



Manfred Rübner

Silke Scheerer · Ulrich van Stipriaan (Herausgeber)

Festschrift
zu Ehren von
Prof. Dr.-Ing. Dr.-Ing. E.h.
Manfred Curbach

Dresden, 28. September 2016

Impressum

Herausgeber	Silke Scheerer, Ulrich van Stipriaan	
Redaktion	Silke Scheerer	
Autorenfotos	<i>Fotostudio Jünger</i>	<i>S. 124 oben</i>
	<i>Edvard Krikourian</i>	<i>S. 124 unten rechts</i>
	<i>Kirsten J. Lassig</i>	<i>S. 12</i>
	<i>Bertram Lubiger</i>	<i>S. 192</i>
	<i>Juri Paulischkis</i>	<i>S. 104</i>
	<i>A. T. Schaefer, Stuttgart</i>	<i>S. 62</i>
	<i>Sylke Scholz, Dresden</i>	<i>S. 256</i>
	<i>Ulrich van Stipriaan</i>	<i>S. 80, 90, 104, 124 Mitte rechts, 146, 150, 152, 160, 216, 228, 234 Mitte links und unten links/rechts, 292, 320</i>
	<i>Nic Vermeulen</i>	<i>S. 280</i>
	<i>Irina Westermann</i>	<i>S. 42 oben</i>
	<i>Von Autoren zur Verfügung gestellt: S. 16, 24, 42 unten, 124 (2x), 178, 234 (3x)</i>	
Layout, Satz	Ulrich van Stipriaan	
Titelbild	Ulrich van Stipriaan	
Korrektur	Birgit Beckmann, Angela Heller	
Druck	addprint AG, Bannewitz	

Redaktionsschluss für dieses Buch war der 28. August 2016.

Inhalt

<i>Silke Scheerer, Ulrich van Stipriaan und Wolfgang Leiberg</i> Zum Geleit	8
Teil I – Texte zum Kolloquium	11
<i>Hans Müller-Steinhagen</i> Grußwort	12
<i>Harald Budelmann</i> Laudatio	16
<i>Konrad Bergmeister</i> Weniger ist manchmal mehr – ein Beitrag zur Mindestbewehrung	24
<i>Harald S. Müller und Michael Haist</i> Opus Caementitium Optimum – Der nachhaltige Beton des 21. Jahrhunderts	42
<i>Werner Sobek</i> Über die Gestaltung der Bauteilinnenräume	62
Teil II – Weitere Beiträge	79
<i>Thomas Bösche</i> Mehr Mut im Ingenieurbau.....	80
<i>Harald Budelmann und Sven Lehmborg</i> Von der Küchenarbeitsplatte zum leichten Tragwerk – Was kann ultrahochfester faserverstärkter Feinkornbeton?	90

<i>Luna Manolia Daga und Udo Wiens</i>	
Mehr als nur schwarze Buchstaben auf weißem Papier – Ein Essay	104
<i>Ulrich Häußler-Combe</i>	
Aspekte der Modellierung von Stahlbetontragwerken	108
<i>Josef Hegger, Norbert Will, Rostislav Chudoba, Alexander Scholzen und Jan Bielak</i>	
Bemessungsmodelle für Bauteile aus Textilbeton	124
<i>Frank Jesse</i>	
Über die Länge der Leine	146
<i>Peter Mark</i>	
Mit Leichtigkeit	150
<i>Steffen Marx</i>	
Gute Lehre im Konstruktiven Ingenieurbau	152
<i>Viktor Mechtcherine</i>	
Hochduktiler Beton – eine Konkurrenz zu Textilbeton?	160
<i>Karl Morgen</i>	
Deutschlands größte Kamera	178
<i>Peter Offermann</i>	
Wie alles begann	188
<i>Dirk Proske</i>	
Ist die Energiewende ein technischer Hype?	192
<i>Mike Schlaich</i>	
Die Hommage als Quelle der Inspiration	216

