

Die Aufgabe des Bauingenieurs bei der Planung und Verwirklichung grosser Wohnsiedlungen: Einführungsvorlesung

Autor(en): **Gunten, Hans von**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizerische Bauzeitung**

Band (Jahr): **86 (1968)**

Heft 12

PDF erstellt am: **19.05.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-70004>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Die Aufgabe des Bauingenieurs bei der Planung und Verwirklichung grosser Wohnsiedlungen

DK 624:72.007

Einführungsvorlesung, gehalten an der ETH am 13. Januar 1968 von Prof. Dr. Hans von Gunten, Bern

Vorab schulde ich Ihnen eine Erklärung, weshalb ich in meiner Antrittsvorlesung über die Aufgabe des Bauingenieurs bei der Planung und Verwirklichung grosser Wohnsiedlungen sprechen möchte. Es ist sicher für jeden, der das Vergnügen hat, sich mit einer Einführungsvorlesung vorstellen zu dürfen, sehr verlockend, über ein Gebiet zu berichten, in dem er bereits intensiv gearbeitet und vielleicht sogar geforscht hat. Es kann dabei in harmonischer Weise ein Blick geworfen werden, zurück auf bereits Vollbrachtes und Erkanntes, in die Gegenwart als Standortsbestimmung, und es kann schliesslich in die Zukunft geblickt werden, als Ansporn zur Lösung neuer und grösserer Probleme. Liesse ich mich allein von solchen Überlegungen leiten, so würde in den nächsten 45 Minuten ein Problem der Elastizitätstheorie oder des Massivbaus behandelt, was an einer Architekturschule nicht nur als langweilig, sondern mit Recht auch als unhöflich empfunden würde.

Das für heute gewählte Thema darf für sich nicht den Anspruch erheben, wissenschaftlich zu sein; es soll vielmehr als aktueller Bericht aus der Praxis aufgefasst werden, jener Praxis, mit der die Hochschule stets in engstem Kontakt bleiben muss, und zugleich ist es bis zu einem gewissen Mass ein Spiegelbild – vielleicht ein teilweise verzerrtes und nicht durchwegs anerkanntes – der Tätigkeit des Bauingenieurs an einer Architekturschule. Ausserdem möchte ich versuchen, einige häufig verwendete Begriffe und Schlagworte etwas besser in Griff zu bekommen, was bis zu einem gewissen Grade auch einer Standortsbestimmung gleichkommt.

Wenn über einige Aufgaben bei der Verwirklichung grosser Wohnsiedlungen berichtet wird, so deshalb, weil dabei sehr viele Tätigkeiten des Bauingenieurs vorkommen und in diesem Fall sein Verhältnis zum Architekten ein besonders inniges und vielschichtiges ist. Ohne dass dies von entscheidender Bedeutung wäre, denke ich bei meinen Ausführungen an die geplante Überbauung «Oberes Murfeld – Wittigkofen» in Bern, die in ihrem Endausbau rund 24000 Menschen in etwa 6000 Wohnungen aufnehmen soll und mit deren Bau in diesem Jahr begonnen werden soll.

Wenn wir das bereits erwähnte *Verhältnis zwischen Architekt und Ingenieur* betrachten, wie es sich noch vor einigen Jahren präsentierte, so kann man wohl sagen, dass es meistens ein ziemlich loses, ein kühles und demzufolge ein unfruchtbares war. Der Architekt arbeitete in seinem Tätigkeitsgebiet, das mit dem heutigen weitgehend übereinstimmt, sehr isoliert; auch dem Bauingenieur wurden einzelne, abgeschlossene Aufträge erteilt, die er einfach zu erfüllen hatte, ohne dass ihm Gelegenheit geboten wurde, eigene Ideen zu äussern und Varianten – z. B. der Tragkonstruktion – vorzulegen. Es kam in vielen Fällen soweit – und es kommt leider heute noch vereinzelt vor – dass der Ingenieur zum reinen Befehlsvollstrecker wurde; er galt dann als ein sogenannter guter Ingenieur, wenn es ihm gelang, alle Ideen des Architekten zu verwirklichen. Da der Architekt es nicht für sinnvoll hielt, den Bauingenieur über seine Entscheide, die nur zum Teil von statischen und konstruktiven Überlegungen abhängen, zu orientieren, wurde der Graben noch tiefer, denn der Bauingenieur erblickte darin eine Nachlässigkeit und übersah, dass er wahrscheinlich ohnehin allen Argumenten des Architekten verschlossen geblieben wäre und er – bedingt durch seine Ausbildung – diese Gedankenwelt nicht oder nur schwer hätte verstehen können.

