünftigen Berufsbilds in Kontakt zu kommen.

2.3 Synchronisierung von *M*- und *INT*

Wenn die thematische und inhaltliche Zuordnung der Handlungskompetenzen auf die entsprechenden Module erreicht ist, müssen diese neu strukturiert werden. Dazu sollen zunächst thematisch zusammenhängende Blöcke generiert werden, bei der die zuvor identifizierten Themen aus den *INT*-Modulen mit der dazu relevanten Mathematik verknüpft werden. Daraus erreichen wir zusätzlich eine Synchronisierung von Lehrinhalten, was bisher nicht immer gewährleistet werden konnte. In der

Vergangenheit wurde beispielsweise in der Statik die Vektorrechnung angewandt, bevor die lineare Algebra in Mathematik behandelt wurde. Genauso unbefriedigend war es allerdings auch für die Studierenden, wenn in Mathematik partielle Ableitungen behandelt wurden, die erst ein Jahr später bei der Berechnung von Fehlerfortpflanzungsparametern in der Qualitätssicherung Anwendung fanden.

Mathematik wurde bisher ausschließlich in den ersten beiden Fachsemestern unterrichtet. Die nach oben beschriebener Vorgehensweise generierten Themenblöcke sollen zukünftig in vier Modulen (*MINT I-IV*), gestreckt über die ersten beiden Studienjahre, angeboten werden.

Um die angestrebte Synchronisierung von zurzeit noch separat angebotenen Modulen auszutesten, hatten wir im Sommersemester 2013 erstmalig eine Gruppe von Studierenden mit einer Problemstellung konfrontiert, welche sich bei der Herstellung von Messeständen im hochschuleigenen Technikum ergeben hat: *„Zur Herstellung von in Masse produzierten Versteifungselementen benötigen wir einen Makro für die CNC-Maschine, welcher den Sägewinkel für die Versteifungselemente mit Breite s , bei vorgegebenen Rahmenmaßen a und b (Abb. 2) berechnet.“*

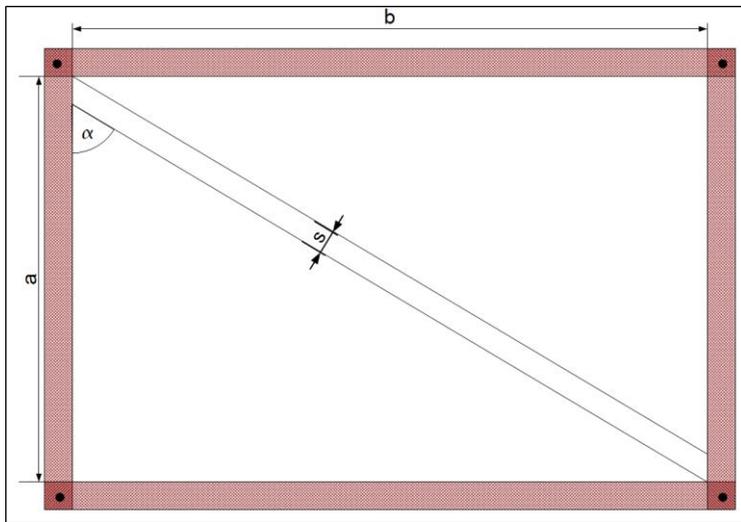


Abb. 2: Beispielaufgabe

Die Ansatzpunkte in der Lehre bei diesem Beispiel sind:

- Technische Mechanik: Fachwerke, Systeme starrer Körper
- Mathematik: Grundlagen, Lösung von Gleichungssystemen
- EDV: Tabellenkalkulation, Makroprogrammierung, Dateikonvertierung

Der so generierte Themenblock soll folgendermaßen in der Lehre integriert werden: In der ersten Vorlesung wird das Problem beschrieben und das dazugehörige Hintergrundwissen aus der Statik gelehrt. In der zweiten Vorlesung wird ein Lösungsansatz in Mathematik mit einem konkreten Zahlenbeispiel präsentiert und die dazugehörige Theorie vermittelt. In der dritten Vorlesung wird in EDV eine Einführung in die relevanten Softwarepakete gegeben und ein Beispiel zur Makroprogrammierung vorgestellt, welches die Programmierung in ein für die CNC-Maschine lesbares Format konvertiert. Anschließend wird den Studierenden die Maschine gezeigt. Die endgültige Lösung des Problems wird als Hausaufgabe ausgegeben.

$$\alpha_{1,2} = \sin^{-1} \left(\frac{as}{(a^2+b^2)} \pm \sqrt{\left(\frac{as}{(a^2+b^2)}\right)^2 - \frac{(s^2-b^2)}{(a^2+b^2)}} \right)$$

Parameter		Eingabe
Rahmenhöhe	<i>a</i>	1,3
Rahmenbreite	<i>b</i>	2,4
Breite der Diagonalen	<i>s</i>	0,15
alpha1		64,71

Abb. 3: Lösung eines Studierenden

In der Zusatzveranstaltung 2013 wurde das Problem von den Studierenden zufriedenstellend gelöst. Allerdings fehlte uns zu diesem Zeitpunkt noch die Dateikonvertierung für die CNC-Maschine. Der oben beschriebene Ablauf könnte so zukünftig im Modul *MINT I* zu Beginn des ersten Fachsemesters eingebunden werden.

