

**Bernd Zinn** (Universität Stuttgart)

**Matthias Wyrwal** (Universität Stuttgart)

**Konzeption eines theoretischen Modells zu  
ausgewählten Kompetenzen von Technikern der  
Fachschule Bautechnik**

**Herausgeber**

Bernd Zinn

Ralf Tenberg

**Journal of Technical Education (JOTED)**

**ISSN 2198-0306**

Online unter: <http://www.journal-of-technical-education.de>

**Bernd Zinn (Universität Stuttgart)**  
**Matthias Wyrwal (Universität Stuttgart)**

## **Konzeption eines theoretischen Modells zu ausgewählten Kompetenzen von Technikern der Fachschule Bautechnik**

### **Zusammenfassung**

Im Beitrag werden auf der Grundlage einer empirischen Analyse zu länderspezifischen Curricula der Fachschule für Bautechnik und einer bereichsspezifischen Stellenausschreibungsanalyse zu Bautechnikern sowie im Anschluss an den empirischen Forschungsstand in der beruflichen Erstausbildung und der akademischen Bildung theoretische Modellierungen zu ausgewählten bautechnischen Kompetenzen von Schülerinnen und Schülern der Grundstufe der Fachschule Bautechnik vorgenommen.

*Schlüsselwörter:* Kompetenzen von Technikern, Mathematische Kompetenzen von Technikern, Kompetenzen in Baukonstruktion, Kompetenzen in Bauphysik, Kompetenzen in Tragwerkslehre

### **Conception of a theoretical model of selected competences of technicians of the constructional engineering school**

#### **Abstract**

Based on an empirical analysis – regarding country-specific curricula of the constructional engineering school – and also on the base of a subject-specific job-advertisement-analysis for site engineers, which were performed with respect to the empirical state of research on the initial vocational training and the university education, in the following essay theoretical modelings are executed, observing selected constructional competences of students of the elementary level of the constructional engineering school.

*Keywords:* competences of technicians, mathematical competences of technicians, competences in building construction, competences in building physics, competences in structural design

## 1 Ausgangslage

Mit der steigenden Bedeutung der beruflichen Weiterbildung (vgl. z.B. Baethge, Solga & Wieck 2007) ist ein zunehmendes Interesse an der Evidenzbasierung der postsekundären Berufsbildung und insbesondere auch für den Bildungssektor der Fachschulen festzustellen (vgl. z.B. Pahl 2010, Gillen & Meyer 2010, Biber et al. 2010, Walter & Müller 2010, Fazekas & Field 2013). Gleichwohl gibt es bislang nur ein sehr begrenztes empirisch fundiertes Wissen zu Fachschulen (für einen Überblick siehe z.B. Zinn & Wyrwal im Druck). Während für die Kompetenzmodellierung und Kompetenzmessung im Bereich allgemeiner Bildung und beruflicher Erstausbildung mittlerweile in mehreren Domänen substantielle Forschungsfortschritte zu konstatieren sind (vgl. im Überblick z.B. Zlatkin-Troitschanskaia & Seidel, 2011; Nickolaus & Seeber, 2013) und auch im akademischen Bildungsbereich erste empirische Forschungsbemühungen verzeichnet werden können (siehe BMBF-Programm Kompetenzmodellierung und Kompetenzmessung im Hochschulbereich; dazu, Brückner, S. et al 2014; vgl. z.B. Nickolaus et al. 2013), liegen für die postsekundäre Berufsbildung keine Studien zur Kompetenzmodellierung bei Schülerinnen und Schülern an bautechnischen Fachschulen vor. Der empirische Forschungsstand zu Fachschulen ist bislang gering und umfasst im Kern vereinzelte curriculare Studien und Berufsfeldanalysen (vgl. z.B. Biber et al. 2010, Syben 2012), Studien zu pädagogischen Handlungsprogrammen und zu Gestaltung von Lehr-Lern-Arrangements (vgl. z.B. Betzler 2006) sowie Studien zum Übergangsbereich zwischen beruflicher und akademischer Weiterbildung (vgl. z.B. Jürgens & Zinn 2012, Zinn 2012). Neben einer empirischen Studie zum fachspezifischen Vorwissen von Schülerinnen und Schülern an bautechnischen Fachschulen bei Ausbildungsbeginn (Zinn & Wyrwal im Druck), liegen nach den uns vorliegenden Daten keine weiteren empirischen Studien zu fachlichen Kompetenzen von Lernenden an Fachschulen für Bautechnik vor. Bislang liegen auch keine Kompetenzklärungsmodelle und Kompetenzniveaumodelle zu Schülerinnen und Schülern technischer Fachschulen vor. Die empirische Lehr-Lernforschung und insbesondere die Kompetenzforschung stehen im Bezugsfeld der bautechnischen Fachschulen am Anfang. Für die Überwindung dieses Forschungsdefizits ist ein verbessertes Erklärungs- und Beschreibungswissens zu Schülerinnen und Schülern an bautechnischen Fachschulen mehrfach legitimiert. Neben allgemein verbesserten Aussagemöglichkeiten zum Kompetenzstand und der Kompetenzentwicklung von Fachschülerinnen und Fachschülern, begründet es sich unserer Meinung nach vor allem aus dem zunehmenden Bedarf an hoch qualifizierten technischen Fachkräften (z.B. Erdmann et al. 2012), dem optimierungsbedürftigen Weiterbildungsverhalten im (Bau)Handwerk (z.B. Walter & Müller 2012) und den neuen akademischen Weiterbildungsmöglichkeiten für Absolventen von Fachschulen (vgl. z.B. Frommberger 2012).

Es ist festzustellen, dass sich die empirische Forschung zu den Kompetenzen von Schülerinnen und Schülern an Fachschulen insgesamt als herausfordernd und komplex darstellt. Insbesondere ist es durch die ausgeprägte Heterogenität der berufsfachlichen Ausgangssituationen der Fachschüler (Zinn & Wyrwal im Druck) und der bedeutenden Ausdifferenzierung der Aufgaben- und Tätigkeitsfelder von Technikern bedingt, die nicht nur in einer Ausdifferenzierung der unterschiedlichen beruflichen Fachrichtungen sondern ebenso in einer starken Ausdifferenzierung der Tätigkeiten innerhalb einer Domäne, wie beispielsweise der Bautechnik

(Syben 2012), Ausdruck findet. Neben klassischen Tätigkeiten in unterschiedlichen bautechnischen Segmenten, wie dem Hochbau, Tiefbau oder Ausbau, arbeiten Bautechniker beispielsweise im öffentlichen Dienst (z.B. am Bauamt zur Prüfung von Bauanträgen, Baustellenkontrolle, Bauabnahme), im Vertrieb (z.B. bei Herstellern von Baustoffen, Bauteilen und Baumaschinen), im Bau- und Gebäudemanagement (z.B. Betreuung von Bauobjekten, Betreuung von Bestandsimmobilien), sowie in Ausbildungseinrichtungen (z.B. in Beruflichen Schulen). Zudem sind Bautechniker in einigen Bundesländern (z.B. Hessen, Baden-Württemberg) eingeschränkt planvorlageberechtigt. Angesichts der skizzierten Vielfalt der möglichen Aufgaben- und Tätigkeitsbereiche von Technikern ist davon auszugehen, dass eine tätigkeitsbezogene Modellierung der Kompetenzen im Technikerbereich zu grundlegenden Abgrenzungsproblemen führen würde. Eine domänenspezifische Prüfung von Stellenausschreibungen für Bautechniker (siehe ausführlich Abschnitt 2.2.1) belegt, dass die Heterogenität der Tätigkeiten erheblich ist und nicht davon ausgegangen werden kann, dass die Bewältigung der damit verbundenen Anforderungen mit einheitlichen Kompetenzprofilen möglich ist.

Auf der Basis einer Analyse der länderspezifischen Curricula zu den Fachschulen für (Bau)Technik lassen sich dagegen zentrale curriculare Kernbereiche erkennen, die als bedeutsam für den Aufbau der Kompetenzen von Bautechnikern erachtet werden (siehe Abschnitt 2.2.2). Das gilt im ersten Ausbildungsjahr für die Fachschule Bautechnik für die Bereiche Technische Mathematik, Bauphysik, Baukonstruktion sowie Baustatik/Tragwerksplanung. Diese vier Kernbereiche werden an bautechnischen Fachschulen in Deutschland zwar unterschiedlich gewichtet, jedoch standortübergreifend als unabdingbar für den Aufbau der Fachkompetenzen von Bautechnikern erachtet. Vor diesem Hintergrund, scheint es zweckdienlich, eine erste Einordnung zur Modellierung der Fachkompetenz von angehenden Bautechnikern über diese vier curricularen Kernbereiche des ersten Ausbildungsjahres vorzunehmen.

