

2019

Ernst & Sohn Special
November 2019,
S. 3, 36-39

Sonderdruck

BIM – Building Information Modeling



Paradigmenwechsel – was bedeutet die digitale Revolution für die Ausbildung der Studierenden im Bauwesen?



Digitalisierung als Schlüssel zu mehr Nachhaltigkeit

Digitalisierung und Nachhaltigkeit – Schlagworte, die in keinem Artikel über die Zukunft des Bauwesens fehlen dürfen (der vorliegende Beitrag ist das beste Beispiel hierfür ...). So mancher beklagt mal laut, mal leise den zunehmend inflationären Gebrauch dieser Begrifflichkeiten. Warum also noch einmal über Nachhaltigkeit oder Digitalisierung schreiben? Ganz einfach: Weil es nicht um das „oder“, sondern um das „und“ geht. Digitalisierung und Nachhaltigkeit sind zentrale Themen für die weitere Entwicklung unseres Planeten – aber nur im harmonischen Zusammenspiel können sie ihr volles Potential zum Wohl der Gemeinschaft entfalten.

Was hat das alles mit BIM zu tun? Viele Planer nutzen doch schon die Möglichkeiten zum integralen und kooperativen Arbeiten, die die BIM-Methodik bietet. Die ausführenden Firmen wiederum suchen angesichts des harten globalen Wettbewerbs nach Wegen, wie diese Planung in einem präzisen und effizienten Fertigungs- und Montageablauf umgesetzt werden kann. Auch ihnen bietet BIM viele neue Chancen und Möglichkeiten. Ist das aber schon alles? Nein, denn: Letztlich geht es um die Frage, wie BIM dazu beitragen kann, unsere gebaute Umwelt nachhaltiger zu gestalten.

BIM dient der Erfassung, der Verwaltung und dem Austausch von allen über den Lebenszyklus eines Bauwerks relevanten Daten und Informationen auf der Grundlage digitaler Modelle. Der Lebenszyklus eines Bauwerks reicht dabei von der ersten Idee über Planung, Bau und Betrieb bis hin zu Um- und Rückbau. Hier zeigt sich bereits das erste Problem: Derzeit liegt der Fokus der meisten BIM-Anwender auf dem Planen und Bauen – und erfasst hierdurch nur einen sehr begrenzten Bereich im Lebenszyklus unserer gebauten Umwelt.

Wenn wir diese tatsächlich langfristig nachhaltig gestalten und betreiben wollen, muss unser Fokus bei der Nutzung von BIM in Zukunft wesentlich stärker als bisher auf dem gesamten Lebenszyklus liegen. Betrieb, Revitalisierung und Rückbau eines Bauwerks sind mindestens ebenso wichtig für seine Nachhaltigkeit wie Planung und Ausführung. Dies führt zur Notwendigkeit einer gezielten Übergabe der relevanten Daten aus Planung und Bau in den Betrieb (sprich: in das FM) und deren Pflege über viele Jahrzehnte hinweg – bis zum Rückbau. In der Praxis wird dies bislang nur in sehr begrenztem Umfang umgesetzt, nicht zuletzt da es auf Grund fehlender definierter Schnittstellen (zumindest momentan) einen erheblichen Mehraufwand erfordert. Warum mehr tun (und zahlen), wenn schon heute jeder darüber klagt, wie teuer das Bauen geworden ist?

Für den einzelnen Bauherrn ist ein solcher Mehraufwand in der jetzigen Konstellation sicher kaum realisierbar. Was aber passiert, wenn wir diese Konstellation nicht ändern? Die Weltbevölkerung wächst bis 2050 auf ca. 9,7 Mrd.

Die Rohstoffvorkommen sind endlich – und ihr Abbau (ebenso wie ihre Entsorgung) trägt wesentlich zur Zerstörung unserer Umwelt bei. Wir müssen deshalb dringend neue Wege finden, wie der stetig steigende Bedarf nach mehr gebauter Umwelt nachhaltig gedeckt werden kann. Unsere heutige Art zu bauen verschlingt zu viele Rohstoffe und verursacht schwindelerregende Menge von festem und gasförmigem Abfall. Kann die Digitalisierung uns bei der Bewältigung dieser Herausforderungen helfen? Wir glauben: Ja!