<i>Jürgen Schnell</i>	
Fashion Statement	228
<i>Mario Smarslik, Christoph Kämper, Patrick Forman, Tobias Stallmann, Peter Mark und Jürgen Schnell</i>	
Topologische Optimierung von Betonstrukturen	234
<i>Jürgen Stritzke</i>	
Leipziger Großmarkthalle – ein „Historisches Wahrzeichen der Ingenieurbaukunst in Deutschland“	256
<i>Luc Taerwe</i>	
Self-anchored suspension bridges with prestressed concrete deck: historic examples	280
Teil III – Institut für Massivbau	291
<i>Silke Scheerer (Text) · Ulrich van Stipriaan (Fotos)</i>	
Massivbau an der TU Dresden gestern und heute	292
<i>Angela Schmidt</i>	
Die eingeschlichenen Fehler	320
<i>Manfred Curbach</i>	
Habilitation / Promotionen	326
<i>Ulrich van Stipriaan (Fotos)</i>	
Institut für Massivbau Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter	330

Teil II
Weitere Beiträge



Steffen Marx

Gute Lehre im Konstruktiven Ingenieurbau

Manfred Curbach zum 60. Geburtstag gewidmet

Prof. Dr.-Ing. Steffen Marx

Von 2007 bis 2010 während der Prorektoratszeit von Manfred Curbach am Lehrstuhl für Massivbau für die Lehre zuständig.

Seit 2011 Professur Massivbau an der Leibniz Universität Hannover und Ingenieurbüro Marx Krontal GmbH in Hannover.