Es hat keinen Sinn, sich weiter mit diesem unfruchtbaren Zustand zu befassen, sondern wir wollen mit Genugtuung feststellen, dass man heute bei der Projektierung von grossen Wohnsiedlungen grundsätzlich von der Notwendigkeit einer engen Zusammenarbeit überzeugt ist, wenn auch noch viele Vorurteilsschranken auf beiden Seiten weggeräumt werden müssen. Wenn man in einem solchen Fall überzeugt ist, dass eine Zusammenarbeit notwendig ist, auf der anderen Seite aber nicht so recht weiss, wie diese im Einzelnen zu gestalten sei, greift man – nach bewährtem Zitat aus Goethes Faust: «Denn eben, wo Begriffe fehlen, da stellt ein Wort zur rechten Zeit sich ein» – heute nicht nur zum Wort, sondern zum Fremdwort und

spricht kurzerhand und überzeugt von Teamwork. Bevor wir auf die einzelnen Aufgabengebiete des Bauingenieurs eintreten können, wollen wir versuchen, diesen Ausdruck zu definieren oder mindestens genauer einzugrenzen. Zuerst sei nochmals betont, dass es sich um das Team Architekt–Bauingenieur handelt, dass das hier Gesagte für die Zusammenarbeit bei der Verwirklichung grosser Wohnsiedlungen Gültigkeit haben soll und nicht für andere Bauvorhaben ohne kritische Überprüfung übernommen werden darf.

Eine erste Begrenzung können wir vornehmen, wenn wir nach dem Zweck des Teamworks fragen, also die einfache Frage nach dem Warum stellen. Beim Erläutern des heutigen Berufsbildes des Architekten stossen wir auf Begriffe wie «Leiter der Projektierung» und «verantwortlicher Koordinator», die recht zutreffend sind. Der Architekt hat demzufolge im Auftrag der Bauherrschaft Entscheide zu fällen oder sie mindestens so vorzubereiten, dass diese vom Bauherrn oder einer von ihm eingesetzten Instanz gefällt werden können. Diese verantwortungsvolle Tätigkeit verlangt vom Architekten, dass er über die zur Diskussion stehenden Fragen und Probleme Bescheid weiss und sich ein klares Bild von den Belangen der Spezialisten machen kann. Wenn er also z. B. ein Hochhaus zu bauen hat und ihm aus seinen Studienjahren und seiner bisherigen praktischen Tätigkeit nicht mehr alle Grundlagen gegenwärtig sind, so soll ihm der Bauingenieur vorgängig aller Detailarbeiten die wesentlichsten Tatsachen und Prinzipien nochmals beleuchten und wachrufen. Alle solchen Eindrücke – gewonnen durch ähnliche Tätigkeiten sämtlicher Spezialisten – können dann vom Architekten integriert werden und er wird in der Lage sein, aus einer ersten, vorläufigen Optimierung sein Vorprojekt zu erstellen.

Dieses bildet die Grundlage einer neuen Projektierungsstufe, in welcher der Bauingenieur sein Vorprojekt erstellen kann, das darin besteht, erste Abmessungen zu ermitteln, sich die Fragen von Änderungen in der Tragstruktur zu stellen, Fragen der Baumethode zu prüfen, die Wirtschaftlichkeit des Rohbaus kritisch zu beleuchten usw. Er wird seine Ergebnisse so zusammenfassen, dass sie der Architekt im Bedarfsfall als Einzeldaten in den sogenannten Optimierungsprozess eingeben kann. Dieser Begriff soll jetzt noch nicht definiert werden, doch hat er sich im Sprachgebrauch bereits soweit durchgesetzt, dass er als einigermaßen bekannt vorausgesetzt werden darf.

In einer dritten und letzten Stufe beginnt dann die Detailarbeit des Bauingenieurs, die im wesentlichen darin besteht, dass die endgültige Berechnung erstellt wird, die Detailpläne gezeichnet werden und auf der Baustelle die Rohbauausführung überwacht wird. In dieser Phase besteht nur noch ein relativ loser Zusammenhang zwischen Architekt und Bauingenieur. Man kann kaum mehr von einer eigentlichen Team-Arbeit sprechen. Sie hat sich zudem in der Praxis dermassen klar und eindeutig nach allen Seiten eingespielt, dass es in unserem Rahmen völlig uninteressant wäre, noch länger bei ihr zu verweilen, obgleich sie, zumindest zeitlich gesehen, die Haupttätigkeit des Bauingenieurs darstellt.