## **2 Ausgangspunkte einer theoretischen Modellierung der Kompetenzen von Technikern**

### **2.1 Erste Ausrichtungen zum Kompetenzverständnis und theoretische Modellierungsannahmen**

Während man in der empirischen Erforschung der Fachschulen noch am Anfang steht, liegen zur beruflichen Ausbildung unterhalb der fachschulischen Ebene in mehreren Domänen inzwischen substanzielle Erkenntnisse zur Messung und Modellierung von Kompetenzen vor (vgl. z.B. Nickolaus & Seeber 2013; Zlatkin-Troitschanskaia & Seidel 2011). Auch im akademischen Bildungssektor sind erste empirische Forschungsbemühungen zur Kompetenzmodellierung und Kompetenzmessung zu verzeichnen (vgl. z.B. Nickolaus et al. 2013; Musekamp & Spöttl 2013). Angesichts der dünnen Ausgangslage im Bezugfeld der postsekundären Berufsbildung an Fachschulen erscheint es angemessen, zunächst strukturelle Parallelen zwischen der gewerblich-technischen Ausbildung bzw. ingenieurwissenschaftlichen Hochschulbildung und der Weiterbildung an technischen Fachschulen zu unterstellen. Hierdurch

wird auch der Anspruch der Forschungsgruppe unterstrichen, strukturell an den Erkenntnissen zur Kompetenzforschung der beruflichen Erstausbildung und Hochschulbildung anzuknüpfen.

Zur theoretischen Fundierung scheint es zuerst erforderlich, ausführlicher auf das für die theoretische Modellierung der Kompetenzen von Technikern zugrunde zu legende Kompetenzverständnis einzugehen. Kompetenzen werden nach Weinert als Dispositionen aufgefasst, mit deren Hilfe Individuen situative Anforderungen in einer Domäne bzw. in einem Handlungsbe-  
reich mithilfe verschiedener individueller Ressourcen (Wissen, Fähigkeiten, Fertigkeiten, motivationale, emotionale und volitionale Potenziale etc.) bewältigen (Weinert 2001, S. 27f.). Zur Analyse von Kompetenzen haben in der empirischen Bildungsforschung die kognitionspsychologischen Ansätze eine breite Rezeption gefunden (für einen Überblick siehe z.B. Wint-  
ther 2010). In den einzelnen Forschungslinien findet dabei meistens eine Eingrenzung des Begriffs auf bestimmte Facetten statt (Nickolaus & Seeber 2013; Zlatkin-Troitschanskaia & Seidel 2011). Sowohl die Kompetenzdefinition von Roth (1971) als auch die darauf aufbauende Definition zur Handlungskompetenz (Reetz 1999a; Reetz 1999b; KMK, 2007) umfasst, neben den kognitiven Dispositionen, zugleich auch affektiv-motivationale Aspekte einer um-  
fassenden Handlungsfähigkeit. Die Inklusion bzw. Exklusion motivationaler und metakogni-  
tiver Momente, die von Weinert (2001) mit dem Einbezug von Bereitschaften in das Kompe-  
tenzkonstrukt integriert wird, wird von anderen Autoren hingegen exkludiert (vgl. z.B. Zlat-  
kin-Troitschanskaia & Seidel 2011; Abele 2014) oder sie werden zumindest als separat zu er-  
fassende Momente ausgewiesen (Klieme & Leutner 2006). In den KMK-Handreichungen  
wird unter beruflicher Handlungskompetenz „die Bereitschaft und Befähigung des Einzelnen,  
sich in beruflichen, gesellschaftlichen und privaten Situationen sachgerecht durchdacht sowie  
individuell und sozial verantwortlich zu verhalten“ (KMK 2007, S. 10) verstanden, wobei da-  
von ausgegangen wird, dass die Handlungskompetenz sich in den Dimensionen Fachkompe-  
tenz, Humankompetenz und Sozialkompetenz entfaltet (ebd.). Mit dieser komplexen Hand-  
lungskompetenz sind hohe diagnostische Herausforderungen verbunden (Nickolaus & Seeber  
2013). Während die Modellierung zur Personalkompetenz hier noch weitestgehend am An-  
fang steht, liegen zu ausgewählten Subdimensionen der Sozialkompetenz (Bsp. moralische  
Urteilsfähigkeit) erste elaborierte Kompetenzmodelle vor (vgl. Treutlein 2013). Relativ weit  
fortgeschritten sind für die berufliche Bildung inzwischen die Modellierungen im Bereich der  
Fachkompetenz, wobei sich diese nach wie vor auf einzelne Berufe und in der Regel auf Aus-  
schnitte der fachlichen Kompetenz im gewerblich-technischen (vgl. z.B. Nickolaus et al.  
2011) und kaufmännischen Bereich (vgl. z.B. Rosendahl & Straka 2011) beschränken. Die  
beobachteten Subdimensionen des Fachwissens orientieren sich an den curricularen Schwer-  
punkten und Tätigkeitsbereichen (im Überblick Nickolaus et al. 2011).

Im gewerblich-technischen Ausbildungssektor sind die vorliegenden Arbeiten überwiegend  
auf elektro-, metall- und informationstechnische Berufe beschränkt. Für den bautechnischen  
Bereich liegen im Bezugsfeld nur begrenzt empirische Arbeiten vor: Studien zur Fachleistung  
von Tischlern (Lehmann & Seeber 2007; Wyrwal 2013), Interventionsstudien in der bautech-  
nischen Berufsfachschule (vgl. z.B. Norwig, Petsch & Nickolaus 2013), Interventionsstudien  
bei Zimmerern (Bünning 2007; Wülker 2004) und eine Studie zur Modellierung der berufs-  
fachlichen Kompetenz am Ende der Grundbildung in bautechnischen Berufen von Nickolaus,  
Petsch und Norwig (2013). In der Studie von Nickolaus, Petsch und Norwig wird für die be-

rufsfachliche Kompetenz am Ende der Grundbildung eine vierdimensionale Kompetenzstruktur (Fachzeichnen, Fachrechnen, Fachtheorie und fachspezifische Problemlösefähigkeit) modelliert (ebd.). In einer eigenen Studie zum fachspezifischen Wissen von Lernenden bei Einmündung in die Fachschule Bautechnik wurde eine zweidimensionale Struktur des fachlichen Vorwissens (Bautechnische Grundlagen und Fachtheorie Hochbau) empirisch nachgewiesen (Zinn & Wyrwal im Druck). Über verschiedene Ausbildungsberufe und domänenübergreifend hinweg lassen sich das fachspezifische Wissen und die Fähigkeit, dieses Wissen in beruflichen Handlungssituationen anzuwenden, als zwei Hauptbereiche der Fachkompetenz bestätigen, wobei im Verlauf der Ausbildung domänenspezifische curriculare und tätigkeitsbezogene Verschmelzungs- und Ausdifferenzierungsprozesse der Fachkompetenz beobachtet werden (vgl. z.B. Nickolaus et al 2011).

Bei der theoretischen Modellierung zu ausgewählten ingenieurwissenschaftlichen Kompetenzen gehen Nickolaus et al. (2013) nach einer curricularen Analyse in den Studiengängen Maschinenbau und Bautechnik von den vier Kernbereichen Höhere Mathematik, Technische Mechanik, Werkstofftechnik und Konstruktionstechnik aus. Erste empirische Befunde im Bezugfeld der Erforschung zu ingenieurwissenschaftlichen Kompetenzen bei Bau- und Maschinenbaustudierenden belegen für die physikalisch-technischen Eingangskompetenzen eine mehrdimensionale Kompetenzstruktur<sup>1</sup> (Nickolaus et al. im Druck). Zudem geht die Forschergruppe um Nickolaus bei der theoretischen Modellierung im akademischen Bildungsbereich von dem von Abele (2014) leicht modifizierten CLARION Modell (Sun 2006) aus. Beim CLARION Modell wird zwischen einem nichthandlungsbezogenen Wissenssystem bzw. fachsystematischem Wissenssystem (NHBS) und einem handlungsbezogenen Wissenssystem (HBS) differenziert. Während das NHBS ein Wissen ohne direkten Handlungsbezug (statisches Wissen) darstellt, ist das HBS im Wesentlichen für mentale oder die Umwelt betreffende Operationen und die Repräsentation von Handlungswissen verantwortlich. Beide Wissenssysteme stehen in Verbindung und können in expliziter und impliziter Form vorliegen. In Anforderungssituationen wird zuerst auf das HBS zurückgegriffen, wird dabei festgestellt, dass das HBS zur Bewältigung der Anforderung nicht ausreicht, wird zusätzlich auf das NHBS zurückgegriffen. Als Bedingungen für die Aktivierung der beiden Wissenssysteme und deren Interaktion werden motivationale und metakognitive Dispositionen modelliert. Folgt man dem CLARION Modell sind damit die motivationalen und metakognitiven Dispositionen in den Leistungsdaten inkludiert. Mit der Aktivierung des NHBS wird zudem die Intention verfolgt, neues und geeignetes HBS zu generieren, was meistens auf der Grundlage wissensbasierter Urteile und/oder wissensbasierter Schlussfolgerungen geschieht (Sun 2006, für einen weiteren Überblick siehe Abele 2014). Die theoretischen Annahmen des CLARION Modell erscheinen grundlegend als theoretisch plausibel und werden auch für die vorliegende Konzeptionierung eines theoretischen Modells zu ausgewählten Kompetenzen von Technikern der Fachschule Bautechnik angenommen.

