

Datum, Unterschrift

eLearning als Weiterbildungschance für Ingenieure

Karin Gorges
Thomas Bröker
Oliver Kornadt

Im Memorandum des Ingenieurdialogs „Zukunftssicherung des Ingenieurwesens in Deutschland“ wurde 2001 angesichts sinkender Absolventenzahlen und ständig wachsender Anforderungen gefordert, neben der grundständigen Ausbildung auch die wissenschaftliche Weiterbildung an den Universitäten und Hochschulen stärker zu etablieren. Zeitgleich ist in den letzten Jahren eine rasante Entwicklung von Computer- und Netzwerktechnologien zu verzeichnen. Diese neuen Technologien nicht als technische Spielerei, sondern in didaktisch sinnvollen Szenarien zielgerichtet einzusetzen ist eine Aufgabe, der sich die Universitäten und Hochschulen stellen sollten. Über die Vermittlung fachlicher Inhalte hinaus, sollen bei den Lernenden Schlüsselqualifikationen wie Lern-, Kommunikations- und Medienkompetenzen ausgebaut werden. Die Bund-Länder-Kommission für Bildungsplanung und Forschungsförderung fördert seit 2005 das Projekt eLBau – eLearning Bauphysik, das sich diesen Anforderungen stellt und die Projektergebnisse in ein berufsbegleitendes Masterkonzept umsetzt.

1 Wie wichtig ist Weiterbildung

Die „allgemein anerkannten Regeln der Technik“ gehören zum Alltag jeden Planers. Sie sind hinreichend und meist langjährig erprobt und werden bei der Planung vorausgesetzt. Trotzdem bleiben sie kein dauerhaft festgeschriebener Standard. Mit dem „Stand der Technik“ wird die technische Entwicklung fortgeschrieben und neue Erkenntnisse und Verfahren in die Bautechnik eingebracht. Dieser technischen Entwicklung zu folgen ist jedoch mit Aufwand verbunden. Planer sehen sich einem zunehmenden Umfang von kurzlebigen Normen und anderen technischen Regelwerken ge-

genüber, die es schwierig machen mit der technischen Entwicklung Schritt zu halten.

Eine fundierte Ausbildung bildet den Grundstein für eine qualifizierte professionelle Tätigkeit. Die Architektur- und Ingenieurausbildung ist in Deutschland hauptsächlich Aufgabe der Hochschulen und Universitäten. Die Zahl der Studierenden ist dabei häufig auch von der konjunkturellen Lage eines Wirtschaftszweiges abhängig [1]. So stieg die Zahl der Studienanfänger der Fachrichtung Bauingenieurwesen Anfang der 1990er Jahre in Deutschland auf rund 12.000 an. In den folgenden 10 Jahren verschlechterte sich die konjunkturelle Lage des Baugewerbes deutlich. Die Zahl der Studienanfänger sank entsprechend auf ca. 6.000 im Jahr 2005 [2].

4.353 Bauingenieurabsolventen gab es 2005 von deutschen Hochschulen und Universitäten. Die prognostizierten Absolventenzahlen für die kommenden Jahre liegen bei knapp 4000 jährlich [2]. Für das kommende Jahr wird in der deutschen Bauindustrie ein deutliches Umsatzplus von nominal 3,5 % erwartet [3]. Der jährliche Gesamteinstellungsbedarf an Bauingenieuren in Deutschland wird von der Bauwirtschaft momentan auf 4.500 beziffert. Noch können solche Differenzen durch einen Überhang von derzeit arbeitslosen Ingenieuren ausgeglichen werden. Wer allerdings längere Auszeiten in seiner Berufstätigkeit zu verzeichnen hat, sei es durch Arbeitslosigkeit oder andere Gründe, sollte dies durch gezielte Weiterbildung kompensieren. Für die Hochschulen und Universitäten bedeutet dies, dass sie ihr Ausbildungsspektrum über die grundständige Lehre hinaus erweitern müssen [4].