Das digitale Abbild eines Gebäudes bildet die Grundlage für dessen nachhaltigen Betrieb und Rückbau. Nur wenn wir genau wissen, welche Materialien wie verarbeitet sind, ist eine zielgerichtete Rückführung aller Komponenten in Stoffkreisläufe möglich – und kann eine frühzeitige Planung künftiger Nutzungen dieses Rohstoffpotentials erfolgen. Das Konzept des Urban Mining – d. h. die Nutzung eines dicht besiedelten urbanen Raums als Rohstofflager für die Zukunft – lässt sich erst mit Hilfe der Di-

gitalisierung umsetzen. Ohne das Wissen darüber, was wo und wie verbaut wurde, ist ein effektives und effizientes Bewirtschaften der gebauten Welt im Sinne kommender Generationen nicht möglich. Digitale Gebäudemodelle sollten deshalb alle relevanten Angaben zu Material- und Produktzusammensetzung enthalten. Digitale Stadtmodelle sollten das urbane Umfeld als Ressourcenlager dokumentieren. Aus diesen Modellen wird dann ablesbar, wann und wo welche Gebäude rückgebaut werden – und welche Rohstoffe für neue Konstruktionen sie liefern können. BIM gibt uns die Möglichkeit, einen Großteil der erforderlichen Datenmengen zu erfassen. Ihre Speicherung und Pflege sowie die (rechtssichere) Zugänglichmachung in kommenden Jahrzehnten sind aber neue Herausforderungen, für die noch angemessene Lösungen entwickelt werden müssen.

Die Digitalisierung ermöglicht eine effizientere Nutzung von ökologischen und ökonomischen Ressourcen und damit auch eine grundlegende Veränderung des Bauwesens hin zu mehr Nachhaltigkeit. Erforderlich ist hierfür aber wesentlich mehr als nur die Einführung einzelner Technologien. Es geht um einen breiten Wandel, der gesamtgesellschaftlich mitgetragen werden muss. Diesen Wandel anzustoßen und vorzubereiten sollte Ziel aller am Bauschaffen Beteiligten sein – zum Wohle der nach uns kommenden Generationen.

Ohne das Wissen darüber, was wo und wie verbaut wurde, ist ein effektives und effizientes Bewirtschaften der gebauten Welt im Sinne kommender Generationen nicht möglich.

Roland Bechmann

Roland Bechmann
Vorstand und Partner
der Werner Sobek AG

Steffen Feirabend

Steffen Feirabend
Prof. für digitales Planen und
Bauen an der HfT Stuttgart

Paradigmenwechsel – was bedeutet die digitale Revolution für die Ausbildung der Studierenden im Bauwesen?

Wege zu einer ganzheitlich ausgerichteten und zukunftsorientierten Methodenkompetenz

Langsam, aber sicher beginnt die Digitalisierung auch in einer so konservativen Branche wie dem Bauwesen zu greifen – viele Jahre, nachdem andere Industriezweige wie der Automobilbau oder der Maschinenbau bereits völlig neue Maßstäbe für eine enge Verzahnung zwischen Entwurf, Planung und Produktion gesetzt haben. Höchste Zeit zu fragen, was die nun im Bauwesen heraufziehende digitale Revolution eigentlich für die künftige Ausbildung unserer Studierenden bedeutet. Denn auf die Fragen, die künftig durch die Digitalisierung in der beruflichen Praxis auftreten werden, müssen die Studierenden schon jetzt vorbereitet werden.

Diese Fragen betreffen Bauherren, Planer und ausführende Firmen gleichermaßen – sie alle sprechen zurzeit ausführlich über das Innovationspotential von BIM. Was genau sich dahinter verbirgt und was dies für den Einzelnen bedeutet, wird aber sehr unterschiedlich interpretiert und gelebt. Die Bauherren fordern oft Level of Details, die weit über das tatsächlich benötigte Maß hinausgehen. Die Planer fragen sich dabei, wie der daraus resultierende Mehraufwand vergütet werden kann. Die ausführenden Firmen wiederum suchen angesichts des harten globalen Wettbewerbs nach Wegen, wie ein präziserer und zeitlich effektiver Baustellenablauf gewährleistet werden kann. Die Schnittstellen zwischen Entwurf, Planung, Ausführung, Betrieb und Rückbau werden in diesem Zusammenhang noch viel zu wenig betrachtet. Dabei liegen gerade in diesen

Die Studierenden müssen schon heute lernen, wie digitale Werkzeuge dazu verwendet werden können, Entwurf, Planung, Ausführung, Nutzung und Rückbau unserer gebauten Umwelt effektiver und ressourcenschonender zu gestalten. Dies geht weit über BIM hinaus.