---

<sup>1</sup> Entsprechend dem Modellierungsansatz der Studie wurden für die physikalisch-technischen Eingangskompetenzen drei Dimensionen (Statik, Dynamik, Grundvorstellung) empirisch nachgewiesen (Nickolaus et al., im Druck).

## 2.2 Bezugspunkte zur Modellierung der Kompetenzen

### 2.2.1 Analyse der Tätigkeitsbereiche von Technikern

Zur Identifikation relevanter Wissensbereiche für das berufliche Handeln von Technikern wurden, in einer ersten Annäherung an eine Modellierung der Kompetenzen von Bautechnikern, Tätigkeitsbereiche analysiert. Eine hierzu durchgeführte Stellenausschreibungsanalyse für Bautechniker, auf der Grundlage einer Stichprobe von 60 Stellenanzeigen (veröffentlicht im Zeitraum von Mai bis Juli 2014), ergab eine beachtenswerte Vielfalt von Tätigkeitsfeldern, in denen Bautechniker beschäftigt sind. Die in den Stellenanzeigen genannten Tätigkeitsbereiche sind heterogen und beziehen sich auf eine Vielfalt fachlicher Themenbereiche der Bautechnik, wie beispielsweise Holzbau, Stahlbau, Betonbau, Vermessung, Architektur und Tiefbau. Darüber hinaus wird die Vielfalt der fachbezogenen Tätigkeitsmerkmale sichtbar. Demnach werden folgende Tätigkeitsbeschreibungen genannt, die sich im Wesentlichen an den Leistungsphasen der Honorarordnung für Architekten und Ingenieure (HOAI 2013) Grundlagenermittlung, Vorplanung, Entwurfsplanung, Genehmigungsplanung, Ausführungsplanung, Vorbereitung der Vergabe, Mitwirkung bei der Vergabe, Objektüberwachung, Objektbetreuung und Projektleitung und der Vergabe- und Vertragsordnung für Bauleistungen (VOB 2012) orientieren.

Neben der Benennung der fachlichen Themenbereiche, wurden über die Bautechnik hinausreichende Anforderungsbereiche beschrieben, die sich in die Bereiche der Personal- und Sozialkompetenz eingliedern lassen. Hierzu zählen Anforderungen wie Kommunikations- und Teamfähigkeit, Umgang mit Dritten (Kunden, Mitarbeitern, ...), Selbständigkeit, Organisationsvermögen, Engagement, Führungsqualität, Kundenorientierung, Belastbarkeit, Verantwortungsbewusstsein, Fremdsprachenkenntnisse, Beherrschung der deutschen Sprache, Zuverlässigkeit, Reisebereitschaft, Flexibilität und Bereitschaft zur Weiterbildung. Darüber hinaus werden Tätigkeitsmerkmale und damit Anforderungen aufgeführt, die im weitesten Sinne der Fachkompetenz zuzuordnen sind wie allgemeine IT- Kenntnisse oder spezielle Anwendungskenntnisse wie MS Office, Planungs- und Zeichenprogramme und/oder CAD-Software, in Verbindung mit ökonomischem Verständnis und weitreichenden betriebswirtschaftlichen Kompetenzen. Für viele Stellenanbieter gilt zudem eine einschlägige Berufserfahrung im Baugewerbe bzw. auch in einem fachspezifischen Tätigkeitssegment als eine wünschenswerte Voraussetzung.

Betrachtet man die Branchen, in denen die Stellen ausgeschrieben wurden, so stellt man auch hier ein Spektrum fest. Demnach kommen 43.3% der angebotenen Stellen direkt aus dem Bauhauptgewerbe, anderen Stellen verteilen sich auf Architektur- und Ingenieurgesellschaften (16.7%), öffentlicher Dienst (13.3%), Gebäude- und Facilitymanagement (10.0%), Zeitarbeitsfirmen (6.7%), Baunebengewerbe (3.3%) und Sonstige (6.7%). Bezogen auf das Qualifikationsniveau sind die Stellen überwiegend unmittelbar an Bautechniker adressiert, oftmals wird die Zielgruppe der Bautechniker aber auch in Verbindung mit Meistern, Ingenieuren und

Architekten genannt<sup>2</sup>, womit die Stellenbeschreibung mehrheitlich auch leitende Funktionen im Zusammenhang mit größeren Bauprojekten beinhaltet. In den Stellenausschreibungen wurden im Mittel 5.3 Tätigkeitsmerkmale aufgeführt, die eher allgemein gehalten waren, mit Abfassungen wie „Ausschreibung von Bauleistungen und die Bauleitung“ oder inhaltlich detaillierter beschrieben wurden, wie beispielsweise „Erstellung von Bauanträgen für Baumaßnahmen der Universität und Nutzungsänderungen“. Die Analyse zeigt, dass hauptsächlich Bautechniker gesucht werden, die vor allem in Architektur- und Ingenieurgesellschaften in den HOAI-Phasen 1 bis 5 (s.o.) tätig sind sowie diejenigen, die in der Bauhauptbranche mit den Tätigkeitsschwerpunkten Vergabe und Bauleitung betraut sind.

Zusammenfassend scheint uns, vor dem Hintergrund der Pluralität der Aufgaben- und Tätigkeitsbereiche und den daran angeknüpften umfassenden Anforderungen der Praxis, die Erstellung eines einheitlichen und geschlossenen Kompetenzmodells für Bautechniker auf der Basis der Tätigkeitsbereiche als wenig zielführend. Eine tätigkeitsbezogene Modellierung der Kompetenzen im Technikerbereich führt angesichts der skizzierten Vielfalt der möglichen Tätigkeitsbereiche u.E. zu beträchtlichen Abgrenzungsproblemen<sup>3</sup>.

### 2.2.2 Analyse der curricularen Kernbereiche der Techniker Ausbildung

Zur Ermittlung der curricularen Kernbereiche der Techniker Ausbildung in der Fachschule Bautechnik erfolgte in allen Bundesländern eine Analyse von bildungspolitischen Dokumenten (Curricula, Rahmenvereinbarung Fachschule, Schulcurricula etc.). In die curriculare Analyse wurden die Lehrpläne von: Baden-Württemberg (BW), Bayern (BY), Berlin (BE), Brandenburg (BB), Niedersachsen (NI), Saarland (SL) Sachsen (SN), Sachsen-Anhalt (ST), Schleswig-Holstein (SW) und Thüringen (TH) einbezogen. Die Curricula der Bundesländer Hamburg, Hessen, Nordrhein-Westfalen und Rheinland Pfalz folgen dem Lernfeldansatz, so dass hier keine genauen Zeitrichtwerte entnommen werden konnten. Die Curricula dieser vier Bundesländer wurden mit Einschränkungen berücksichtigt. Die Bundesländer Bremen und Mecklenburg-Vorpommern wurden bei der Analyse nicht berücksichtigt, da derzeit dort keine Lehrpläne für die Fachschule Bautechnik vorliegen. Auf der Basis der Analyse der länderspezifischen Curricula der Fachschule für Bautechnik lassen sich curriculare Kernbereiche identifizieren, die grundlegend als bedeutsam für den Aufbau der Kompetenzen von Bautechnikern erachtet werden. Das gilt im ersten Ausbildungsjahr an der Fachschule Bautechnik für die Kernbereiche (1) Technische Mathematik, (2) Bauphysik, (3) Baukonstruktion sowie (4) Baustatik/Tragwerksplanung. Diese vier Bereiche werden in den länderspezifischen Curricula zwar different gewichtet und unterschiedlich benannt, jedoch übergreifend als unabdingbar für den Aufbau der Fachkompetenzen von Bautechnikern erachtet. Gemessen an den in die quantitative Analyse eingegangenen Curricula ausgewiesenen Unterrichtsstunden, decken diese vier Kernbereiche rund 48.0 % im fachrichtungsbezogenen Lernbereich der Grundstufe ab. In Tabelle 1 sind für die vier Kernbereiche die in den Curricula detailliert ausgewiesenen

<sup>2</sup> Die analysierten Stellenanzeigen (n = 60) sind wie folgt adressiert: „Bautechniker“ (55%), „Bautechniker/Meister“ (13.3%), „Bautechniker/Ingenieur/Architekt“ (16.7%) und „Bautechniker/Meister/Ingenieur/Architekt“ (15%).