Bauphysik ist in der Ausbildung von Bauingenieuren und Architekten bislang ein Nebenfach. In der Praxis ist dagegen bauphysikalisches Wissen in breitem Umfang erforderlich. Deutlich wird das vor allem in Hinsicht auf die Analyse und Sanierung von Schadensfällen, beim Brandschutz, bei der energieeffizienten Gebäudeplanung und in Zusammenhang mit steigenden Anforderungen hinsichtlich des thermischen und akustischen Komforts. Mit über 80 % ist der Anteil bauphysikalisch bedingter Bauschäden und -mängel enorm hoch [5]. Besonders der Anteil der Neubauschäden und der vermeidbaren Bauschäden bei Instandsetzungs- und Sanierungsmaßnahmen ließe sich durch profundere Kenntnisse und deren Anwendung bei der Bauplanung und Bauausführung erheblich reduzieren. Das gestiegene energetische Bewusstsein und eine damit einhergehende gesetzliche Verschärfung der energetischen Anforderungen an Gebäude verlangen bereits in frühen Planungsphasen ein sicheres Beherrschen bauphysikalischer Zusammenhänge. Hier muss eine effiziente Weiterbildung ansetzen.

Die Notwendigkeit einer kontinuierlichen Weiterbildung wird meist nicht in Frage gestellt. Die praktische Umsetzung hinkt der Erkenntnis allerdings häufig hinterher. Der Idee des lebenslangen Lernens steht häufig der steigende Preis- und Zeitdruck gegenüber, dem Ingenieur- und Architekturbüros unterworfen sind. Arbeitszeit in Weiterbildungszeit zu investieren wird daher häufig abgelehnt. Zeitdruck in Verbindung mit fehlenden Kenntnissen führen dann in Summe schnell wieder zu Bauschäden.

Evaluationen unter Teilnehmern verschiedener Weiterbildungsveranstaltungen des Lehrstuhls Bauphysik, sowohl in Präsenzkursen als auch beim eLearning, haben interessante Ergebnisse bzgl. der Teilnehmermotivation und der Teilnehmerfinanzierung gebracht. So geht die Initiative, eine Weiterbildung aufzunehmen, häufig von den angestellten Ingenieuren und Architekten selbst aus. Für die Finanzierung findet sich häufig ein Mischmodell, nach dem die Arbeitgeber die Lehrgangskosten übernehmen und der Arbeitnehmer seine Freizeit investiert.

2 Weiterentwicklung der Medien im Fernstudium

Die Vorteile des Fernstudiums bestehen hauptsächlich in der Möglichkeit des zeit- und ortsunabhängigen Lernens. Ein Fernstudium richtet sich damit vornehmlich an die Zielgruppe, die häufige oder lange Präsenzlernphasen nicht mit ihrer beruflichen oder familiären Situation vereinbaren können oder wollen.

Herkömmliche Fernlernszenarien werden in der Regel so konzipiert, dass sich Präsenzphasen zur Einführung oder zum Absolvieren von Prüfungen mit Fernlernphasen abwechseln. Die Lernmaterialien werden in Form von Lehrbriefen mit Bearbeitungsaufgaben per Post an die Teilnehmer verschickt. Die Ergebnisse auf dem gleichen Weg an die Tutoren zurückgeleitet.

Mit der weiten Verbreitung von Computern und Internetanschlüssen in Privathaushalten (jeder dritte Haushalt hat aktuell einen Computer mit Internetanschluss [6]), erweitern sich die Möglichkeiten für die Gestaltung der Fernlernphase. Verschiedenste digitale Lernmaterialien können den Studierenden z. B. über Lernplattformen zur Verfügung gestellt werden. Dabei reicht die Palette der Materialien von Textdokumenten über Grafiken, Filme, Animationen, Selbsttests bis hin zu virtuellen Laboren und interaktiven Lernanwendungen.

Die wohl wichtigste mediale Weiterentwicklung ist jedoch in der Bereitstellung von vielschichtigen Werkzeugen für die Kommunikation, Kooperation und Kollaboration zu sehen. Als Kommunikationswerkzeuge seien hier E-Mail, Chat, Videokonfe-

renzen und Foren genannt. Zwar erreichen diese Werkzeuge durch das Fehlen nonverbaler Komponenten noch nicht den Charakter einer persönlichen Kommunikation von Angesicht zu Angesicht, dennoch ist durch sie gemeinschaftliches Arbeiten in Gruppen über räumliche Distanzen hinweg überhaupt erst effektiv möglich geworden. Das gemeinsame Arbeiten an Dokumenten wird z. B. durch Dokumentenmanagement-Systeme, Wikis oder Whiteboards unterstützt.

3 Anforderungen an ein berufsbegleitendes Weiterbildungsstudium auf eLearning-Basis

3.1 Allgemeine Anforderungen

Ein berufsbegleitendes Weiterbildungsstudium sollte sich an den Anforderungen und Bedürfnissen der Wirtschaft und von Architektur- und Ingenieurbüros orientieren.