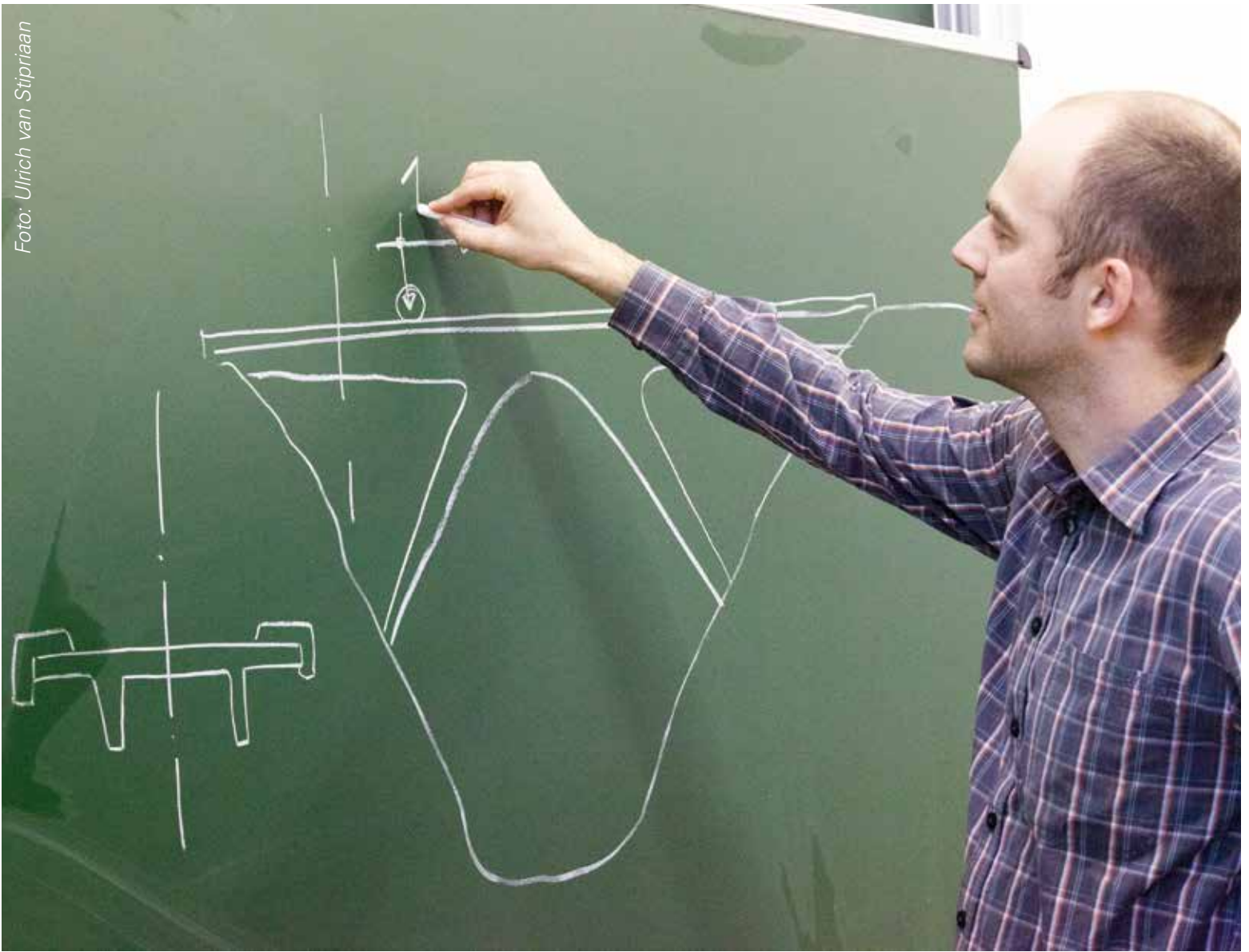
Prolog

Im Jahre 1990 begann ich an der Hochschule für Architektur und Bauwesen Weimar (heute Bauhaus Universität) mit dem Studium des Bauingenieurwesens. Bauen hatte mich schon immer fasziniert. Ich war mir aber ziemlich sicher, dass ich für ein Architekturstudium „künstlerisch zu unbegabt“ bin. Andererseits hatte ich gute mathematisch-naturwissenschaftliche Kenntnisse – das sprach also mehr für Bauingenieurwesen.

Nach zwei Jahren Studium war ich total frustriert. Ich hatte erwartet, dass Bauingenieurwesen etwas mit Bauen und Konstruieren, mit komplexen Tragstrukturen und mit deren handwerklicher Umsetzung zu tun hat. Stattdessen: Mathematische und physikalische Grundlagen (das hatte ich doch schon im Abitur?) und ansonsten ziemlich zusammenhanglose Berechnungsmodelle und Details, deren

Verwendungszweck sich mir damals noch gar nicht erschloss. Wir Bauingenieurstudenten rechneten in den Übungen und Hausarbeiten höchst abstrakte Strichmodelle verknüpft mit Kugeln und schwarzen Dreiecken durch. Meine Kommilitonen in der Fakultät Architektur dagegen entwarfen und konstruierten bereits im ersten Semester Hörsaalbauten, Museen, Hochhäuser und sogar Brücken. Ich war kurz davor, das Studium hinzuschmeißen und zu den Architekten zu wechseln. Zum Glück konnte ich in einem vierwöchigen Praktikum in einem Ingenieurbüro die sehr schöne Erfahrung gewinnen, dass ich die auftretenden Fragestellungen mit meinem bis dahin erlernten Ingenieurgrundwissen erstaunlich gut meistern konnte. Das hat mich letztlich bei der Stange gehalten und das Studium zu Ende bringen lassen. Dennoch hatte ich bis zum Studienabschluss das Gefühl, dass die Studieninhalte nicht besonders motivierend waren und immer nur Teilbereiche des Bauingenieurberufs

Foto: Ulrich van Stipriaan



*Der Übergang
zum Bachelor- und
Mastersystem
hat zu falschen
Anreizen für die
Studierenden
geführt*

adressierten. Wesentliche Aspekte, insbesondere die Verknüpfung der Inhalte und der Blick aufs große Ganze und auf historische Bezüge, blieben im Studium unberührt.

