

## Notizen aus der Praxis

Timur Uzunoglu, Graz

### 1 Einleitung

Die ersten Jahre in der Praxis nach dem Studium fordern heraus, lehren viel und prägen stark – sowohl in beruflicher als auch in persönlicher Hinsicht. Die Fragestellungen an den „Ingenieur“ sind sehr vielfältig – bedingt durch das umfassende Spektrum des Bauingenieurwesens. Im Laufe der ersten drei Jahre meiner Tätigkeit als Tragwerksplaner im Konstruktionsbüro eines Bauunternehmens habe ich mir einige Notizen zu meinen beruflichen Erlebnissen gemacht.

### 2 Aus dem Alltag der Tragwerksplanung

Der Alltag der Tragwerksplanung ist gezeichnet von Mangel an Zeit, Information und Geld.

**Zeit- und Kostendruck erschweren die Arbeit des Tragwerkplaners.**

In vielen Fällen erfolgt die Planung baubegleitend, was zur Folge hat, daß nicht ausreichend durchdachte Lösungen viele Planungsänderungen zur Folge haben. Zum Zeitpunkt der Bauausführung noch nicht bekannte Nutzungsanforderungen stellen den Planer vor die schwierige Aufgabe, ein Tragwerk zu entwerfen, das bei möglichst minimalen Herstellungskosten „alles“ kann. Grenzwertbetrachtungen treten in den Vordergrund: wieviele Durchbrüche können einem Träger zugemutet werden, daß er gerade noch hält? Und wenn das Zumutbare nicht ausreicht? Ist „gesund rechnen“ die letzte Alternative?

Die Planung von komplexen Bauvorhaben wird oftmals durch mangelnde Koordination der verschiedenen Beteiligten erschwert: der Inselbetrieb der einzelnen Fachplaner kann bei dem Zusammensetzen der Teile mitunter zu Überraschungen führen. Die Gewährleistung eines durchgängigen Informationsflusses kann für den Planungserfolg entscheidend sein. Auch die späte Vergabe verschiedener Gewerke und die somit nicht rechtzeitig bekannten Planungsvorgaben stellen den Tragwerksplaner vor erhebliche Schwierigkeiten: der notwendige Baufortschritt erzwingt eine Planung auf der Basis von Erfahrungswerten oder Vermutungen.

Zusätzlich erschwert wird die Tragwerksplanung durch die sehr knapp bemessenen Planungskosten. Um eine kostendeckende Planungsleistung zu gewährleisten, muß die Planungstiefe projektbezogen definiert werden. Genauigkeit kostet Geld. Die wirtschaftlich optimale Planungstiefe kann früher erreicht werden als die technisch optimale, weil ab einem Mindestniveau zunehmende Verbesserungen mit überproportional steigenden Aufwendungen „erkauft“ werden (Bild 1). Um allerdings Fehlentscheidungen oder Fehlplanungen zufolge einer unzureichenden Genauigkeit zu vermeiden, muß die erwünschte Planungstiefe den Erfordernissen angepaßt werden.

Zusammenfassend heißt das: die Tragwerksplanung hat rasch zu erfolgen, muß technisch einwandfreie, wirtschaftliche und ausführungsfreundliche Lösungen anbieten und darf nicht viel kosten.

Oben erwähnte Gründe führen unmittelbar zu Überlegungen über die Sicherung der Qualität in der Trag-