<sup>3</sup> Eine entsprechende Vielfalt der Aufgaben- und Tätigkeitsbereiche wurde auch für den ingenieurwissenschaftlichen Bildungssektor des Maschinenbaus festgestellt (Nickolaus et al. 2013).



Zeitrichtwertangaben dargestellt. Die Mittelwerte, Standardabweichungen und Streuungen in Unterrichtsstunden betragen für die: (1) Technische Mathematik: MW = 154, SD = 48.1, Min = 80, Max = 200; (2) Bauphysik: MW = 94, SD = 25.0, Min = 60, Max = 140; (3) Baukonstruktion: MW = 142, SD = 33.3, Min = 80, Max = 200 und (4) Baustatik/Tragwerkslehre: MW = 109, SD = 16.6, Min = 80, Max = 120. Die hohen Varianzen sind auf standortspezifische inhaltliche Schwerpunkte bzw. Ausdifferenzierungen in den Lehrangeboten und in einem geringeren Ausmaß auf die Verteilung der Unterrichtsstunden zwischen dem ersten und zweiten Ausbildungsjahr zurückzuführen.

| <b>Bundesland</b>       | <b>Curriculare Kernbereiche</b> |                  |                        |                                 |
|-------------------------|---------------------------------|------------------|------------------------|---------------------------------|
|                         | <b>Technische Mathematik</b>    | <b>Bauphysik</b> | <b>Baukonstruktion</b> | <b>Baustatik/Tragwerkslehre</b> |
| Baden-Württemberg (BW)  | 160                             | 80               | 120                    | 80                              |
| Bayern (BY)             | 200                             | 120              | 160                    | 120                             |
| Berlin (BE)             | 140                             | 120              | 160                    | 110                             |
| Brandenburg (BB)        | 80                              | 140              | 160                    | 120                             |
| Niedersachsen (NI)      | 80                              | 60               | 140                    | 100                             |
| Saarland (SL)           | 200                             | 100              | 80                     | 120                             |
| Sachsen (SN)            | 160                             | 80               | 120                    | 80                              |
| Sachsen-Anhalt (ST)     | 200                             | 80               | 160                    | 120                             |
| Schleswig-Holstein (SH) | 120                             | 80               | 200                    | 120                             |
| Thüringen (TH)          | 200                             | 80               | 120                    | 120                             |

Tab. 1: Darstellung der länderspezifischen Zeitrichtwerte in den curricularen Kernbereichen des ersten Ausbildungsjahres (Angaben in Unterrichtsstunden)

Insgesamt scheint, in Anbetracht des relativ hohen standortübergreifenden Abdeckungsgrades, eine erste Annäherung an eine Modellierung der Fachkompetenz von angehenden Bautechnikern über die vier curricularen Kernbereiche (1) Technische Mathematik, (2) Bauphysik, (3) Baukonstruktion sowie (4) Baustatik/Tragwerksplanung des ersten Ausbildungsjahres adäquat. Vor diesem Hintergrund und im Hinblick auf die Testkonstruktion erscheint eine weitergehende Analyse der länderspezifischen und schulischen Curricula, der einschlägigen Fachbücher, Klausuren und Mitschriften angebracht. Bei dieser Analyse wurden für die vier Kernbereiche folgende fachlichen Inhalte ermittelt:

### *Technische Mathematik*

Standortübergreifend lassen sich für die Fachschule Bautechnik im Bereich der technischen Mathematik folgende Lerninhalte für die Grundstufe konstatieren: (1) Grundlegende mathematische Operationen, wie das Berechnen von Dreiecken anhand von Winkelfunktionen, Beschreibung von linearen Zusammenhängen sowie die Gleichungslehre mit Umstellen von Termen, Berechnung von Binomen, Wurzeln, Exponenten und Potenzen. Im Arbeitsfeld des Bautechnikers werden diese Aufgabengebiete für das Aufmaß auf der Baustelle oder Matrizenberechnungen benötigt. (2) Berechnungen zu Längen, Flächen und Körpern, welche in der

Praxis in z. B. Grundstücksaufnahmen, Wohnflächenberechnungen oder Berechnungen des umbauten Raumes angewandt werden. (3) Quadratische, logarithmische und trigonometrische Funktionen, um anwendungsbezogene Aufgaben zu Querkraft- oder Momentenlinien oder den Schallpegel zu berechnen. (4) Anwendung der Differenzial- und Integralrechnung in Form von Extremwertaufgaben und Flächenberechnungen. Diese Art der Aufgaben findet auch Anwendung bei der Berechnung statischer Schnittgrößen, Biege- und Momentenlinienberechnungen. Das Themenfeld der Körperschnitte, in dem es thematisch darum geht, Schnitte und Durchdringungen an ebenflächigen und gekrümmten Körpern auszuführen und derartige Entwicklungen zu konstruieren sowie die Anwendung der kotierten Projektion, konnten nicht in allen Bundesländern als thematischen Schwerpunkt erkannt werden.

### *Bauphysik*

Im Bereich der Bauphysik lassen sich standortübergreifend folgende Lerninhalte erkennen, die den vier traditionellen bauphysikalischen Bereichen zugeordnet werden können: (1) Wärmeschutz, (2) Feuchteschutz, (3) Schallschutz und (4) Brandschutz. Um Bauschäden zu vermeiden und insbesondere einen ökonomischen Wärmeschutz zu realisieren, werden Grundlagen der Bauphysik mit Themenbereichen des Mindestwärmeschutzes und der Wärmeschutzverordnung ebenso behandelt wie feuchteschutztechnische Berechnungen, wie der Tauwasserabfall, Wärmedurchgangswiderstand und Wärmedurchgangskoeffizienten. Zentrales Ziel ist hier der rechnerische Nachweis des rechtlich geforderten baulichen Wärmeschutzes. Die Berücksichtigung des Schallschutzes wird im dritten Bereich thematisiert. Hier wird, neben dem Luftschall, Trittschall und weiteren relevanten Aspekten des allgemeinen Schallschutzes, auch auf Maßnahmen zur Verbesserung der Raumakustik, wie die Reflexion und Absorption, eingegangen. Da die Raumakustik in vielen Bundesländern erst im zweiten Ausbildungsjahr (Fachstufe) mit dem energetischen Bauen vertieft wird, beschränken wir uns auf die standortübergreifenden Themen des Luft- und Trittschalls sowie die Arten der Schallübertragung, was für den Massivbau von großer Bedeutung ist. Ein eher randständiges, aber dennoch wichtiges Themengebiet, stellt der Brandschutz dar, in dem u.a. die Einteilung der Feuerwiderstandsklassen und brandschutztechnische Grundlagen erörtert werden.

### *Baukonstruktion*

Im Rahmen der Identifikation von curricularen Kerninhalte in der Baukonstruktion (in einigen Curricula auch Hochbaukonstruktion genannt) wurde festgestellt, dass in mehreren Bundesländern die Inhalte der Baukonstruktion gekoppelt sind mit Fachinhalten der haustechnischen Versorgung oder des Tiefbaus. Durch diese insgesamt differenteren curricularen Verortungen liegt der fachschulübergreifende Schwerpunkt in den Bereichen der Baukonstruktion, in Zusammenhang mit dem Baugrund und Gründungen. Die Inhalte der Baukonstruktion werden von den Konstruktionselementen eines Gebäudes moderiert. Um im Hausbau Bauteilarten konstruieren und deren Funktionen richtig werten zu können, werden die Konstruktionselemente Wand, Decke, Dach und Treppe behandelt. Dabei werden, neben Wissensinhalten zu den einzelnen Konstruktionselementen, auch praktische Ausführungsbeispiele und auftretende

konstruktive Problematiken in den gesichteten Dokumenten thematisiert, wie die Verbindung von Decken und Treppen. Hierunter fallen - neben Treppenerrechnungen - auch das Antragen von Baunennmaßen und Baurichtmaßen und die Konstruktion von Deckensystemen. Im Bereich des Baugrundes und der Gründungen wird auf die unterschiedlichen Gründungsarten und das Tragverhalten sowie die Standsicherheit eines Gebäudes eingegangen. Die Wissensinhalte zur Haustechnik werden nicht berücksichtigt, da die Inhalte je nach Bundesland kombiniert mit weiteren Fächern unterrichtet, oder gar erst in der Fachstufe über sogenannte Pflicht- oder Wahlmodule angeboten werden.