Heute, mit vielen Jahren Berufserfahrung als Ingenieur und mit dem Hintergrund einer eigenen neunjährigen Lehrtätigkeit im Massivbau und Brückenbau hat sich an diesem Gefühl nicht wirklich viel geändert. Eher im Gegenteil: Der Übergang zum Bachelor- und Mastersystem hat meines Erachtens in der Ingenieurausbildung keine großen Fortschritte gebracht, sondern sogar zu falschen Anreizen für die Studierenden geführt: Die Modularisierung des Studiums befördert das Streben nach abrechenbaren Leistungspunkten (*Credit points*), nicht das nach Qualifikation und Kompetenzerwerb. In der Diskussion mit den Studierenden geht es häufig nicht mehr um vernetzte komplexe Inhalte für eine optimale Ausbildung, sondern um eine Vergütung von Studienleistungen entsprechend des in der Modulordnung kryptisch umschriebenen *Workloads* im jeweiligen Modul. Ganzheitlich denkende Ingenieurpersönlichkeiten werden so sicher nicht entwickelt. Aber wie können wir das ändern?

Was ist ein Bauingenieur?

Wenn wir über die richtige Ausbildung von Bauingenieuren nachdenken wollen, muss zunächst die Frage nach dem anzustrebenden Ergebnis des

Studiums beantwortet werden. Erst wenn die Zielstellung klar ist, kann über den Weg dahin sinnvoll debattiert werden.

Klar ist, dass in den vergangenen Jahrzehnten enorme Veränderungen in der beruflichen Praxis von Bauingenieuren stattgefunden haben. Insbesondere die computergestützten Technologien sind in nahezu allen Tätigkeitsbereichen der Ingenieure dominant und haben das handwerkliche Arbeiten weitgehend verdrängt. Kaum ein junger Ingenieur kann heute noch skizzieren, am Reißbrett einen Bewehrungsplan zeichnen oder von Hand eine näherungsweise statische Berechnung ausführen. Auch Bauablauf- und Finanzierungspläne werden softwaregestützt erarbeitet. Seit einigen Jahren besteht zusätzlich die Tendenz, diese immer noch separaten Modelle alle zu vernetzen und in einem komplexen Gesamtmodell zusammenzuführen. BIM – *Building Information Modeling* – heißt das neue Zauberwort. Aber können Bauingenieure diese hochkomplexen Systeme wirklich beherrschen oder ist es eher umgekehrt? Und ob die gigantischen Modelle wirklich zu einer Verbesserung der Qualität der gebauten Umwelt führen, wage ich noch nicht zu beurteilen. Jedenfalls ist es bestimmt kein Automatismus. Aber eine Diskussion darüber ist ohnehin müßig, denn dieser Prozess findet einfach statt. Vielmehr stellt sich für mich die Frage, welche Auswirkungen diese Entwicklung auf die Ausbildung von Bauingenieuren haben muss.

Neben der zunehmenden Computerisierung ist zu beobachten, dass das Spektrum der Bauingenieuraufgaben immer breiter gefächert wird. Keineswegs ist der Bauingenieur von heute nur Tragwerksplaner oder Bauleiter. Zusätzlich zu statisch-konstruktivem Entwurf und Nachweisführung sind die Anforderungen an bauphysikalische Nachweise wie Wärmeschutz und Brandschutz zu erfüllen. Nebenbei müssen Bauingenieure Experten in Betriebswirtschaft und immer mehr auch in den Rechtswissenschaften sein, sei es, um die Bedingungen des höchst komplexen Raumordnungs-, Bau- und Umweltrechts zu berücksichtigen, oder um sich selbst gegen das Heer spezialisierter Bau-Juristen zu wehren (nirgends werden so viele Zivilrechtsstreite geführt wie im Bau).

„Unterstützt“ wird das Ganze durch einen überbordenden Vorschriftenwald. Allein im konstruktiven Ingenieurbau ist die Seitenzahl der europäischen Vorschriften in den vergangenen zehn Jahren sicher um den Faktor drei bis vier angestiegen, ergänzt um nationale Anhänge und zusätzlich zu beachtende technische Vertragsbedingungen der verschiedenen Bauherren.