Dazu gehört die Möglichkeit zielgerichtet einzelne aktuelle Themen oder Themengebiete, die sich aus der täglichen Arbeit ergeben, zu erarbeiten bzw. zu vertiefen. Neben der Vermittlung von Basiswissen, das immer einen Schwerpunkt bilden wird, müssen also immer auch aktuelle Themen aufgegriffen werden. Das lässt sich durch modular aufgebaute Studienkonzepte realisieren. Inhalte können so einfacher aktualisiert und der technischen Entwicklung angepasst werden. Grundlagenmodule verschaffen einen Überblick über die Fachgebiete, vermitteln theoretisches Hintergrundwissen für die aufbauenden Module und bringen die Kenntnisstände der Teilnehmer auf eine gemeinsame Basis. Aufbaumodule vertiefen verschiedene Themen der jeweiligen Fachgebiete. Dazu sollten neben theoretischen Kenntnissen auch Praxiswissen vermittelt werden. Die Zusammenarbeit mit Praxispartnern hat sich hierbei bewährt. Durch Kombination mehrerer Module eines thematischen Stranges kann dann gezielt Fachkompetenz für ein bestimmtes Wissensgebiet der Bauphysik aufgebaut oder erweitert werden.

Aufgrund des meist hohen Termindrucks in Planungsbüros muss besonderer Wert auf ein ausgewogenes Verhältnis zwischen Präsenz- und Fernlernphasen gelegt werden. Durch die Reduzierung von Präsenzphasen können Reise- und Ausfallzeiten von

Mitarbeitern begrenzt werden. Um die Weiterbildung berufsbegleitend durchzuführen, muss der Arbeitsaufwand kalkulierbar und neben Arbeit und Freizeit akzeptabel sein. Der Arbeitsaufwand sollte daher 15 Stunden in der Woche nicht überschreiten.

eLearning Angebote dürfen keine Spielwiese für Technikfreaks werden. Technische Möglichkeiten dürfen nicht um ihrer selbst willen eingesetzt werden, sondern müssen immer der Erreichung eines spezifischen Ziels dienen. Die Erlangung der erforderlichen Technikkompetenz zur Wahrnehmung des Weiterbildungsangebotes darf nicht die Konstruktion von Fachwissen behindern.

3.2 Didaktische Anforderungen

Nicht zu unterschätzen sind beim Fernstudium die motivationalen Aspekte des Lernens [7]. Die Studierenden bestimmen weitgehend selbst, wann, wo, wie und ggf. mit wem sie lernen. Sie müssen über das Fachliche hinaus auch ihren eigenen Lernprozess selbständig planen, durchführen und überwachen, sich ständig neu motivieren. Trotz und gerade wegen der räumlichen Entfernung darf der Lernende weder allein gelassen werden, noch sich allein gelassen fühlen. Es hat sich gezeigt, dass das gemeinsame Arbeiten in Lerngruppen und zeitnahe Feedbacks von Tutoren eine ganz entscheidende Rolle hinsichtlich der Akzeptanz und der Zufriedenheit der Teilnehmer spielen [8]. Hier können didaktisch durchdachte Bildungsangebote, unter Einbeziehung der neuen medialen Möglichkeiten, Hilfestellung leisten.

Es ist unabdingbar, einen Lernabschnitt grundsätzlich mit einer Präsenzphase zu beginnen. Neben einer Einführung in das technische Handwerkszeug der Lernplattform dient sie auch dazu Kommilitonen und Tutoren kennen zu lernen sowie einfache Regeln für den Studienalltag und die weitere Zusammenarbeit festzulegen. Die Beachtung und Förderung sozialer Aspekte des Lernens hat gerade auch in eLearning-Szenarien einen großen Einfluss auf die Motivation der Studierenden und damit auch auf deren Lernerfolg.