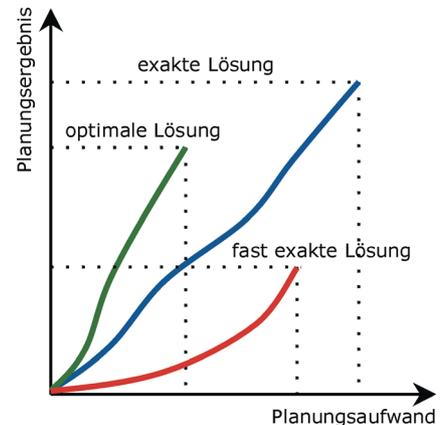


Bild 1 Wirksamkeit der Planung [1]

werksplanung. Wie kann die Planung, die trotz aller Normen und Richtlinien eine individuelle und kreative intellektuelle Leistung ist, in das Korsett einer Qualitätssicherung gezwängt werden? Bei prozessorientierten Qualitätsmanagementsystemen, wie z. B. nach der in Entwurf befindlichen ISO 9000:2000, ist die zentrale Richtgröße der Kundenwunsch [2]. Die Qualität des Produkts wird nach dem Grad der Erfüllung des Kundenwunsches beurteilt. Diese Betrachtungsweise bedingt, daß Bauwerke so zu entwerfen, zu berechnen und zu konstruieren sind, daß sie bei sachgemäßer Ausführung sowie entsprechender Unterhaltung und Nutzung über die vorgesehene Nutzungszeit die an sie gestellten Anforderungen erfüllen. Das klingt banal, erfordert aber eine möglichst eindeutige Beschreibung der Bauwerksnutzung, die dem technischen Konzept zugrunde gelegt werden muß. Die objektbezogenen Anforderungen müssen nicht nur als bauteilspezifische Vorgaben, sondern als Funktionalitätsbeschreibungen formuliert werden. Damit können die notwendigen Maßnahmen bei der Tragwerksplanung sowohl nach Normvorschriften als auch mit Ingenieurlösungen getroffen werden. Allerdings ist dem Tragwerksplaner in der Praxis der Zugriff

auf die erwähnten Informationen oft verwehrt.

Ein anderer Aspekt der Planungsqualität ist die Darstellung der Planungsergebnisse: Tragwerksplanung als Dienstleistung richtet sich nicht nur an den Bauherrn, sondern auch an die Baustelle. Im Stahlbetonbau sind über-

**Wirtschaftliche Tragwerksplanung erfordert ganzheitliches Denken mit gestalterischer Verantwortung.**

sichtliche, ausreichend detaillierte Bewehrungspläne und eine ausführungsfreundliche Bewehrungsführung wichtig. Auch hier führt der Zeit- und Kostendruck zu einer Entfremdung zwischen Planung und Bauausführung. Die oftmals mangelnde Baustellenerfahrung der Planer führt zu kaum oder schwer durchführbaren Plänen. Die Erfahrung zeigt, daß elementare Konstruktionsregeln in ihrer Bedeutung vielfach unterschätzt werden. Im Zeitalter der computerorientierten Planung spielt das Erkennen des „Einfachen“ eine immer größere Rolle.

**3 Tragwerksplanung und integrales Baumanagement**

Finanzstarke Unternehmen bieten vermehrt Komplett-Lösungen für Bauvorhaben an. Ihre Leistungen umfassen den gesamten Bauwerkslebenszyklus von der Initiierung bis zum Abriß, gesteuert von Managementsystemen wie das „Integrale Baumanagement“ [3]. Dabei werden die heute noch getrennt verantworteten, additiven Einzelprozesse der Planung und Ausführung in einen ganzheitlichen Bauprozess integriert. Bei dieser Vorgangsweise übernimmt die Tragwerksplanung gestalterische Verantwortung – und kann nicht mehr, wie derzeit, als eine vom Preis bestimmte Subunternehmerleistung dem gesamten Bauprozess untergeordnet werden.

Die Tragwerksplanung im integralen Bauen ist ein komplexer und komplizierter Prozeß, der systemisches Denken und Erfahrung erfordert: Solch ein Prozeß läßt sich allein durch die Analyse seiner Teile nicht mehr verstehen.