Diese Analyse ist mit Sicherheit unvollständig. Sie zeigt jedoch, dass all diese Inhalte unmöglich in einem auf Regelstudienzeit begrenzten Studium zu vermitteln sind. Wir können in fünf Jahren nicht hochspezialisierte Experten in Statik, Bautechnologie und Jura sowie gleichzeitig Generalisten und

Teampayer mit Führungskompetenzen ausbilden. Aber welche Kompetenzen muss ein Bauingenieur zukünftig besitzen, um einerseits persönlich in der modernen Arbeitswelt zu bestehen, andererseits gute Qualität im Arbeitsergebnis zu erzielen? Was muss zwingend bereits im Studium erworben werden und welche Kenntnisse und Fertigkeiten sind besser später im Berufsleben zu erlangen?

Gute Lehre im Konstruktiven Ingenieurbau

Nachdem klar geworden ist, dass eine inhaltlich vollständige Ausbildung gänzlich illusorisch ist, kann und muss das Studium die Schwerpunkte anders setzen. Es ist letztlich zweitrangig, wie viele Semesterwochenstunden Statik und Festigkeitslehre oder irgendeines anderen Faches nun genau im Bachelorstudium vorgesehen werden – ein zu definierendes Minimum vorausgesetzt. Vielmehr kommt es auf die Art der Vermittlung an. Die Studierenden müssen vor allem die Kompetenz erwerben, sich auf Basis eines grundlegenden Wissens in einem Fachgebiet spezielle Inhalte selbst zu erarbeiten. Um es mit den Worten meines Kollegen Mike Schlaich zu sagen: „Es geht um Konzepte, nicht um Rezepte.“ Dazu muss aus meiner Sicht das eigene Tun im Vergleich zur eher passiven Vorlesungsteilnahme einen viel größeren Stellenwert im Studium erhalten. Dieses selbständige Arbeiten kann sehr gut im Rahmen von Hausarbeiten gefördert werden, wobei diese Arbeiten möglichst einen fachübergreifenden Ansatz haben sollten. Wie im

*Mike Schlaich:
Es geht um
Konzepte,
nicht um
Rezepte*



Der Spiel_Ort Campus war – unter der Ägide von Steffen Marx – ein 2008 initiiertes interdisziplinäres studentisches Wettbewerbsprojekt, bei dem es galt, die Vision eines Spiel- und Kommunikationsortes

auf dem Campus zu entwerfen. Der Siegerentwurf wurde in einem studentischen Planungsbüro unter Mitwirkung von Architekten, Bauingenieuren, Landschaftsarchitekten und Philosophen

bis zur Ausführungsplanung weiter entwickelt, der Entwurf dann auf der Wiese hinter dem Beyer-Bau der TU Dresden realisiert.

(Foto: Ulrich van Stipriaan)

richtigen Leben beinhaltet so ein Projekt nun einmal Fragestellungen zum Beispiel sowohl aus der Geotechnik, als auch aus dem Massivbau und der Statik. Und in der späteren Berufstätigkeit wird ein Projekt fast immer im Team bearbeitet – warum also nicht auch die Kooperationsfähigkeit im Rahmen von Gruppenarbeiten trainieren. Zur Projektbearbeitung gehört natürlich auch die abschließende Präsentation und Verteidigung der Arbeiten gegenüber dem kritischen Bauherren (in unserem Fall also dem Hochschullehrer bzw. den Assistenten).