3 Diskussion

Der Zusammenhang zwischen Erfolg in der Mathematik-Klausur und Studienerfolg ist ein Ausgangspunkt unserer Überlegung. Es ist ohne weitere Untersuchungen nicht klar, ob das Ergebnis der Mathematik-Klausur, statistisch gesehen, die *Ursache* für den Studienerfolg oder -misserfolg ist, oder ob beides die Wirkung einer anderen, noch unbekanntes, Ursache ist. Ein Indiz für einen kausalen Zusammenhang ist, dass Schwierigkeiten in Maschinenkunde oft auf Mathematik-Defiziten beruhen. Außerdem hat ein Scheitern in Mathematik am Anfang des Studiums sicher oft eine demotivierende Wirkung.

Des Weiteren muss bei dieser geplanten Umstrukturierung die Gefahr einer Niveausenkung gesehen werden. Aus einer etwas anderen Sicht kann man sich fragen: Welches Niveau wollen wir genau? Wenn die Lehrinhalte auf der Basis der hier vorgeschlagenen Kompetenzanalyse modifiziert werden, werden sich auch die Prüfungsinhalte ändern. Die genauen Kriterien für die Bewertung des Erfolgs unserer Maßnahmen müssen noch entwickelt werden. Dabei werden auch externe Bewertungen eine Rolle spielen (Wie erfolgreich sind unsere Absolventinnen und Absolventen im Beruf oder in einem anschließenden Masterstudium?).

Kann man alle mathematischen Inhalte, die zum Curriculum gehören sollen, durch Synchronisierung des Curriculums in einen Motivationszusammenhang bringen? Wie viele *abstrakte* Grundlagen bleiben übrig, die man behandeln muss? Oder ist die Unmöglichkeit, zu einem mathematischen Begriff oder einem mathematischen Theorem ein vernünftiges Beispiel zu finden, eher ein Hinweis auf die Verzichtbarkeit dieses Begriffs oder Theorems im Mathematik-Lehrinhalt?

Es gibt einige Gründe dafür, das Abstrakte nicht auszuschließen. Zunächst ist die Abstraktheit gerade die Stärke der Mathematik, auch in den Anwendungen. Eine gewöhnliche Differentialgleichung kann eine mechanische Schwingung beschreiben oder auch einen elektrischen Schwingkreis. Das legt schon die Behandlung von zum Beispiel „gewöhnlichen Differentialgleichungen mit konstanten Koeffizienten“ als solchen nahe. Abstraktheit ist auch Denkökonomie.

Wenn man das abstrakte Denken in der Mathematik etwas bescheidener ausdrückt, als *Verstehen der mathematischen Zusammenhänge*, kommt noch ein wichtiges Argument dazu: *Erkennen von Fehlern*. Studierende der Holztechnik müssen die mathematischen Beweise nicht verstehen, aber sie sollten die Zusammenhänge so weit verstehen, dass sie richtige von falschen Überlegungen unterscheiden können. Wenn man die typischen Fehler der Studierenden analysiert, stellt man oft fest, dass die Fehler bei kritischer Haltung zu den eigenen Ergebnissen vermeidbar gewesen wären.

Der von uns vorgeschlagene Weg der Synchronisierung der Lehrinhalte erfordert einen hohen Organisationsaufwand, besonders bei der Stundenplanerstellung, der

Abstimmung zwischen den Lehrenden und bei der geforderten Abrechnung der Lehrleistungen. Um die Synchronisierung nicht noch schwieriger zu machen, sollten die eigentlichen mathematischen Inhalte daher (noch) nicht revolutionär verändert werden. Es sollte unseres Erachtens bei dem üblicherweise als sinnvoll eingestuften Lehrinhalt der *Mathematik für Ingenieure* – mit gewissen Abstrichen bei der Holztechnik – bleiben.

Die Prüfungsregeln, die in Zusammenhang mit den curricularen Änderungen auch geändert werden, müssen mit der Rahmenprüfungsordnung der Hochschule kompatibel sein. Auch das organisatorische Umfeld des neuen Curriculums soll *evaluiert* werden.