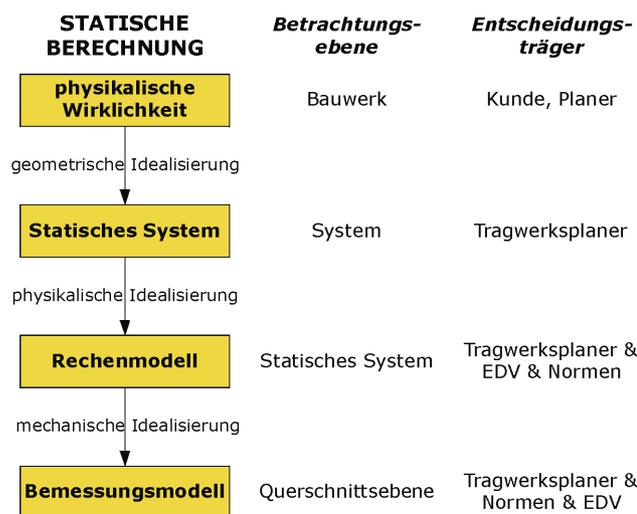
Umgekehrt müssen die Eigenschaften der Teile aus der Organisation des Ganzen verstanden werden [4]. Ansonsten führt die isolierte Betrachtung von Systemelementen zu einer „Suboptimierung“, d. h. die ganzheitliche Sichtweise der verschiedenen Systemkenngrößen wie Leistung, Zeit und Kosten sowie deren wechselseitige Beziehung bleiben unberücksichtigt. Die Bedingung der Wirtschaftlichkeit erfordert sinnvolles, konstruktives Infragestellen schon definierter Leistungen, das Aufspüren von Elementen, deren zusätzliche Erfüllung höher bewertet wird als die damit verbundenen Kosten.

Ganzheitliches Denken ist eine Herausforderung: Probleme sind miteinander verbunden und wechselseitig voneinander abhängig. Scheinbar grundverschiedene Probleme hängen miteinander zusammen. Bei der Problemlösung müssen oftmals Randbedingungen berücksichtigt werden, die anderer Natur sind als das Problem selbst. Das verlangt eine Problemlösungskompetenz, die über das Lösen von Einzelaufgaben hinausgeht.

**4 Die Anwendung der Normen in einer ganzheitlichen Tragwerksplanung**

Die Erstellung einer Norm setzt voraus, daß die betrachtete Tätigkeit „normiert“ werden kann. Ähnlich wie bei der Qualitätssicherung der Planung stellt sich die Frage, ob und in welchem Umfang Tragwerksplanung genormt werden kann. Bei der Tragwerksplanung im Stahlbetonbau ist gedank-

lich zu unterscheiden zwischen der Wirklichkeit des Bauwerks, dem daraus abgeleiteten statischen System, dem Rechenmodell für die Zustandsgrößen und dem Bemessungsmodell. Wie in Bild 2 zu sehen, beginnt die „normierte“ Planungstätigkeit erst auf Ebene des Rechenmodells und entfaltet sich auf der Ebene des Bemessungsmodells. Der Tragwerksentwurf und die Abstraktion eines sinnvollen statischen Systems ist der eigenständigen Gestaltung des Ingenieurs überlassen. Natürlich hat die Normung auch in diesen Ebenen wesentlichen Einfluß: Die Gewährleistung des im gesellschaftlichen Konsens akzeptierten Zuverlässigkeitsniveaus in bezug auf Standsicherheit und Gebrauchstauglichkeit wird über die vorgegebenen Sicherheitsbeiwerte erreicht. Die Berücksichtigung der Anforderungen bezüglich Gebrauchstauglichkeit und Dauerhaftigkeit ist verbindlich vorgeschrieben. Trotzdem fehlen übergeordnete Konzepte zur Lösung der eigentlichen Ingenieursaufgabe, des Entwurfs eines wirtschaftlichen und anforderungsgerechten Tragwerks. Der in Entwicklung befindliche „Swisscode 0: Grundlagen der Projektierung von Tragwerken“ des Schweizerischen Ingenieur- und Architekten-Vereins [5] setzt hier neue Akzente: die Tragwerksplanung dient der Erfüllung der Nutzungsanforderungen an das Bauwerk. Organisatorische Maßnahmen, die eine systematische Auseinandersetzung mit dem Tragwerkskonzept erfordern, werden vorgeschrieben: die Erstellung einer Nutzungsvereinbarung zwischen Kunde und Planer vor Pla-