Unbedingt müssen an dieser Stelle auch fach- bzw. werkstoffübergreifende Lehrkonzepte angesprochen werden, denn im späteren Berufsleben wird nahezu selbstverständlich die Zusammenarbeit mit Architekten und anderen Fachplanern vorausgesetzt. Auch bestellt wohl kaum ein Bauherr zwingend eine Betonbrücke oder eine Stahlhalle – die Materialentscheidung ergibt sich vielmehr aus den spezifischen funktionalen Anforderungen und den örtlichen Rahmenbedingungen als ein Ergebnis der Entwurfsarbeit. Die übliche universitäre Lehre dagegen ist – wenige wegweisende Ausnahmen ausgenommen – nach wie vor strikt in Sparten nach Materialien getrennt. Eine interdisziplinäre Zusammenarbeit mit Architekten findet nur in Einzelfällen statt. Interessante Ansätze wurden bzw. werden zumindest in Stuttgart, in Dortmund und auch in Berlin verfolgt, um diese starren Grenzen aufzuheben und wieder ein Stück in Richtung

ganzheitlich denkender *Baumeister* zu gehen. Für überdenkungsbedürftig halte ich dagegen die vielerorts praktizierte Einführung eines Bachelorstudiengangs „Bau- und Umweltingenieur“. Sicher gab es für dieses Konzept gute Gründe, sei es nun die gewachsene Bedeutung umweltspezifischer Anforderungen an Bauingenieure oder schlicht der Marketingaspekt, dass mit der Ergänzung „Umwelt“ offenbar mehr potenzielle Studienbewerber gewonnen werden können. Allerdings weitet diese Ergänzung den Fächerumfang für die Studierenden enorm aus und führt letztlich dazu, dass die Absolventen von allem ein bisschen wissen, aber nichts mehr richtig können.

Ein wesentlicher Fakt ist meines Erachtens, dass sich eine gute Ingenieurstätigkeit aus zwei Bereichen speisen muss: zum einen aus Wissen und zum anderen aus Erfahrung. Ohne Zweifel wird an den Universitäten und Fachhochschulen viel Wissen in Form von mathematisch-naturwissenschaftlichen und ingenieurtechnischen Grundlagen und Modellen vermittelt. Der zweite Bereich ist dagegen in den meisten Bauingenieurstudiengängen völlig unterentwickelt. Ich meine hier nicht die persönlichen Erfahrungen, die muss natürlich jeder selbst sammeln, beginnend im Studium durch entsprechende Praktika und umso mehr später, in der eigenen beruflichen Tätigkeit. Mir geht es um die Erfahrungen, die in unserer Community über viele Jahrzehnte entstanden sind. Diesen unglaublichen Schatz an realisierten, besonders geglückten oder

*Wieder ein Stück
in Richtung
ganzheitlich
denkender
Baumeister gehen*

*Wir Bauingenieure
erfinden das Rad
immer wieder neu*

auch misslungenen Projekten ignorieren wir nahezu vollständig! Ein Architekturstudium ohne eine fundierte Baugeschichtslehre ist völlig undenkbar – da sind sich alle Architekten und selbst Nichtfachleute einig.

Wir Bauingenieure erfinden dagegen das Rad immer wieder neu und haben kaum geschichtlichen Bezug. Fragt man einen Bauingenieur zum Beispiel nach der Geschichte des Stahlbetons, kommt mit Sicherheit ein kurzer Bericht über den französischen Gärtner Monier und seine bewehrten Blumenkübel. Danach ist leider in der Regel Schluss. Über unsere großartigen Vorfahren wie Hennebique, Freyssinet, Maillart und Sarrasin als bedeutende Vertreter des konstruktiven Ingenieurbaus wissen wir so gut wie nichts, geschweige denn über ihre hervorragenden und wegweisenden Bauten. Ich selbst bin mit diesen und anderen Persönlichkeiten erst viele Jahre nach meinem eigenen Studium – nämlich beim Vorbereiten meiner eigenen Brückenbauvorlesung – vertraut geworden und diese Bekanntschaft hat mich nachhaltig beeinflusst! Als ich die 1904 gebaute extrem schlanke Bogenbrücke von Hennebique über die Ourthe in Lüttich das erste Mal sah, habe ich nur gedacht: Das hätte ich mir nicht getraut! Und das, obwohl unsere Materialien heute zehn Mal fester sind und unsere modernen Berechnungsverfahren die Analyse eines noch so komplizierten Spannungszustandes sicher erlauben. Aber all diese Werkzeuge und stofflichen Voraussetzungen führen nicht zu besseren Bauten, wenn immer

wieder von vorn begonnen wird, statt die Erfahrungen unserer Vorreiter weiterzuentwickeln.