4 Zwischenfazit und Ausblick

Bei den ersten Versuchen, die beruflichen Handlungskompetenzen in Probeinterviews mit Vertreterinnen und Vertretern aus der Holzindustrie zu erfassen, haben wir festgestellt, dass die Antworten eher allgemein formuliert wurden. Da wir jedoch anhand der Kompetenzanalyse konkrete Ansatzpunkte in der Lehre identifizieren wollen, haben wir uns dazu entschieden, diese mit konkreten Problemstellungen aus der Praxis zu hinterlegen. So wurde beispielsweise in diesen Probeinterviews festgestellt, dass es sich bei den betriebswirtschaftlichen Aspekten in diesem konkreten Fall um eine logistische Optimierung bei Kommissionierungsgeschäften handelte oder – bei den statistischen Auswertungen – um Analysen von per optischer Sensortechnik beurteilten Qualitäten von zugelieferten Holzbrettern.

Um die Phase der Kompetenzanalyse für die weitere geplante Vorgehensweise nutzbar zu machen, müssen wir folglich jede allgemein formulierte Handlungskompetenz mit konkreten Beispielen hinterlegen. Das bedeutet zwar einen erheblichen Mehraufwand, hat aber den Vorteil, dass wir auf diese Weise auch Aufgabenstellungen aus der Praxis gewinnen, die wir dann in der Lehre gezielt einsetzen können.

Die Einbettung in ein den gesamten Studienverlauf betreffendes Gesamtkonzept und die damit in Verbindung stehende Auflösung der Trennung von Grundlagensstudium und Vertiefungsstudium erweist sich nicht nur wegen der Berücksichtigung sozialer und personaler Kompetenzen als zwingend notwendig. Die beiden oben genannten Beispiele aus den Probeinterviews (logistische Optimierung und statistische Auswertung) sind den Wahlpflichtmodulen *Fabrikplanung* beziehungsweise *Qualitätssicherung* zuzuordnen. Die in der Beschreibung der Methodik genannte Liste von Modulen, die als *MINT I-IV* zusammengefasst werden sollen, muss wahrscheinlich noch um Lehrinhalte aus anderen Modulen erweitert werden, um den geforderten Kontextbezug herzustellen.

5 Literaturverzeichnis

Europäische Union (2008). *Empfehlung des Europäischen Parlaments und des Rates vom 23. April 2008 zur Einrichtung des Europäischen Qualifikationsrahmens für lebenslanges Lernen*. Brüssel.

Heublein, U., Besuch, G., Hutzsch, C., Schreiber, J. & Sommer, D. (2009). *Zwischen Studienerwartungen und Studienwirklichkeit – Gründe für den Studienabbruch. Ergebnisse einer bundesweiten Befragung von Exmatrikulierten in Maschinenbau-Studiengängen*. Frankfurt am Main: IMPULS-Stiftung.

Heyse, V., Erpenbeck, J. & Michel, L. (2002). *Lernkulturen der Zukunft: Kompetenzbedarf und Kompetenzentwicklung in Zukunftsbranchen*. Arbeitsgemeinschaft Betriebliche Weiterbildungsforschung, Projekt Qualifikations-Entwicklungs-Management.

Land Brandenburg. (28. April 2014). *Gesetz über die Hochschulen des Landes Brandenburg*. <http://www.bravors.brandenburg.de>, Stand vom 13. Juni 2014.

Murayama, K., Pekrun, R., Lichtenfeld, S. & vom Hofe, R. (2013). Predicting Long-Term Growth in Students' Mathematics Achievement. The Unique Contributions of Motivation and Cognitive Strategies. *Child Development*, 84(4), 1475-1490. Wiley. doi: 10.1111/cdev.12036

Rooch, A., Kiss, C. & Härterich, J. (2013). Brauchen Ingenieure Mathematik? – Wie Praxisbezug die Ansichten über das Pflichtfach Mathematik verändert. In I. Bausch et al. (Hrsg.), *Mathematische Vor- und Brückenkurse – Konzepte, Probleme und Perspektiven* (S. 398-409). Wiesbaden: Springer Spektrum.

Schmitz, M. & Grünberg, K. (2013). *Mathematik im Übergang Schule/Hochschule und im ersten Studienjahr – Extended Abstracts zur 2. khdm-Arbeitstagung*. Kassel: khdm.

Autoren



M. Sc. Mario SCHMITZ || Hochschule für nachhaltige Entwicklung Eberswalde (FH), Fachbereich Holztechnik || Alfred-Möller-Straße 1, D-16225 Eberswalde

www.hnee.de/Holztechnik

Mario.Schmitz@hnee.de



Prof. Dr. Johannes CREUTZIGER || Hochschule für nachhaltige Entwicklung Eberswalde (FH), Fachbereich Holztechnik || Alfred-Möller-Straße 1, D-16225 Eberswalde

www.hnee.de/Holztechnik

Johannes.Creutziger@hnee.de



Prof. Dr.-Ing. Holger PEHLGRIMM || Hochschule für nachhaltige Entwicklung Eberswalde (FH), Fachbereich Holztechnik || Alfred-Möller-Straße 1, D-16225 Eberswalde

www.hnee.de/Holztechnik

Holger.Pehlgrimm@hnee.de