Schnittstellen die Schraubenschrauben, die eine effizientere Nutzung von ökologischen und ökonomischen Ressourcen ermöglichen. Insgesamt sicher ein sehr komplexer Vorgang, der aber auch ein großes Potential

in sich trägt. Um dieses Potential angemessen nutzen zu können, ist eine entsprechende Weichenstellung bereits in der Ausbildung unabdingbar.

Die Digitalisierung in der Ausbildung

Die Studierenden müssen schon heute lernen, wie digitale Werkzeuge dazu verwendet werden können, Entwurf, Planung, Ausführung, Nutzung und Rückbau unserer gebauten Umwelt effektiver und ressourcenschonender zu gestalten. Dies geht weit über BIM hinaus. Da sich die digitalen Werkzeuge sehr schnell weiterentwickeln und verändern, geht es weniger um den konkreten Umgang mit einzelnen Programmen. Viel wichtiger ist die Vermittlung einer Methodenkompetenz, die Bildung einer bestimmten Denk-

weise, der *forma mentis*. Nur so kann sichergestellt werden, dass später im Beruf mit heute noch nicht bekannten bzw. absehbaren Werkzeugen sinnvoll und zielgerichtet gearbeitet werden kann. Gleichzeitig müssen die Studierenden lernen, wie sie sich ihre eigenen Werkzeuge schaffen können, um neue Fragestellungen angemessen zu behandeln.

Die neuen Generationen sind zum einen technologieaffin und engagieren sich zum anderen verstärkt für mehr Nachhaltigkeit [1]; dies ist eine gute Ausgangsbasis für die Vermittlung von Kompetenzen bei der Verwendung von digitalen Werkzeugen mit dem Ziel von mehr ökonomischer, ökologischer und funktionaler Nachhaltigkeit in unserer gebauten Umwelt. Wie geht man hierbei aber am sinnvollsten vor? In

der Regel kennen junge Architekten und Ingenieure viele Programme bereits bzw. sind bereit, selbst Skripte zu entwickeln oder sich durch ein praktisches *learning by doing* die erforderlichen Kenntnisse

anzueignen. Wie ein solches Know-how in einem Planungsbüro über die Jahre systematisch auf- und ausgebaut werden kann, lässt sich beispielhaft in [2, 3, 4, 5] nachlesen. Die spannende Frage bleibt hierbei aber immer, wie diese digitalen Werkzeuge am besten im Interesse des Gesamtprojekts eingesetzt werden können.

Digitale Prozesse und Methoden sind wichtig und hilfreich. Leider gibt es aber immer wieder die Tendenz, sie als Selbstzweck zu betrachten [6]. Die schiere Menge an Daten ist manchmal so komplex, die Leistungsfähigkeit der Computer so überwältigend, dass man aus den Augen verliert, was eigentlich der Zweck ihrer Nutzung ist. Dies führt schnell dazu, dass Bauherren einen Modellierungsaufwand fordern, der zwar technisch möglich, zum fraglichen Zeitpunkt aber weder erforderlich noch sinnvoll ist. Planer wiederum diskutieren Ansätze, die in sich stimmig und sinnvoll sein mögen – für andere Planungsbeteiligte aber erheblichen Mehraufwand und sehr große Datenmengen nach sich ziehen können. Ohne kritisches Hinterfragen dieser Ansätze und einen disziplinenübergreifenden Austausch besteht dann schnell die Gefahr, dass Aufwand und Ergebnis nicht mehr in einem angemessenen Verhältnis stehen. In der Baubranche führen diese Phänomene bei einigen bereits zu einer gewissen Skepsis hinsichtlich der Sinnhaftigkeit von Methoden wie BIM. Wie so oft ist das Problem aber auch hier nicht die Methode (oder das Werkzeug) selbst, sondern der Umgang mit ihr. Deswegen ist es wich-

Digitale Prozesse und Methoden sind wichtig und hilfreich. Leider gibt es aber immer wieder die Tendenz, sie als Selbstzweck zu betrachten. Die schiere Menge an Daten ist manchmal so komplex, die Leistungsfähigkeit der Computer so überwältigend, dass man aus den Augen verliert, was eigentlich der Zweck ihrer Nutzung ist.