### *Baustatik/Tragwerkslehre*

Im Bereich der Baustatik, in einigen Bundesländern als Tragwerkslehre, Tragwerksplanung oder Bauwerkplanung bezeichnet, wurden standortübergreifend folgende Lerninhalte festgestellt: (1) Grundlagen der Statik und die damit verbundenen Lastannahmen. Unter diesen Teilbereich fallen fachschulübergreifend Kerninhalte wie der Standsicherheitsnachweis von Tragwerken, was mit statischen Berechnungen und Konstruktionszeichnungen einhergeht, sowie ständige und nicht ständige Lasten die auf ein Bauteil einwirken, wie Eigenlasten, Verkehrslasten, Wind- und Schneelast und nicht zuletzt die Symbolik von Belastungen und Bauteilen in Form von statischen Systemen und deren Belastungsarten. (2) Berechnen statisch bestimmter Systeme. Mit dem Teilbereich der statisch bestimmten Systeme werden Inhalte verbunden, die für die Berechnung der maßgebenden Größen von Lastabtragungen und Bemessungen bedeutungsvoll sind. In der baulichen Praxis wird dieser Bereich bei der Berechnung der Auflager-, Quer-, Normalkräfte und Biegemomente für Einfeldträger oder maßgebenden Laststellungen benötigt. Die Durchführung von Bemessungen für Biegeträger stellt ebenso einen inhaltlichen Schwerpunkt dar wie der Nachweis der Tragfähigkeit. Ländervergleichend ist festzustellen, dass im Fach Baustatik/Tragwerkslehre eine unterschiedliche fachsystematische Herangehensweise vorliegt. Steigen Bundesländer, wie Baden-Württemberg, direkt mit Lastabtragungen ein, so sind insbesondere in den nördlicheren Bundesländern, wie Schleswig-Holstein oder Sachsen-Anhalt, deutlich umfassendere, allgemein gehaltene, physikalische Grundlagen für die Anfangsphase der Fachschule Bautechnik vorgesehen. So werden verschiedene Kräfte (wie die Haftreibungs- und Gleitreibungskraft) thematisiert, zeichnerisch ermittelt und erst danach auf berufsbezogene Systeme der Baustatik übertragen. Diese Grundlagenbetrachtung erfolgt im Kontext der Thematik der Biegeträger, die in mehreren Bundesländern erst in der Fachstufe oder in frei wählbaren Vertiefungsmodulen behandelt wird.

### **3 Modellierungsansätze für die Kompetenzen in den Kernbereichen der Technischen Mathematik, Bauphysik, Baukonstruktion und Bauphysik/Tragwerkslehre**

Vor dem Hintergrund fehlender Vorarbeiten zur Kompetenzmodellierung in der Fachschule Technik liegt es nahe, Anschluss an die Modellierungsansätze in den Bereichen der beruflichen Erstausbildung (vgl. z.B. im Überblick Nickolaus et al. 2011) und den aktuellen Ansätzen in der ingenieurwissenschaftlichen Kompetenzmodellierung (Nickolaus et al. 2013) zu nehmen. Wie bereits für die Berufsausbildung berichtet, so sind auch in der Fachschule Technik Verschmelzungsprozesse von Subdimensionen im Verlauf der Technikerausbildung, aufgrund der integrativen Vermittlung der Wissensinhalte, zu erwarten. Zudem ist vor dem Hintergrund der breiten Varianz der länderspezifischen Zeitrichtwerte in den vier Kernbereichen (s.o.) davon auszugehen, dass möglicherweise standortspezifische curriculare Schwerpunktsetzungen strukturell relevant werden, was mehrfach schon bei der Modellierung für die berufliche Erstausbildung belegt wurde (vgl. z.B. Gschwendtner 2011).

In einer ersten Annäherung kann davon ausgegangen werden, dass in der postsekundären Berufsbildung ähnliche Kompetenzmodelle anzunehmen sind, wie in der beruflichen Grundbildung, da die Fachstrukturen weitestgehend identisch sind. Daher wird im weiteren Verlauf mit dem Wissen zur Kompetenzmodellierung in anderen technischen Domänen und in Anlehnung an den Modellierungsansatz zu den ingenieurwissenschaftlichen Kompetenzen von Nickolaus et al. (2013) sowie im Rückgriff auf die vorstehenden curricularen Analysen ein theoretisches Rahmenmodell zu den fachbereichsspezifischen Kompetenzen (1) der technischen Mathematik, (2) der Bauphysik, (3) der Baukonstruktion und (4) der Baustatik/Tragwerkslehre entwickelt.

In den Rahmenmodellen wird, von einer Aufteilung in die Inhaltsgebiete, von Wissens- und Prozesskomponenten, ausgegangen. Diese wiederum lassen sich in vier Wissensdimensionen: deklaratives Wissen, prozedurales Wissen, Problemlösen und Argumentieren und Reflektieren unterscheiden. Im Rahmen der Modellierung bleibt die Frage offen, inwiefern sich das Modell überprüfen lässt. Aufgaben aus der fachschulischen Praxis, zu den vier Kompetenzbereichen Technische Mathematik, Bauphysik, Baukonstruktion und Baustatik/Tragwerkslehre, lassen sowohl eine eindimensionale als auch eine mehrdimensionale Modellierung als rational erscheinen.

### *Rahmenmodell Technische Mathematik*

Da in der postsekundären Berufsbildung unseres Wissens nach keine empirisch geprüften Kompetenzmodellierungen zum Bereich Technische Mathematik an Fachschulen vorliegen, orientieren wir uns an den umfangreichen Ansätzen und Modellierungen im Bereich unterhalb der akademischen Ebene (vgl. Blum 2006, Emke et al. 2009, Wagner 2010). Insbesondere wird hier Rückgriff auf die Modellierung von Wagner (2010) zum Übergang Schule-Hochschule genommen (siehe auch Nickolaus et al. 2013). Wagner differenziert in eine inhaltliche, eine prozessbezogene und eine Anspruchsdimension (Wagner 2010, S. 904). Bei der Modellierung im ingenieurwissenschaftlichen Bereich gehen Nickolaus et al. (2013) bei der Prozesskomponente zusätzlich von der Dimensionsfacette „Argumentieren & Reflektieren“ aus. Die Übernahme dieser Facette für die Technikerausbildung scheint für die Kompetenzbereiche Bauphysik, Baukonstruktion und Baustatik, wie bei den einzelnen Rahmenmodellen noch zu zeigen ist, inhaltlich nachvollziehbar. Vor dem Hintergrund, der für die Fachschule möglicherweise zu unterstellenden eher anwendungsorientierten Vermittlung der technischen Mathematik, ist dieses u. E. nicht zweifelsfrei gegeben und empirisch zu klären.

Es spricht vieles dafür, zunächst eine Ausdifferenzierung entlang der inhaltlichen Struktur des Faches vorzunehmen, wonach sich nach der curricularen Analyse insgesamt die folgenden vier Themengebiete herauskristallisieren und eine Validierung zulassen: (1) Grundlegende mathematische Operationen; (2) Flächen-, Längen- und Körperberechnungen; (3) Quadratische, logarithmische und trigonometrische Funktionen; (4) Differential- und Integralrechnung.

| Inhaltsgebiete                         | Wissenskomponente   |                         | Prozesskomponente         |                         |                           |                              |
|--|---------------------|-------------------------|---------------------------|-------------------------|---------------------------|------------------------------|
|  | deklaratives Wissen | prozedurales Wissen     |                           | Problemlösen            |                           | Argumentieren & Reflektieren |
|  |                     | technische Fertigkeiten | rechnerisches Modellieren | innermath. Problemlösen | begriffliches Modellieren |                              |
| Grundlegende mathematische Operationen |                     |                         |                           |                         |                           |                              |
| Flächenberechnungen                    |                     |                         |                           |                         |                           |                              |
| Funktionen                             |                     |                         |                           |                         |                           |                              |
| Differential- und Integralrechnung     |                     |                         |                           |                         |                           |                              |

Abb. 1: Rahmenmodell zur Modellierung der Kompetenzen von Technikern im Bereich der Technischen Mathematik