**Bild 2** Schematischer Ablauf der Tragwerksplanung

nungsbeginn und die Erarbeitung eines Baukonzepts mit den notwendigen Maßnahmen zur Erfüllung der Nutzungsanforderungen. Der große Zeitdruck und die knappen Planungskosten in der Praxis führen oftmals zur Vernachlässigung dieser Überlegungen. Besonders in Zeiten der Internationalisierung der Bauvorhaben gewinnen mit allen Beteiligten gemeinsam durchdachte und vereinbarte Konzepte immer mehr an Bedeutung: Menschen aus verschiedenen Ländern denken verschieden. Selbstverständlichkeiten sind nicht für alle gleich. Normativ vorgeschriebene, schriftlich zu treffende Vereinbarungen zu Planungsbeginn können einige Mißverständnisse und Streitfälle verhindern.

## 5 Anregungen zu einer praxisorientierten Ausbildung

Nach meiner persönlichen Erfahrung war die Ausbildung zum Bauingenieur an der Technischen Universität sehr umfassend. Sowohl die Grundlagen als auch die weiterführenden Fächer wurden mit viel Akribie gelehrt. Die Vielfalt der Fächer bestätigte den hohen Anspruch des Studiums, die Art der Lehre den Spruch, daß „da draußen“ sowieso alles anders wäre. Die oftmals sehr akademischen Fragestellungen bei Übungen und Prüfungen schärften zwar den Intellekt, förderten aber nicht unbedingt den Hausverstand. Die mangelnde praktische Erfahrung der Assistenten ließ den Bezug zur Realität vermissen – die Lösung vorgegebener Aufgaben wurde zum Selbstzweck. Zum Zeitpunkt meines Studienabschlusses fühlte ich mich wie ein Koch, der zwar mit vielen Zutaten für ein Gericht vertraut war, aber noch nie eines gekocht hatte.

**Die Rechenmodelle der Ingenieurwissenschaften sind Konzeptmodelle.**

Zugegebenermaßen ist schöpferische Tätigkeit und Kreativität schwer zu lehren, allerdings werden in der Ausbildung diese Eigenschaften auch wenig gefordert und gefördert. Der Bauingenieurstudent hat in den seltensten Fällen selbständig zu entwerfen –

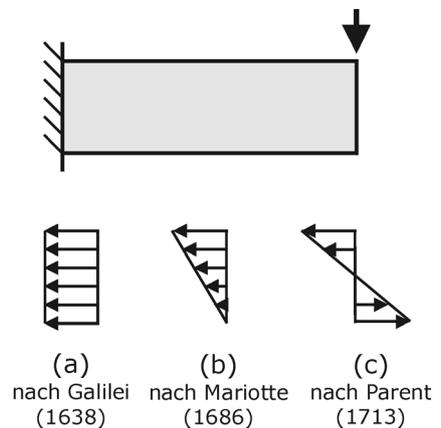
die Angst vor dem leeren Blatt kennt er nicht. Die meisten Aufgaben sind vorgegebene Problemstellungen, die es in geregelter Art und Weise „anständig“ zu lösen gilt. An Problemlösungsstrategien wird kaum gedacht – das Problem ist als gegeben hinzunehmen und widerspruchlos aus der Welt zu schaffen. Kein Wunder, wenn der Bauingenieur unter diesen Umständen vom Architekten als „Rechenknecht“ betrachtet wird.