Das didaktische Konzept jedes Moduls wird zielgruppenspezifisch und basierend auf den Lerninhalten

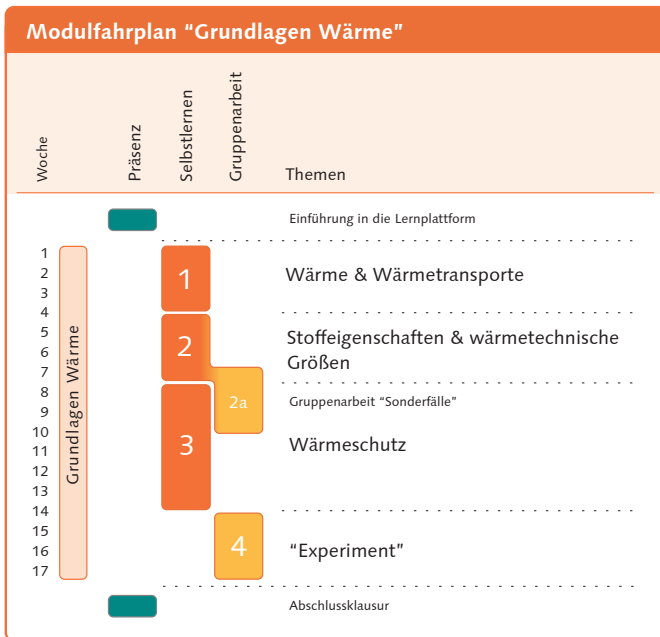


Bild 1. Modulablaufplan

und den Lernzielen der einzelnen Module entwickelt. Je nach Thema kann der Lernstoff durch Selbstlerneinheiten, kooperative bzw. diskursive Gruppenarbeit und/oder Projektarbeit erarbeitet werden. Es können auch mehrere didaktische Möglichkeiten in einem Modul zur Anwendung kommen. Ein Modulfahrplan stellt eine Möglichkeit dar, den Teilnehmern diese Zusammenhänge deutlich zu machen und hilft somit bei der Planung der persönlichen Lernarbeit (Bild 1).

Selbstlerneinheiten sind zeitlich weitestgehend frei einteilbar. Je nach persönlichem Zeitbudget kann dort vor- oder nachgearbeitet werden. In der Regel werden hier Lernmaterialien als Hypertexte oder auch andere Textdokumente zur Verfügung gestellt, die theoretische Hintergrundinformationen vermitteln. Ergänzt werden diese durch verschiedenste Medien, die der Veranschaulichung dienen. Dazu gehören neben Grafiken auch Filme, Animationen, Simulationen und virtuelle Labore (Bilder 2, 3, 4).

Interaktive Selbsttests sind eine Möglichkeit, den eigenen Kenntnisstand in kleineren Schritten zu überprüfen. Fragen und Aufgaben innerhalb von Kursen können immer wieder inhaltliche Orientierungen geben. Lerninhaltsbezogene Diskussionen im Forum helfen offene Fragen zu klären. Ein ausführliches Feedback der Tutoren fördert den eigenen Lernfortschritt.

Gruppenarbeit bedeutet gemeinsames Arbeiten und erfordert daher auch zeitliche Abstimmung unter den Studierenden. In Pro- und Contra-Gruppen können zu bestimmten Sachverhalten Argumente gesammelt, diskutiert und verteidigt werden. In Teamarbeit können verschiedenste Themen und Hintergründe erarbeitet

werden. Zwischenstände und Ergebnisse können innerhalb der Gruppen koordiniert, kommuniziert und diskutiert werden. Beim Arbeiten in der Gruppe wird demnach nicht nur fachliches Wissen transportiert, sondern auch kooperatives und diskursives Lernen und Arbeiten gefördert.

Analog zur projektorientierten Arbeit von Architekten und Ingenieuren im Berufsalltag wird das erarbeitete Wissen in fallbasierten Arbeiten und Projekten praktisch umgesetzt. Anhand konkreter Aufgabenstellungen werden typische Planungsfälle vermittelt und bei der Erarbeitung angepasster Lösungen theoretisches und praktisches Wissen verknüpft.

3.3 Qualitätskontrolle

Ein wichtiger Faktor bei der Entwicklung eines Weiterbildungsangebotes ist die Qualitätskontrolle der Lerninhalte. Im Rahmen der neuen Medien liegt diese Qualitätskontrolle jedoch nicht allein auf fachlicher Seite. Im Rahmen des Selbstlernens müssen die fachliche Seite und der didaktische Aufbau aufeinander abgestimmt werden. Erkenntnisse aus der Präsenzlehre sind hier nur bedingt über-