### Rahmenmodell Bauphysik

Für die Bauphysik sind uns keine Vorarbeiten zur Kompetenzmodellierung bekannt. Im Rahmenmodell der Bauphysik orientieren wir uns, wie in allen anderen vorgestellten Rahmenmodellen, an der inhaltlichen Fächerstruktur. Die curricularen Analysen ergeben dabei eine Unterteilung in die Bereiche Wärmeschutz, Feuchteschutz, Schallschutz und Brandschutz. Der Brandschutz bildet dabei ein kleines, eher randständiges Themenfeld, in der Ausbildung und wird, nicht in allen Curricula durchgehend, ausschließlich der Bauphysik zugeordnet. In einzelnen Bundesländern wird der Brandschutz stärker im unmittelbaren Zusammenhang mit der Baukonstruktion verortet. Entsprechend der einschlägigen Fachliteratur (z.B. Bläsi 2014) zählt der Brandschutz zum bauphysikalischen Inhaltskanon. Die Inhaltsgebiete Wärmeschutz und Feuchteschutz stehen vor dem Hintergrund baufachlicher Bezüge eng in Verbindung zueinander und werden in einigen Curricula in einem Themenblock verortet. Es wird hier mit Verschmelzungsprozessen gerechnet, wodurch aus fachlicher Perspektive die beiden Inhalte zu einer Dimension subsummiert werden könnten.

| Inhaltsgebiete | Wissenskomponente   |                         | ↔  |  | Prozesskomponente  |   |
|----------------|---------------------|-------------------------|--|--|--|---|
|                | deklaratives Wissen | prozedurales Wissen     |  | Problemlösen                                     |  | Argumentieren & Reflektieren im Hinblick auf die bauphysikalischen Zielprobleme |
|                |                     | Verfahren der Bauphysik | Dokumentations- und Konstruktionsverfahren | Situationsadäquate Auswahl der Schutzanforderung | Situationsadäquate Auswahl unter funktionaler, ökonomischer und ökologischer Perspektive |   |
| Wärmeschutz    |                     |                         |  |  |  |   |
| Feuchteschutz  |                     |                         |  |  |  |   |
| Schallschutz   |                     |                         |  |  |  |   |
| Brandschutz    |                     |                         |  |  |  |   |

Abb. 2: Rahmenmodell zur Modellierung der Kompetenzen von Technikern im Bereich der Bauphysik

*Rahmenmodell Baukonstruktion*

Für die Baukonstruktion sind uns keine Vorarbeiten zur Kompetenzmodellierung bekannt. Vor dem Hintergrund der Breite der mit der Baukonstruktion abgedeckten inhaltlichen Themen scheint es in einem ersten Zugang zwingend erforderlich, eine substantielle Einschränkung vorzunehmen. Zur Baukonstruktion wurden in der curricularen Analyse zentrale gemeinsame Inhalte in den Konstruktionselementen Wand, Decke und Treppe sowie dem Baugrund in Verbindung mit Gründungen herausgearbeitet. Zu diesen Themenbereichen können deklarative Wissensinhalte unterstellt und ausdifferenziert werden. Bezogen auf das prozedurale Wissen, kann zwischen den Komponenten der allgemeinen Verfahren in der Baukonstruktion und den Verarbeitungs- und Konstruktionsverfahren gut differenziert werden. Auf der Ebene des Problemlösens, kann die adäquate Anwendung des deklarativen Wissens auf reale Konstruktionen verstanden werden sowie die situationsadäquate Konstruktion der Elemente Wand, Decke und Treppe unter Berücksichtigung des Baugrundes und baulichen Gegebenheiten.

Eine eindeutige Trennung der Baukonstruktion zu den Bereichen des Tiefbaus, der Bauphysik und der Werkstoffkunde ist nur bedingt möglich, da bei bautechnischen Konstruktionselementen meistens auch Aspekte des Tiefbaus (z.B. Gründung, Entwässerung), bauphysikalische Rahmenbedingungen (z.B. Wärmedämmsysteme) oder Materialeigenschaften von unterschiedlichen Baustoffen mit berücksichtigt werden müssen.

| Inhaltsgebiete | Wissenskomponente   |                               | Prozesskomponente                         |   |   |  |
|----------------|---------------------|-------------------------------|---|---|---|--|
|                | deklaratives Wissen | prozedurales Wissen           |   | Problemlösen                                    |   | Argumentieren & Reflektieren im Hinblick auf Konstruktive Zielprobleme |
|                |                     | Verfahren der Baukonstruktion | Verarbeitungs- und Konstruktionsverfahren | Situationsadäquate Auswahl der Konstruktionsart | Situationsadäquate Konstruktion unter funktionaler, ökonomischer und ökologischer Perspektive |  |
| Wand           |                     |                               |   |   |   |  |
| Decke          |                     |                               |   |   |   |  |
| Treppen        |                     |                               |   |   |   |  |
| Gründungen     |                     |                               |   |   |   |  |

Abb. 3: Rahmenmodell zur Modellierung der Kompetenzen von Technikern im Bereich der Baukonstruktion

### Rahmenmodell Baustatik/Tragwerkslehre

Wie bei den Rahmenmodellen für die Bauphysik und Baukonstruktion sind uns auch keine Vorarbeiten zur Kompetenzmodellierung im Bereich Baustatik/Tragwerkslehre bekannt. Der Bereich Baustatik/Tragwerkslehre wird in den einzelnen Bundesländern mit unterschiedlichen Schwerpunktsetzungen unterrichtet. Weitestgehende Gemeinsamkeiten konnten aber in den folgenden vier Inhaltsbereichen gefunden werden, die als Grundlage des vorliegenden Rahmenmodells dienen: (1) Statische Grundlagen und damit verbundene Lastannahmen, (2) Lasten, Lastarten und Lastabtragungen, (3) Statisch bestimmte Systeme berechnen, (4) Bemessungen für statisch bestimmte Biegeträger.

Im Bereich der Baustatik sind deutliche Verschmelzungsprozesse mit der technischen Mathematik zu erwarten, da zentrale fachliche Inhalte der Tragwerksberechnungen nur mit mathematischen Kompetenzen gelöst werden können. Hierbei werden nicht nur allgemein mathematische Inhalte benötigt, die mit den schulisch erworbenen Kompetenzen zu lösen sind, es sind zudem auch spezifische Wissens Elemente aus der Dimension Technische Mathematik anzuwenden. Daher ist davon auszugehen, dass sowohl beim prozeduralen Wissen als auch bei problemorientierten Aufgabenstellungen zur Baustatik/Tragwerkslehre mathematische Operationen, wie das Aufstellen und Umstellen von Gleichungen, Berechnungen quadratischer Funktionen und zeichnerische Darstellung dieser Berechnungen, einen hohen Stellenwert beigemessen werden kann. Zu klären gilt hier, inwieweit bereits zum Ende der Grundstufe diese mathematischen Operationen eingefordert werden und auch komplexere Prozesskomponenten des Rahmenmodells bearbeitet werden können.

| Inhaltsgebiete          | Wissenskomponente   |                         | Prozesskomponente   |  |  |  |
|-------------------------|---------------------|-------------------------|---|--|--|--|
|                         | deklaratives Wissen | prozedurales Wissen     |   | Problemlösen                                       |  | Argumentieren & Reflektieren im Hinblick auf statisch Zielprobleme |
|                         |                     | Verfahren der Baustatik | In statische Kontexte eingearbeitete mathematische Prozeduren | Situationsadäquate Auswahl statischer Modellierung | Mathematische Modellierung statischer Probleme |  |
| Statische Grundlagen    |                     |                         |   |  |  |  |
| Lasten und Lastarten    |                     |                         |   |  |  |  |
| Stat. Bestimmte Systeme |                     |                         |   |  |  |  |
| Biegeträger             |                     |                         |   |  |  |  |

Abb. 4: Rahmenmodell zur Modellierung der Kompetenzen von Technikern im Bereich der Baustatik/Tragwerkslehre