Das erfolgreiche Bestehen in der Praxis erfordert auch Team- und Kommunikationsfähigkeit sowie das selbstbewußte Vertreten und Verteidigen einer Lösung. Die überzeugende Präsentation einer Lösung ist ebenso wichtig wie die Qualität der Lösung selbst. Diese sogenannten „soft skills“ können zwar nicht unmittelbar gelehrt, aber zumindest geschult werden. Die Fachhochschulen in Österreich gehen diesen Weg: Pflichtfächer wie „Kommunikation“, fächerübergreifende, durch einen „Projektmanager“ koordinierte Projektarbeiten vermitteln den Studenten diese Fähigkeiten.

Meines Erachtens wären bei einer praxisorientierten Ausbildung zum Bauingenieur zwei Schwerpunkte zu setzen:

Der eine Schwerpunkt ist die Ausbildung eines „Wissensmanagers für Bauwesen“, der lernt, Probleme zu verwalten, lösen oder lösen zu lassen, und diese Lösungen zu verkaufen, ohne dabei die inneren Zusammenhänge im Detail kennen zu müssen. Er muß aber Ursache und Auswirkung einander zuordnen können, systemisch denken und entscheidungsfreudig sein. Ein Geiger braucht schließlich auch nicht die Differentialgleichung der schwingenden Saite zu kennen, um sein Instrument spielen zu können. Führungskräfte und Entscheidungsträger von heute sind in diesem Umfeld anzusiedeln. Der Umstand, daß viele Absolventen in einem Berufsfeld tätig werden, das nicht ihrer Vertiefungsbildung entspricht, bestärkt diesen Ansatz.

Der andere Schwerpunkt ist die Ausbildung zu einem „entwurfsorientierten Ingenieur“, der lernt, Probleme zu lösen, ohne sie dabei aus dem gesamten Kontext herauszulösen. Die Ingenieurwissenschaft ist eine praktische – die Kenntnis der inneren Zusammenhänge ist Mittel zum Zweck. Die



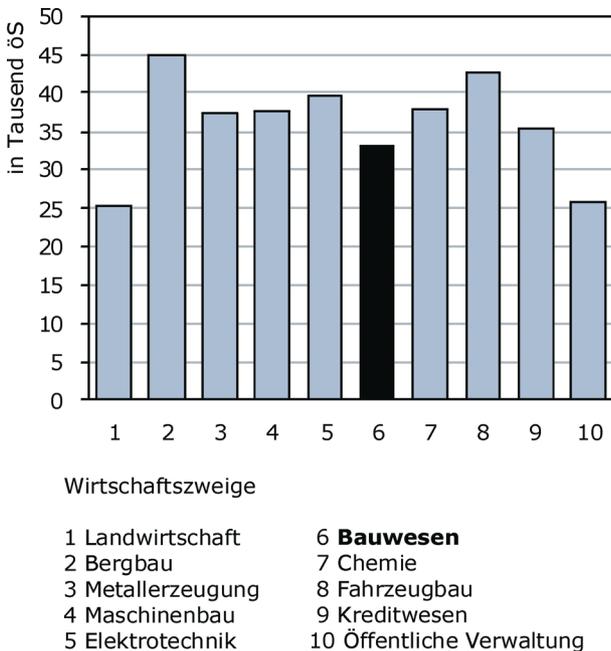
**Bild 3** Spannungsverteilung an der Einspannstelle eines Balkens [6]

angewandten Rechenmodelle sind Konzeptmodelle – die Wirklichkeit wird über einige ausgewählte und meßbare Parameter so beschrieben, daß Voraussage und Meßwerte gut übereinstimmen. Auch heute Selbstverständliches bedurfte in der Vergangenheit solcher Betrachtungen, wie z. B. die Spannungsverteilung am Einspannquerschnitt eines Balkens: *Galilei* (1638) nahm eine gleichförmige Spannungsverteilung an (Bild 3a), *Mariotte* (1686) vermutete eine dreiecksförmige Spannungsverteilung (Bild 3b). Erst *Parent* (1713) stellte den Fehler in diesen Annahmen fest: beide Spannungsverteilungen ergeben eine horizontale Zugkraft an der Einspannstelle, welche bei Versuchen nicht auftrat. Dies führte ihn zur richtigen Spannungsverteilung (Bild 3c).