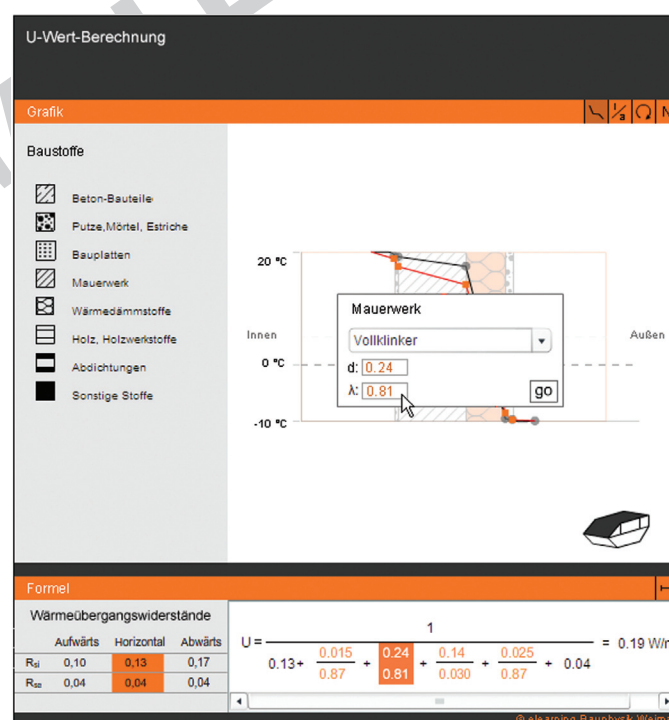


Bild 2. Beispiel Visualisierung von Zusammenhängen: Der U-Wert-Rechner visualisiert Zusammenhänge zwischen dem Bauteilaufbau und der zugehörigen Berechnungsformel. Formel und Bauteilansicht bedingen und beeinflussen sich dabei gegenseitig. Änderungen können wechselseitig verfolgt werden. Durch eine Prognosefunktion ist es möglich den Kenntnisstand um Bauteilschichten und ihre Auswirkungen auf den Temperaturverlauf zu überprüfen

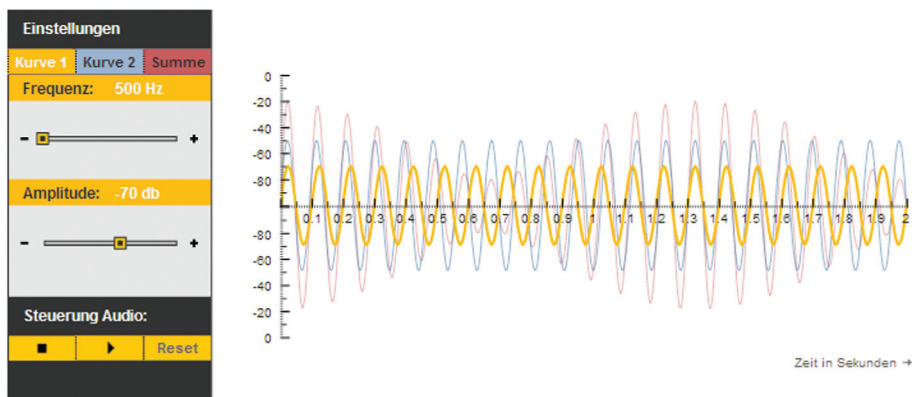


Bild 3. Beispiel Interaktion: Verschiedene interaktive Werkzeuge zu Schwingungsüberlagerungen visualisieren und auralisieren die Zusammenhänge bei der Überlagerung von Schallwellen. Auf einfache und anschauliche Weise lassen sich so verschiedene Überlagerungseffekte simulieren und direkt hörbar machen

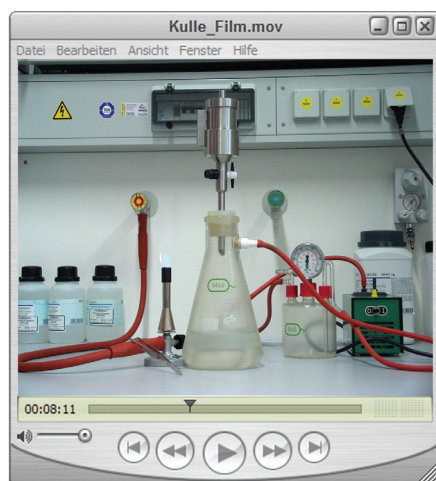


Bild 4. Beispiel Webvorlesung: Der Zutritt zu Laboren ist nicht jederzeit und für jeden möglich. Mitschnitte von Demonstrationen in Laboren oder von durchgeführten Praktika ermöglichen es, solche Arbeiten mitzuerleben und sind außerdem für die Nachbereitung von Praktika von Nutzen