## 4 Ausblick

Mit der hier vorgestellten Konzeption eines theoretischen Modells zu ausgewählten Kompetenzen von Technikern der Fachschule Bautechnik und den gewählten Rahmenmodellen besteht die Möglichkeit, die Kompetenzstruktur, das Kompetenzniveau und die Kompetenzentwicklung in der Grundstufe der Fachschule Bautechnik zu analysieren. Auf der Grundlage der vorgestellten Rahmenmodelle sollte hierzu im nächsten Schritt die Entwicklung und Pilotierung von Tests zu den Bereichen Technische Mathematik, Bauphysik, Baukonstruktion und Baustatik/Tragwerkslehre in der Fachschule Bautechnik erfolgen. Die Operationalisierung der Wissensbereiche ist vor dem Hintergrund der potentiellen Subdimensionen und der Prozesskomponente als herausfordernd anzusehen. Bei Verwendung validierter Testinstrumente und der vorgesehenen fachorientierten Modellierung besteht dann die Möglichkeit, die Genese im Laufe der Ausbildungszeit in den einzelnen Bereichen zu analysieren. Beispielsweise stellt sich hier die Frage, ob bei Berücksichtigung allgemeiner kognitiver Fähigkeiten die mathematischen Kompetenzen auch dann noch mit den baustatischen oder anderen fachspezifischen Leistungen assoziiert sind, wenn für deren Erbringung keine explizit mathematischen Leistungen mehr erforderlich sind. Weiterhin stellt sich die Frage, inwiefern am Ende der Grundstufe die berufliche Vorbildung (Beruf, Berufspraxis) und das fachspezifische Vorwissen zu Beginn der Fachschule bedeutsam für das Kompetenzniveau am Ende der Grundstufe ist. Bei Einbezug der analysierten Kernbereiche, einschließlich ihrer einzelnen Facetten, wären zugleich deren gegenseitige Abhängigkeit und unter Umständen deren integratives Zusammenspiel analysierbar, wie es auch in realen Anforderungssituationen bedeutsam werden dürfte. Mit Blick auf die gewählten Rahmenmodelle bleibt die Frage offen, inwieweit sich die Prozesskomponente abbilden und empirisch überprüfen lässt. Wie bereits oben für die Berufsausbildung berichtet, so sind auch in der Fachschule Technik Verschmelzungsprozesse von Subdimensionen im Verlauf der Technikerausbildung aufgrund der integrativen Vermittlung der Wissensinhalte möglicherweise zu erwarten. Von einem übergreifenden Interesse ist auch die Analyse möglicher Effekte der an unterschiedlichen Fachschulen vorgenommenen curricularen Schwerpunktsetzungen. Haben differente curriculare Schwerpunktsetzungen beispielsweise nur im Hinblick auf die erreichten Kompetenzniveaus eine Relevanz oder wird dadurch auch die Herausbildung differenter Kompetenzstrukturen begünstigt? Welche Effekte haben die ungleichen Anzahlen von Unterrichtsstunden, die für die einzelnen Wissensbereiche zur Verfügung gestellt werden? Führen mehr oder weniger stark profilierte Anwendungsbezüge (z.B. im Lernfeldansatz) zu unterschiedlichen Integrationsleistungen der verschiedenen Wissensbereiche und zu heterogenen Kompetenzstrukturen bzw. unterschiedlichen Entwicklungsständen berufsfachlicher Kompetenzen? Mit den hier aufgeworfenen Fragen sind zugleich auch domänenübergreifende Fragehorizonte der postsekundären Berufsbildung insgesamt berührt.

## 5 Literaturverzeichnis

Abele, Stephan (2014). *Modellierung und Entwicklung berufsfachlicher Kompetenz in der gewerblich-technischen Ausbildung*. Stuttgart: Franz Steiner Verlag.

Baethge, M., Solga, H. & Wieck, M. (2007). *Berufsbildung im Umbruch. Signale eines überfälligen Aufbruchs*. Friedrich-Ebert-Stiftung (Hrsg.): Berlin: bub Bonner Universitäts-Buchdruckerei.

Betzler, J. (2006). Vergleich zwischen schülerzentriertem und lehrerzentriertem Unterricht an einer Fachschule für Technik. *Die berufsbildende Schule*. 58(2). S. 56–60.

Biber, J., Hartmann, M., Poch, J. & Schirmer, W. (2010). *Technikerausbildung in Deutschland – ein immer noch unterschätztes Kleinod in der deutschen Bildungslandschaft: Das Berufsbild „Staatlich geprüfter Techniker/ Staatlich geprüfte Technikerin“ als Basis zur Lehrplanentwicklung für die Fachschulausbildung*. S. 319–324.

Bläsi, W. (2014). *Bauphysik*. (9. Auflage). Haan-Gruiten: Europa Lehrmittel Verlag.

Blum, W. (2006). *Die Bildungsstandards Mathematik. Einführung*. In W. Blum, C. Drückeno, R. Hartung & O. Köller (Hrsg.), *Bildungsstandards Mathematik: konkret. Sekundarstufe I: Aufgabenbeispiele, Unterrichts Anregungen, Fortbildungsideen* (S. 14-32). Berlin: Cornelsen.

Brückner, S., Zlatkin-Troitschanskaia, O., Kuhn, C. & Schmidt, S. (2014). *Die Entwicklung der Kompetenzmodellierung und -erfassung im Hochschulbereich im Rahmen des BMBF-Forschungsprogramms KoKoHs*. In Gutenberg Lehrkolleg (GLK) der Johannes Gutenberg-Universität Mainz (Hrsg.), *Teaching ist Touching the Future - Emphasis on Skills*. GLK-Tagungsband (S. 69-79). Bielefeld: Universitätsverlag Webler.

Bünning, F. (2007). *Experimentierendes Lernen in der Bau- und Holztechnik. Entwicklung eines fachdidaktisch begründeten Experimentalkonzepts als Grundlage für die Realisierung eines handlungsorientierten Unterrichts für die Berufsfelder der Bau- und Holztechnik*. Magdeburg (Habilitationsschrift).

Ehmke, T., Duchhardt, C., Geiser, H., Grüßing, M., Heinze, A. & Marschick, F. (2009). *Kompetenzentwicklung über die Lebensspanne - Erhebung von mathematischer Kompetenz im Nationalen Bildungspanel*. In: Heinze, A. & Grüßing, M. (Hrsg.), *Mathematiklernen vom Kindergarten bis zum Studium. Kontinuität und Kohärenz als Herausforderung für den Mathematikunterricht* (S. 313-327). Münster/Berlin/München: Waxmann.

Erdmann, V., Koppel, O. Lotz, S. & Plünnecke, A. (2012). *Innovationsmonitor 2012 – Die Innovationskraft Deutschlands im internationalen Vergleich*. Forschungsbericht des Instituts der deutschen Wirtschaft. Köln.

Fazekas, M. & Field, S. (2013). *A Skills beyond School Review of Germany, OECD Reviews of Vocational Education and Training*. OECD Publishing. Online unter: <http://dx.doi.org/10.1787/9789264202146-en> (28-09-2013).

Frommberger, D. (2012). *Von der Berufsbildung in die Hochschulbildung (Dritter Bildungsweg) - eine berufs- und wirtschaftspädagogische Einordnung unter besonderer Berücksichti-*

gung aktueller Rahmenwerke zur Förderung von Übergängen und Durchlässigkeit. In: Zeitschrift für Berufs- und Wirtschaftspädagogik (ZBW). 108(2), S. 169–193.

Gillen, J. & Meyer, R. (2010). Selektionsmechanismen in der beruflichen und betrieblichen Weiterbildung – Forschungsstand und Handlungsbedarfe. In *bwp@ Berufs- und Wirtschaftspädagogik – online*, Ausgabe 19, 1-19. Online unter: [http://www.bwpat.de/ausgabe19/gillen\\_meyer\\_bwpat19.pdf](http://www.bwpat.de/ausgabe19/gillen_meyer_bwpat19.pdf) (01-09-2013).

Gschwendtner, T. (2011). Die Ausbildung zum Kraftfahrzeugmechatroniker im Längsschnitt. Analysen zur Struktur von Fachkompetenz am Ende der Ausbildung und Erklärung von Fachkompetenzentwicklungen über die Ausbildungszeit. *Zeitschrift für Berufs- und Wirtschaftspädagogik – Beihefte (ZBW - B)*, 24, S. 55–76.

HAOI-Verordnung (2013). Verordnung über die Honorare für Architekten- und Ingenieurleistungen. Online: [http://www.hoai.de/online/HOAI\\_2013/HOAI\\_2013.php](http://www.hoai.de/online/HOAI_2013/HOAI_2013.php) (29.08.2014).

Jürgens, A. & Zinn, B. (2012). Nichttraditionell Studierende in ingenieurwissenschaftlichen Studiengängen – Zugangswege, Motive, kognitive Voraussetzungen. *Zeitschrift Beiträge zur Hochschulforschung*, 34(4), S. 34–53.

Klieme, E. & Leutner, D. (2006). Kompetenzmodelle zur Erfassung individueller Lernergebnisse und zur Bilanzierung von Bildungsprozessen. Beschreibung eines neu eingerichteten Schwerpunktprogramms der DFG. *Zeitschrift für Pädagogik*, 52 (6), S. 876–903.

KMK (Kultusministerkonferenz) (2002). Sekretariat der Kultusministerkonferenz (Hrsg.): Rahmenvereinbarung über Fachschulen (in der Fassung vom 27.02.2013). Bonn.

KMK (Kultusministerkonferenz) (2007). Sekretariat der Kultusministerkonferenz (Hrsg.): Handreichungen für die Erarbeitung von Rahmenlehrplänen der Kultusministerkonferenz für den berufsbezogenen Unterricht in der Berufsschule und ihre Abstimmung mit Ausbildungsordnungen des Bundes für anerkannte Ausbildungsberufe. Bonn.

Lehmann, R. & Seeber, S. (Hrsg.) (2007). *ULME 3. Untersuchungen von Leistungen, Motivation und Einstellungen der Schülerinnen und Schüler in den Abschlussklassen der Berufsschulen*. Hamburg.