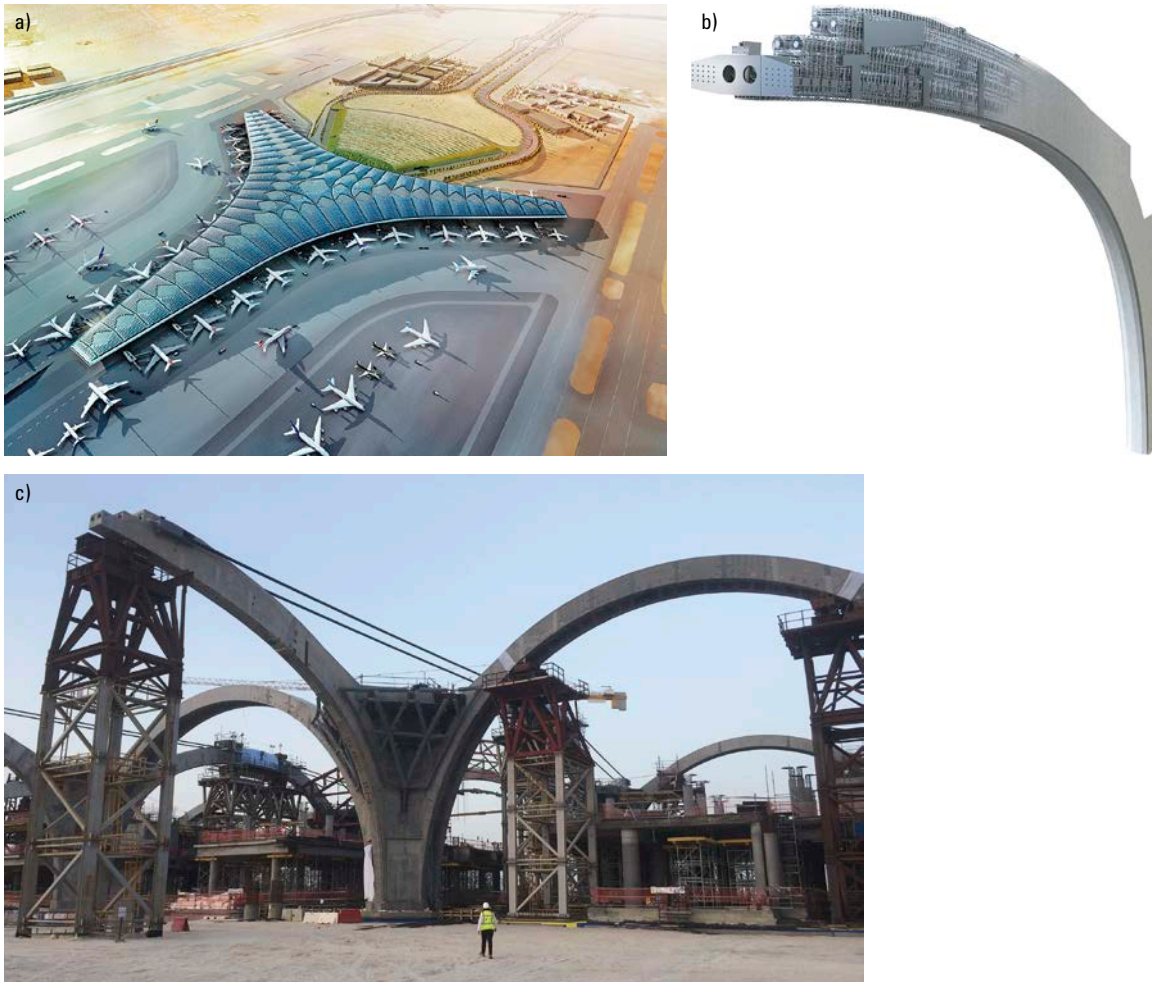


Bild 1. Kuwait International Airport – Terminal 2. a) Aufsicht auf das Gesamtgebäude (Copyright: Foster + Partners, London); b) Rendering einer Querrippe mit Blick in die Bewehrung (Copyright: Werner Sobek, Stuttgart); c) Installation der ersten Quer- und Längsrippen auf der Baustelle (Copyright: Limak, Ankara)