tragbar. Die fachlichen Inhalte müssen auf die Möglichkeiten und Medien des Internets angepasst werden. Eine enge Zusammenarbeit von Fachautoren und Mediendidaktikern ist bei der Erstellung von Weiterbildungsangeboten anzustreben. In Probeläufen sollten die Module anschließend unter Mithilfe der Teilnehmer sowohl fachlich als auch didaktisch evaluiert

werden. Die Ergebnisse dieser mehrstufigen Qualitätskontrolle können dann in die Überarbeitung der Module und die Entwicklung neuer Module einfließen.

4 Aktuelle Entwicklungen

Im Bereich Bauphysik werden aktuell an der Universität Stuttgart und an der Bauhaus-Universität Weimar berufsbegleitende Master-Studiengänge entwickelt, die die Möglichkeiten ausloten, bauphysikalische Zusammenhänge mittels eLearning zu vermitteln. Das Land Baden-Württemberg fördert das Projekt „Master-online Bauphysik“. Die Bund-Länder-Kommission für Bildungsplanung und Forschungsförderung fördert das Projekt „eLBau – eLearning Bauphysik“. Weiterführende Informationen, Einblicke in beispielhafte Lerninhalte und ein Überblick über den Stand der Arbeiten sind auf den Internetseiten [9], [10] der Projekte zu finden.

Literatur

- [1] Memorandum des Ingenieurdialogs „Zukunftssicherung des Ingenieurwesens in Deutschland“, unter Leitung des BMBF, Berlin, Mai 2001.
- [2] Hauptverband der Deutschen Bauindustrie e. V.: Studierendenstatistik

Bauingenieurwesen, Stand Wintersemester 2005/2006.

(siehe auch: http://www.bauindustrie.de/downloads/Studierendenstatistik_2005-2006_Kurzfassung.pdf).

- [3] www.bauzentrale.com/news/2006/0127.php4
- [4] Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung; Institut für Erhaltung und Modernisierung von Bauwerken e. V. an der TU Berlin (IEMB): Forschungsbericht Dialog Bauqualität, 2002.
- [5] Kornadt, O. et al.: Gebäude von morgen. Forschungsbericht der Philip Holzmann AG. Düsseldorf: Betonverlag 1997.
- [6] Pressemitteilung des Bundesverband Informationswirtschaft, Telekommunikation und neue Medien e. V. vom 03.01.2007: http://www.bitkom.org/de/presse/8477_43365.aspx.
- [7] Niegemann, H. et al.: Kompendium E-Learning, X.media.press. Berlin Heidelberg: Springer Verlag, 2004.
- [8] Prof. J. Bolten, Lehrstuhl Interkulturelle Wirtschaftskommunikation, auf der „5. Jenaer e-learning Tagung 2006“ ((Tagungsband??((((((
- [9] www.ibp.uni-stuttgart.de
- [10] www.elearning-bauphysik.de

Autoren dieses Beitrages:

Prof. Dr. rer. nat. Oliver Kornadt, Studium der Physik, Mathematik und Wirtschaftswissenschaften in Saarbrücken und Aachen; Promotion zum Dr. rer. nat. an der RWTH Aachen. Wissenschaftliche Tätigkeiten am Forschungszentrum Cern in Genf; Aufbau und Leitung der Abteilung Bauphysik der Philip Holzmann AG. Seit 2002 Inhaber des Lehrstuhls Bauphysik an der Bauhaus-Universität Weimar. Dipl.-Ing. Karin Gorges, Studium Bauingenieurwesen an der Bauhaus-Universität Weimar, anschl. Fa. Merk Holzbau, Aichach; Tätigkeit in der Tragwerksplanung in einem Ingenieurbüro. Seit 2002 wiss. Mitarbeiterin am Lehrstuhl Bauphysik an der Bauhaus-Universität Weimar. Dipl.-Ing. Thomas Bröker, Studium der Architektur an der BTU Cottbus, anschl. Mitarbeiter am Lehrstuhl Bauphysik und Technischer Ausbau in Cottbus. Seit 2005 Mitarbeiter am Lehrstuhl Bauphysik an der Bauhaus-Universität Weimar. Anschrift: Bauhaus-Universität Weimar Professur Bauphysik, Coudraystraße 11A, 99423 Weimar.