Musekamp, F. & Spöttl, G. (2013): *Formatives Assessment fachlicher Kompetenzen von angehenden Ingenieuren – Validierung eines Kompetenzmodells für die Technische Mechanik im Inhaltsbereich Statik, Lehrerbildung auf dem Prüfstand*, S. 151–176.

Nickolaus, R., Geißel, B., Abele, S. & Nitzschke, A. (2011). Fachkompetenzmodellierung und Fachkompetenzentwicklung bei Elektronikern für Energie- und Gebäudetechnik im Verlauf der Ausbildung – Ausgewählte Ergebnisse einer Längsschnittstudie [Beiheft]. *Zeitschrift für Berufs- und Wirtschaftspädagogik*, 25, S. 77–94.

Nickolaus, R. & Seeber, S. (2013). Berufliche Kompetenzen: Modellierungen und diagnostische Verfahren. In: A. Frey, U. Lissmann & B. Schwarz (Hrsg.): *Handbuch berufspädagogischer Diagnostik*. Weinheim- Basel: Beltz.

- Nickolaus, R., Petsch, C. & Norwig, K. (2013). Berufsfachliche Kompetenzen am Ende der Grundbildung in bautechnischen Berufen. *Zeitschrift für Berufs- und Wirtschaftspädagogik*, 109(4), S. 538–555.
- Norwig, K., Petsch, C. & Nickolaus, R. (2013). Improving the Professional Competence of Lower-Achieving Apprentices: How to Use Continuous Diagnostics for a Successful Training. In: Zlatkin-Troitschanskaia, O. & Beck, K. (Eds.): *From Diagnostics to Learning Success. Proceedings in Vocational Education and Training*. Rotterdam: Sense Publishers.
- Nickolaus, R., Behrendt, S., Dammann, E., Ștefănică, F. & Heinze, A. (2013). Theoretische Modellierung ausgewählter ingenieurwissenschaftlicher Kompetenzen. In: Zlatkin-Troitschanskaia, O., Nickolaus, R. & Beck, K. (Hrsg.). *Kompetenzmodellierung und Kompetenzmessung bei Studierenden der Wirtschaftswissenschaften und der Ingenieurwissenschaften (Lehrerbildung auf dem Prüfstand, Sonderheft)*. Landau: Verlag Empirische Pädagogik. S. 150-176.
- Nickolaus, R., Behrendt, S., Dammann, E., Ștefănică, F. & Markert, B. (im Druck). Physical-technical Prior Competencies of Engineering Students.
- Pahl, J. P. (2010). *Fachschule Praxis und Theorie einer beruflichen Weiterbildungseinrichtung*. Bielefeld: Bertelsmann.
- Reetz, L. (1999a): Kompetenz. In: Kaiser, F.J. & Pätzold, G. (Hrsg.): *Wörterbuch Berufs- und Wirtschaftspädagogik*. Bad Heilbrunn/ Hamburg, S. 245–246.
- Reetz, L. (1999b). Zum Zusammenhang von Schlüsselqualifikationen – Kompetenzen – Bildung. In: Tramm, T., Sembill, D., Klauser, F. & John, E.G. (Hrsg.): *Professionalisierung kaufmännischer Berufsbildung*. Frankfurt: Peter Lang, S. 32–51.
- Rosendahl, J. & Straka G.A. (2011). Kompetenzmodellierungen zur wirtschaftlichen Fachkompetenz angehender Bankkaufleute. *Zeitschrift für Berufs- und Wirtschaftspädagogik*. 107(2). S. 190–217.
- Roth, H. (1971). *Pädagogische Anthropologie*. 3. Aufl. Hannover u.a.: Schroedel.
- Sun, R. (2006). The CLARION cognitive architecture: Extending cognitive modelling to social simulation. In R. Sun (Ed.), *Cognition and multi-agent interaction. From cognitive modelling to social simulation (79-102)*. Cambridge, NY: Cambridge University Press.
- Syben, G. (2012). Berufliche Tätigkeit, Kompetenzprofil und Bildungsbedarf von Bautechnikern und Bautechnikerinnen: Eine explorative Untersuchung. Online: <http://www.boeckler.de/11145.htm?projekt=S-2011-485-5%20F&chunk=1> (21.07.2014).
- Treutlein, A. (2013). Humankompetenz. Anmerkungen zur Konkretisierung eines variantenreichen Konstrukts sowie mögliche Operationalisierungen von Konstruktfacetten: *Zeitschrift für Berufs- und Wirtschaftspädagogik*. 109(3). S. 332–359.
- VOB [Vergabe und Vertragsordnung für Bauleistungen](2012).DIN Deutsches Institut für Normung e.V. (Hrsg.): Online [http://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Anlage/Bauen/UndWohnen/vob\\_2012\\_a.pdf?\\_\\_blob=publicationFile](http://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Anlage/Bauen/UndWohnen/vob_2012_a.pdf?__blob=publicationFile) (03.10.2014).

Wagner, D. (2010). Entwicklung eines Modells zur Beschreibung mathematischer Kompetenz beim Übergang Schule-Hochschule. In: Ufer, S. & Lindmeier, A. (Hrsg.): Beiträge zum Mathematikunterricht 2010 (S. 903-906). Münster WTM Verlag.

Walter, M. & Müller, N. (2012). Nutzen beruflicher Weiterbildung. Was Beschäftigte erwarten und was sie zur Teilnahme motiviert. In: Bundesinstitut für Berufsbildung (Hrsg.): Berufsbildung in Wissenschaft und Praxis (BWP), 1/2012, S. 10–14.

Weinert, F. E. (2001). Vergleichende Leistungsmessung in Schulen – eine umstrittene Selbstverständlichkeit. In: F. E. Weinert (Hrsg.): Leistungsmessung in Schulen (S. 17–31). Weinheim: Beltz.

Winther, E. (2010). Kompetenzmessung in der beruflichen Bildung. Bielefeld: W. Bertelsmann Verlag.

Wülker, W. (2004). Differenzielle Effekte von Unterrichtskonzeptionsformen in der gewerblichen Erstausbildung in Zimmererklassen – eine empirische Studie. Hannover (Dissertationschrift). Aachen: Shaker.

Wyrwal, M. (2013). Erstellung und Pilotierung eines Tests zur Erfassung des Fachwissens von Tischler/-innen zum Ende des ersten Ausbildungsjahres. (Diplomarbeit an der Universität Stuttgart).

Zinn, B. (2012). Ein ingenieurwissenschaftliches Studium von beruflich qualifizierten Studierenden - Chancen und Risiken. Zeitschrift für Berufs- und Wirtschaftspädagogik, 108(2), S. 273–290.

Zinn, B. & Wyrwal, M. (2014). Ein empirisches Erklärungsmodell zum fachspezifischen Wissen von Schülern bei Einmündung in die berufliche Weiterbildung an bautechnischen Fachschulen. Zeitschrift für Berufs- und Wirtschaftspädagogik (ZBW). (im Druck)

Zlatkin-Troitschanskaia, O. & Seidel, J. (2011). Kompetenz und ihre Erfassung – das neue „Theorie-Empirie-Problem“ der empirischen Bildungsforschung? In: Zlatkin-Troitschanskaia, O. (Hrsg.): Stationen Empirischer Bildungsforschung. Traditionslinien und Perspektiven (S. 218–233). Wiesbaden: Springer Fachmedien.

## **Autoren**

Prof. Dr. Bernd Zinn

Universität Stuttgart, Institut für Erziehungswissenschaft, Lehrstuhl für Berufspädagogik mit Schwerpunkt Technikdidaktik (BPT)

Azenbergstraße 12, 70174 Stuttgart

[zinn@ife.uni-stuttgart.de](mailto:zinn@ife.uni-stuttgart.de)

<http://www.uni-stuttgart.de/bpt/personen/Zinn.html>

Dipl.-Gwl. Matthias Wyrwal

Universität Stuttgart, Institut für Erziehungswissenschaft, Lehrstuhl für Berufspädagogik mit Schwerpunkt Technikdidaktik (BPT)

Azenbergstraße 12, 70174 Stuttgart

[wyrwal@ife.uni-stuttgart.de](mailto:wyrwal@ife.uni-stuttgart.de)

[http://www.uni-stuttgart.de/bpt/personen/alle\\_mitarbeiter/wyrwal.html?\\_\\_locale=de](http://www.uni-stuttgart.de/bpt/personen/alle_mitarbeiter/wyrwal.html?__locale=de)

---

Zitieren dieses Beitrages:

Zinn, B. & Wyrwal, M. (2014). Konzeption eines theoretischen Modells zu ausgewählten Kompetenzen von Technikern der Fachschule Bautechnik. Journal of Technical Education (JOTED), Jg. 2 (Heft 2), S. 117-137.