tig, den Studierenden einerseits (gute) Beispiele aus der Praxis zu vermitteln, andererseits ist es (noch) wichtiger, den kritischen Umgang mit solchen Werkzeugen zu üben. Es muss bei allen digitalen Modellen immer auch gefragt werden, wie plausibel die erhaltenen Ergebnisse sind. Dies gilt für Simulationen ebenso wie für die Überprüfung von Mengenlisten. Je höher die Komplexität bzw. die Datenmenge ist, desto leichter geht der Blick fürs Ganze verloren – und umso wichtiger ist deshalb ein permanentes kritisches Hinterfragen und Überprüfen des verwendeten Ansatzes und der eingesetzten Werkzeuge im Zusammenspiel mit den anderen Planungsbeteiligten. Dies ist eine besonders wichtige Botschaft an die Bauherren, Planer und Bauschaffenden von morgen.

Die Vermittlung von Erfahrungen aus der praktischen Arbeit hilft den heranwachsenden Generationen dabei, eine breitere Perspektive und ein besseres Verständnis der Veränderung der Baubranche durch die Digitalisierung zu entwickeln. Um dies erfolgreich bewerkstelligen zu können, müssen aber auch die bereits im Berufsleben stehenden Personen selbst eine solche Perspektive entwickeln. Dies geschieht etwa durch Forschungsprojekte wie DigitalTWIN, die Partner aus Industrie und Forschung miteinander verbinden [7]. Ziel muss es hierbei sein, Dienste, Prozesse und Abläufe entlang der Wertschöpfungskette des Bauwesens besser untereinander zu vernetzen und zu automatisieren. Beim ge-

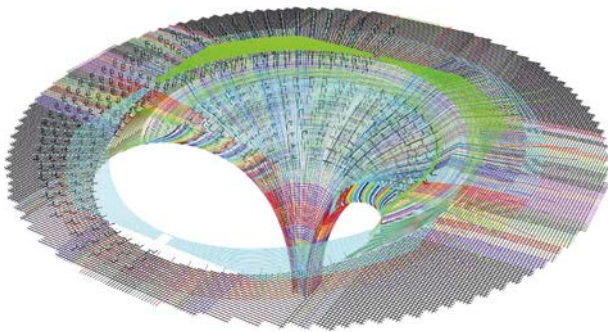
nannten Beispiel DigitalTWIN – Digital Tools and Workflow Integration for Building Lifecycles – steht das Verständnis für systemischen Abhängigkeiten und Wechselwirkungen im Vordergrund. Die Forschungspartner kommen deshalb bewusst aus sehr unterschiedlichen Branchen und Tätigkeitsfeldern. Eine offene Plattformarchitektur, weiterentwickelte Breitbandkommunikationstechnologien und neue Visualisierungstechniken sollen die Planung und Fertigung sowie die Abstimmung mit der Baustelle vereinfachen und verbessern. Dem Anwender soll so eine vertrauenswürdige und flexibel erweiterbare Kommunikations- und Administrations-Infrastruktur zur Verfügung gestellt werden. Dabei steht das Thema der Schnittstellen zwischen allen Akteuren im Vordergrund. Letztlich geht es auch bei diesem Projekt um die Ausbildung – diesmal aber weniger im universitären denn im praktischen Kontext. Es illustriert, dass die Weiterentwicklung fachlicher und methodischer Kompetenzen eine lebenslange Aufgabe sein muss, die nicht mit dem Verlassen der Hochschule enden kann.

Werkzeuge und Schnittstellen

Der Begriff BIM ist aktuell in aller Munde – für den Geschmack einiger sogar schon zu viel [8]. Was genau dabei zu BIM gehört und wo die Abgrenzung zu anderen Bereichen liegt, ist aber häufig unklar – umso wichtiger ist es deshalb,



a)



b)



c)