Um beiden Aspekten – selbständigem Arbeiten und geschichtlichem Bezug – den nötigen Raum zu geben, ist ein radikaler Umbau des Bachelorstudiums bzw. Grundstudiums erforderlich. Es muss Platz geschaffen werden für Bautechnikgeschichte und für das Arbeiten in Teams in interdisziplinären Projekten. Die Stoffmenge muss auf Kosten der inhaltlichen Vollständigkeit deutlich reduziert werden, stattdessen sollen Prinzipien des Selbstlernens und des eigenständigen Erarbeitens von Inhalten vermittelt und trainiert werden. Auch die handwerkliche Seite des Bauingenieurberufs muss Gegenstand des Studiums sein, damit wir nicht zu Bedienern von Software werden, sondern uns vielmehr die Software als leistungsfähiges Werkzeug dient. Dieses Handwerk beginnt bei den Grundlagen des technischen Zeichnens und beim Aufbau einer gut nachvollziehbaren statischen Berechnung. Aber auch das Freihandzeichnen als wesentliche Grundlage des Entwerfens von Baukonstruktionen und das Bauen von physischen Modellen zur Entwicklung der räumlichen Vorstellungskraft darf in einem Bauingenieurstudium nicht fehlen. Das Arbeiten mit 3D-Zeichensoftware kann diese Fertigkeiten allenfalls unterstützen, aber niemals ersetzen.

Ebenso wertvoll ist im Studium die Mitwirkung der Studierenden in der experimentellen For-

schung. Wer einmal im Labor einen Sprödbruch eines Betonbalkens erlebt hat oder das Ausknicken einer Stütze beobachten konnte, der geht mit einem ganz anderen Verantwortungsbewusstsein an den Entwurf einer Baukonstruktion heran. Keine Vorlesung über die Notwendigkeit duktil versagender Strukturen kann diese eigene Erfahrung ersetzen. Auch stellen Experimente, ob nun im Rahmen der Forschung oder als eigenständige Lehrexperimente durchgeführt, ein wichtiges Korrektiv zu den gelehrten Theorien dar. Nur durch den Vergleich mit Messungen wird einem bewusst, welche Rolle im Ingenieurwesen Modelle besitzen und welche Randbedingungen und Gültigkeitseinschränkungen bei ihrer Verwendung zu beachten sind. Gerade der „Wahrheitsgehalt“ hochdetaillierter virtueller Computermodelle relativiert sich durch den Vergleich mit Versuchsergebnissen auf sehr eindrucksvolle Weise und führt zu einem entsprechend verantwortungsvollen späteren Umgang mit den zweifellos hervorragenden Werkzeugen der FEM.

Abschließend sei noch eine Lanze für regelmäßige Studentensexkursionen gebrochen, vorzugsweise als mehrtägige Auslandsreise durchgeführt. Der Blick über den – fachlichen wie kulturellen – Tellerrand ist sicher für sich allein genommen schon eine wunderbare Erfahrung für jeden Teilnehmer. Wenn die Studierenden aber auch noch selbst die gesamte Organisation der Tour übernehmen, beginnend mit der Objekt- und Routenplanung bis hin zur Finanzierungsbeschaffung, dann wird aus so



einer Exkursion ein echtes persönlichkeitsbildendes Element einer guten Lehre. Und nicht zuletzt steigert dies die persönliche Motivation der Studierenden genau wie die der Lehrenden und bleibt als wesentliches Ereignis des Studiums in dauerhafter Erinnerung während des gesamten späteren Berufslebens.

Wer einmal im Labor einen Sprödbruch eines Betonbalkens erlebt hat oder das Ausknicken einer Stütze beobachten konnte, der geht mit einem ganz anderen Verantwortungsbewusstsein an den Entwurf einer Baukonstruktion heran. (Foto:

Ulrich van Stipriaan)