Ingenieurmäßiges Problemlösen ist spannend – die Tragwerksplanung ist kein rechnerischer, sondern vielmehr ein kreativer Auswahlvorgang, der auf Kenntnis sämtlicher Lösungsmöglichkeiten einer Bauweise beruht.

## 6 Zur Stellung des Bauingenieurs in der Gesellschaft

Als junges Mitglied eines Berufszweiges stellt man sich die Frage, welchen Stellenwert die ausgeübte Tätigkeit in der Gesellschaft einnimmt. Die Kriterien, die über das Ansehen eines Berufstandes Auskunft geben, sind schwer festzulegen. Als ein Maß kann aber sicher der Gehalt herangezogen werden. Das Bauingenieurwesen ist unter den technischen Berufen hinsichtlich Verdienst sicher nicht unattraktiv, wo-



**Bild 4** Bruttogehälter der Unselbständigen in verschiedenen Wirtschaftszweigen in Österreich [7]

bei Absolventen der Studienrichtung Maschinenbau oder Elektrotechnik traditionell mehr verdienen (in Österreich, Bild 4). Der Anteil der Führungskräfte und Entscheidungsträger aus dem Bereich des Bauwesens spiegelt auch den gesellschaftlichen Anspruch dieses Berufszweiges wider: wie auch in anderen technischen Berufen, verlieren hier die Ingenieure ganz eindeutig gegenüber den Wirtschaftlern an Boden. In einer durch Medien geprägten Zeit sind die Bauingenieure in der aktuellen Berichterstattung kaum präsent. Gerade bei medienwirksamen Bauwerken ist die architektonische Gestaltung im Vordergrund, die ingenieurmäßige Realisie-

rung findet kaum Beachtung. Der Architekt als Künstler und Gestalter stellt sich selbstbewußt der Öffentlichkeit, während der Ingenieur als Erfüllungshelfer im Hintergrund agiert. Auch bei reinen Ingenieurbauwerken wie Brücken verliert in vielen Fällen die Ingenieurkunst gegen wirtschaftliche, vereinheitlichte Lösungen – uninspirierte, langweilige Bauwerke sind die Folge.

Leider wird die Tragwerksplanung oft mit statischer Berechnung gleichgesetzt. Dabei steht am Anfang jeder Bauwerksplanung parallel zur Raum- und Formfindung auch die Tragwerksuche. Der Tragwerksplaner gestaltet das Bauwerk mit – sowohl in ästheti-

scher als auch in ökonomischer Hinsicht. Gerade hier stellen die neuen Organisationsformen des Bauens den Bauingenieur vor vielseitige und aufregende Aufgaben mit gesellschaftlicher Verantwortung.

#### Literatur

- [1] Aggteleky, B.: Fabrikplanung. Band 1, „Grundlagen – Zielplanung – Vorarbeiten“. München – Wien, Carl Hanser Verlag 1981.
- [2] Scheiber, K.: ISO 9000 Die große Revision. Wien: Österreichische Vereinigung für Qualitätssicherung 1999.
- [3] Kahlen, H.: Integrales Facility Management. Düsseldorf: Werner Verlag 1999.
- [4] Capra, F.: Lebensnetz. Bern: Scherz Verlag 1996.
- [5] SIA Norm 159/SC 0 – Ausgabe 2002: Grundlagen der Projektierung von Tragwerken. Entwurf, Zürich: Schweizerischer Ingenieur- und Architekten-Verein.
- [6] Heyman, J.: The Science of Structural Engineering. London: Imperial College Press 1999.
- [7] Österreichisches Statistisches Zentralamt: Statistisches Jahrbuch für die Republik Österreich. Wien: Österreichisches Statistisches Zentralamt 2000.

#### Schlüsselwörter:

Bauingenieurausbildung – Praxisorientierung