Bild 2. Der neue Tiefbahnhof in Stuttgart. a) Blick in die neue Bahnsteighalle – die sogenannten Kelchstützen sind zentrales Element des Entwurfs (Copyright: Ingenhoven Architekten, Düsseldorf); b) Kelchstütze – Darstellung der Bewehrungsspuren im Rhinoceros-Modell (Copyright: Werner Sobek, Stuttgart); c) Bis zum Schließen der Deckenfelder werden die Kelchstützen von temporären Stützen vor ungewollten Verformungen geschützt (Copyright: Achim Birnbaum, Stuttgart)

dass bereits in der Ausbildung eine klare Auseinandersetzung mit den unterschiedlichen Begriffen stattfindet. Die Studierenden müssen nicht nur lernen, wie die einzelnen Werkzeuge zu verwenden sind – sie müssen auch um ihren Platz und ihre Bedeutung im Gesamtkontext wissen. Klar ist, dass eine dreidimensionale Geometrie zum BIM-Modell gehört, ebenso wie zusätzliche Informationen, die für den gesamten Lebenszyklus relevant sind (das heißt für Planung, Ausschreibung, Ausführung, Betrieb und Rückbau). Bei komplexen Projekten sind BIM-Modelle aber nicht immer identisch mit den Berechnungs- oder Simulationsmodellen bzw. müssen die Fertigungsmodelle erst noch aus dem BIM-Modell abgeleitet werden [9]. Die unterschiedlichen Pro-

gramme sind oft nicht aufeinander abgestimmt bzw. nur bedingt miteinander kompatibel. Planer sollten deshalb der Versuchung widerstehen, nur eine Plattform zu verwenden (Closed BIM). Es ist ebenso wichtig zu planen und zu definieren, wie die Schnittstellen zwischen unterschiedlichen Programmen und Modellen aufgebaut sein sollen. Dies ist heute eine der großen Herausforderung im Umgang mit großen und komplexen Modellen – Studierende sollten sich deshalb bereits in der Ausbildung intensiv mit dieser Fragestellung auseinandersetzen. Initiativen wie BuildingSMART International arbeiten an der Definition von Austauschformaten (IFC: Industry Foundation Class), um einen offenen Umgang zwischen unterschiedlichen Programmen zu ermöglichen (Open BIM).

Noch ist die Übertragung von wichtigen Parametern zwischen den Programmen aber nicht ohne weiteres möglich – und aller Voraussicht nach wird es noch geraume Zeit dauern, bis eine solche Kompatibilität tatsächlich erreicht ist. Oft ist es erforderlich, eigene Skripte zu schreiben, um dieses Problem zu lösen. Die Fähigkeit zur eigenständigen Verknüpfung verschiedener Programme sollte deshalb als wichtiger Bestandteil des kreativen Prozesses betrachtet werden, vergleichbar mit der Arbeit an einem Entwurf, an einem Tragwerkskonzept oder an einer Detailskizze. Die Studierenden sollten diese Fähigkeit möglichst früh im Studium erwerben.

Die Fähigkeit zur eigenständigen Verknüpfung verschiedener Programme sollte als wichtiger Bestandteil des kreativen Prozesses betrachtet werden, vergleichbar mit der Arbeit an einem Entwurf, an einem Tragwerkskonzept oder an einer Detailskizze. Die Studierenden sollten diese Fähigkeit möglichst früh im Studium erwerben.

Es ist wichtig und sinnvoll für Studierende, sich in der Ausbildung nicht nur mit BIM zu beschäftigen, sondern den Gesamtkomplex der digitalen Werkzeuge zu betrachten: Heute heißt eines dieser Werkzeuge BIM. Frühere Generationen haben sich mit der Einführung und Entwicklung von CAD/CAM oder Finite Elemente Berechnungen beschäftigt. Die Fragen, die damals relevant waren (nämlich wie man angemessen mit solchen neuen Werkzeugen umgeht und wie man sie am besten in den Arbeitsablauf integriert), gelten heute genauso in Bezug auf BIM und große Datenmengen. Morgen werden wir diese Fragen in Bezug auf andere Methoden und Werkzeuge stellen, die heute zwangsläufig noch nicht bekannt sind. Wichtig für die Studierenden ist es deshalb, den richtigen *mind set* zu entwickeln, mit dem sie diese immer neuen Herausforderungen angehen können.

Wie beschrieben gibt es hinsichtlich des Lernprozesses viele Gemeinsamkeiten zwischen BIM und älteren digitalen Werkzeugen (FEM, CAD, CAM). Ein großer Unterschied besteht aber darin, dass BIM im Gegensatz zu älteren Methoden einen interaktiven Austausch zwischen den unterschiedlichen Akteuren zwingend erforderlich macht. Dies ist in sich eine positive Entwicklung – gute Architektur kann in der Regel nur durch eine enge Zusammenarbeit zwischen Bauherrn, Planern und ausführenden Firmen entstehen. Die Befähigung zur integralen Planung will aber so früh wie möglich erlernt sein – eine weitere Herausforderung an die Ausbildung künftiger Berufsschaffender.

Die Kooperation zwischen unterschiedlichen Disziplinen muss bereits an der Hochschule trainiert und entwickelt werden, z. B. in Form von gemeinsamen Entwürfen. Bislang

findet ein solches disziplinenübergreifendes Arbeiten aber noch viel zu selten statt [10]. Ohne entsprechendes Training und angemessene Möglichkeiten des Austauschs können die Studierenden kein ausreichendes Verständnis für die Denkweisen, Methoden und Begrifflichkeiten anderer Disziplinen gewinnen. Die Zusammenarbeit in der Praxis scheidet in der Regel nicht an mangelnden Fachkompetenzen der einzelnen Planer, sondern an der Unfähigkeit, in einer Gruppe zusammenzuarbeiten und den Gesamtkontext angemessen zu berücksichtigen.

Ausblick

Die Vermittlung von Erfahrungen aus der Praxis, Einblicke in laufende Forschungsarbeiten ebenso wie die Möglichkeit, integrale Planung in interdisziplinären Gruppen zu üben – all dies ist Voraussetzung für die Ausformung einer zukunftsorientierten, am Ganzheitlichen orientierten *forma mentis*. Und nur so lässt sich das Potential der Digitalisierung vollumfänglich zum Wohle einer besseren und nachhaltigeren gebauten Umwelt ausschöpfen. Um diese Ziele zu erreichen, müssen wir bisherige Lehrinhalte und -methoden kritisch hinterfragen und erneuern.

Warum ist dies so wichtig? Die Studierenden sollen nicht nur lernen, mit einzelnen Werkzeugen umzugehen. Sie sollen dazu befähigt werden, ihre Tätigkeit im Gesamtkontext zu sehen und sich der grundlegenden Frage zu stel-

Die Vermittlung von Erfahrungen aus der Praxis, Einblicke in laufende Forschungsarbeiten ebenso wie die Möglichkeit, integrale Planung in interdisziplinären Gruppen zu üben – all dies ist Voraussetzung für die Ausformung einer zukunftsorientierten, am Ganzheitlichen orientierten *forma mentis*.

len: Wie kann und wie soll unsere gebaute Umwelt in 50 oder 100 Jahren aussehen – und welche Rolle können und sollen digitale Prozesse dabei spielen? Es geht hierbei nicht um

einzelne fachliche Aspekte, sondern um die Verantwortung des Bauwesens für die Zukunft unseres Planeten. Die Art und Weise, wie die Studierenden in den nächsten Jahren ausgebildet werden, beeinflusst unsere Umwelt für Jahrzehnte – und kann wesentlichen Einfluss auf Fragen nehmen, welche die gesamte Menschheit betreffen, sei es hinsichtlich der Emissionen von Treibhausgasen oder des Verbrauchs von Ressourcen. Dieser Verantwortung durch eine angemessene Ausbildung

gerecht zu werden ist eine große Herausforderung für die Hochschulen, gleichzeitig aber auch eine spannende Aufgabe, die durch die digitale Revolution letztlich eher erleichtert denn erschwert wird.

Dr.-Ing. Lucio Blandini,
Vorstand und Partner der Werner Sobek AG

Literatur

- [1] A. Pilling: Generation BIM – Von BIM in der Ausbildung, Arbeitspaketen und einem gemeinsamen Nenner. In: Special BIM Heft 2015, Ernst & Sohn, S. 33–35.
- [2] W. Sobek: Das Mercedes-Benz Museum in Stuttgart. Die Tragwerksplanung – Komplexe Geometrie in 3-D. In: Detail 9 (2006), S. 980–981.
- [3] L. Blandini, A. Schuster, W. Sobek: The Railway Station „Stuttgart 21“ – Structural Modelling and Fabrication of Double Curved Concrete Structure. In Complexity and Responsibility – Proceedings of the Design Modelling Symposium Berlin 2011; ed. M. Gegnagel, A. Kilian, N. Palz, F. Scheurer; Springer Verlag, S. 217–224.
- [4] T. Winterstetter, A. Toth, W. Sobek, et al.: National Museum of Qatar. Stahlbau, Gebäudehülle und 3D-BIM in höchster Komplexität. In: Stahlbau 86 (2017), Heft 4, Ernst & Sohn, S. 346–350.
- [5] L. Blandini, A. Braun, E. Wolgast: BIM bei komplexen Megaprojekten. In: Build-Ing. 4/2019, S. 20–31.
- [6] Ein Gespräch mit L. Blandini: Persönliche Gespräche und Begegnungen bleiben insbesondere in einer stark digitalisierten Umgebung wichtig. In: Special BIM Heft November 2018, Ernst & Sohn, S. 51–52.
- [7] F. Schmid, L. Blandini: Wege zur Schnittstellenoptimierung – die Integration digitaler Werkzeuge in Planung, Bau, Betrieb und Rückbau. In: Ingenieurbaukunst 2020 – Made in Germany. ed. Bundesingenieurkammer, Ernst & Sohn, 2020, S. 8–11.
- [8] K. Bunsendal: Kann ich BIM lernen? In: Special BIM Heft November 2018, Ernst & Sohn, S. 46–50.
- [9] L. Blandini, G. Nieri, W. Sobek: Das Schalentragsystem des Kuwait International Airport Terminal 2 – Bemessung und Ausführung einer komplexen Megastruktur in Zeiten der Digitalisierung. In: Stahlbau 88 (2019), Heft 3, Ernst & Sohn, S. 194–202.
- [10] C. Maaß: BIM – Qualitätsverbesserung durch integrative Planung. In: Special BIM Heft November 2016, Ernst & Sohn, S. 59–62.

www.wernersobek.com

Werner Sobek AG

Albstraße 14
70597 Stuttgart
Germany
Tel +49.711.7 67 50-0
Fax +49.711.7 67 50-44
mail@wernersobek.com

Werner Sobek Design

Albstraße 14
70597 Stuttgart
Germany
Tel +49.711.7 67 50-0
Fax +49.711.7 67 50-44
design@wernersobek.com

Werner Sobek Green Technologies

Albstraße 14
70597 Stuttgart
Germany
Tel +49.711.7 67 50-0
Fax +49.711.7 67 50-44
greentech@wernersobek.com

Ingenieurbüro htp

Rosenbrunnenstraße 8
69469 Weinheim
Germany
Tel +49.6201.2 90 90-0
Fax +49.6201.2 90 90-20
info@buerohpt.de

Werner Sobek Berlin

Kurfürstendamm 216
10719 Berlin
Germany
Tel +49.30.4 03 63 72-50
berlin@wernersobek.com

Werner Sobek Buenos Aires

1933 Armenia, Piso 3, K
Buenos Aires
CABA, C1414DKO
Argentina
Tel +54.911.25 03 12 02
buenosaires@wernersobek.com

Werner Sobek Dubai

Regal Tower, Office Unit 503
P.O. Box 119553
Dubai, Business Bay, UAE
Tel +971.4.3 42 55 01
Fax +971.4.3 27 57 65
dubai@wernersobek.com

Werner Sobek Frankfurt

Darmstädter Landstraße 125
60598 Frankfurt am Main
Germany
Tel +49.69.42 69 59-0
Fax +49.69.42 69 59-44
frankfurt@wernersobek.com

Werner Sobek Hamburg

Holzdammer 28 – 32
20099 Hamburg
Germany
Tel +49.40.696 38 63-00
hamburg@wernersobek.com

Werner Sobek Istanbul

Mimarlık Mühendislik ve
Danışmanlık Tic.Ltd.Şti.
I Tower Plaza
Merkez Mah. Akar
Caddesi No:3
Kat:25 Ofis No:174
34381 Bomonti-Şişli/Istanbul
Turkey
Tel +90.212.6 32 95 82
Fax +90.212.8 09 04 72
istanbul@wernersobek.com

Werner Sobek Moskwa

Malaya Dmitrovka, 20
127006 Moscow
Russia
Tel +7.495.7 80 72-29
Fax +7.495.7 80 72-30
moskwa@wernersobek.com

Werner Sobek New York

180 Varick Street, Suite 528
New York, NY 10014
USA
Tel +1.212.58 80-233
Fax +1.212.58 80-826
newyork@wernersobek.com