Kehren wir also zum Teamwork der Stufen eins und zwei zurück und fragen wir, im Anschluss an das Warum, kurz nach dem Wie. Nach dem bereits Dargelegten geht es nicht darum, einen sogenannten beratenden Ingenieur zu beschäftigen, dem man Einzelprobleme vorlegt, die er eindeutig und – was sehr schlimm wäre – in Unkenntnis des gesamten Problems löst. Es geht nicht darum – bildlich und populär ausgedrückt – einen Ball hin und her zu spielen oder gar danach zu trachten, den Schwarzen Peter so rasch wie möglich dem Gegenüber zurückzugeben. Der Bauingenieur muss erkennen und akzeptieren, dass er nur einer der vielen Spezialisten ist, die an einem unteilbaren Ganzen mitgestalten dürfen, und er muss seine Mitarbeit so gestalten und seine Auskünfte so erteilen, dass er – wenn wir das Wort nochmals verwenden wollen – seine Beratertätigkeit in dem Sinne ausübt, dass dieses Ganze, in unserem Falle die grosse Wohnsiedlung, in dem vom Architekten postulierten Sinne optimal wird. Eine Frage, die sich hier stellt und die sich besonders an einer Hoch-

schule stellen muss, ist die, ob die Architekten und Bauingenieure für diese Aufgabe während ihres Studiums genügend ausgebildet werden oder nicht. Die Antwort möchte ich erst am Ende meiner Ausführungen geben.

Aus dem bereits Gesagten folgt ohne weiteres, *wann* die einzelnen Teamwork-Arbeiten angepackt werden müssen. Als einzige Ergänzung sei der Wunsch geäußert, dass die ersten Kontakte zwischen Architekt und Bauingenieur so früh wie möglich erfolgen sollten.

Wenn wir nach der Stellung von Architekt und Bauingenieur fragen, so sehe ich sie etwa wie folgt: Im Zentrum eines Schemas (Bild 1), das wir uns in einer Ebene denken können, steht der Architekt. Von ihm gehen die Strahlen, die die Teamwork-Bindungen darstellen, zu den einzelnen Spezialisten wie Bauingenieure, Haus-Techniker, Juristen, Soziologen usw. Möglicherweise bestehen auch temporäre Verbindungen zwischen den einzelnen Spezialisten, doch wird bei einem solchen erweiterten Team stets der Architekt mit dabei sein. Wir können aus dem skizzierten Schema

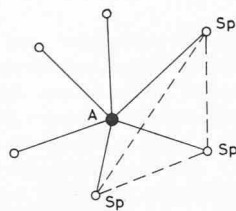


Bild 1.

schliessen, dass alle Fäden beim Architekten zusammenlaufen, dass er eine zentrale Stellung einnimmt, dass er aber in der gleichen Ebene wie seine Spezialisten liegt – er arbeitet schliesslich mit den gleichen Methoden –, dass er nicht etwa als alleiniger Herr über allem steht. Er kämpft und arbeitet mitten unter ihnen, ist unbestritten der «Primus inter pares». Der Bauingenieur aber merkt – oder sollte es zum mindesten merken –, dass das Zentrum nicht bei seiner Tätigkeit liegt, dass er am Rande eingezeichnet ist, exzentrisch, also dort, wo es zum unnützen Aussenseiter nur noch ein kleiner Schritt ist. Wenn sich der Architekt in diesem Schema nach aussen, nach allen Richtungen hinwenden wird, so muss jeder Spezialist wissen, dass seine Tätigkeit einem höheren Zweck untergeordnet ist und aus dieser Sicht eine genau definierte Richtung hat.

Wenn wir bisher die Aspekte warum, wie und wann des Teamworks untersucht haben, möchte ich Ihnen nun auseinandersetzen, was bei der Projektierung grosser Wohnsiedlungen *Gegenstand der oben definierten Zusammenarbeit* sein soll, womit der eigentliche und zentrale Punkt meiner Ausführungen beginnt. Der Gefahr, dass dabei leicht eine katalogähnliche Aufzählung entstehen könnte, durchaus bewusst, versuche ich dies weitgehend zu vermeiden, wodurch ich allerdings in Kauf nehme, unvollständig zu sein. Das zweitgenannte Übel scheint mir weit kleiner zu sein, wollen wir uns doch hier einige ausgewählte Hauptprobleme auslesen. Es ist zudem ganz unmöglich, die Gegenstände chronologisch zu erörtern, denn bedingt durch die oben dargestellte zeitliche Mehrstufigkeit müssten wir dabei von einem Gebiet zum andern eilen, was der Übersichtlichkeit keineswegs förderlich wäre.

Beginnen wir beim Baugrund. Wenn ein Bauingenieur das Glück hat, bei der Planung einer grossen Wohnsiedlung dabei zu sein, wird er, sobald er mit der generellen Bebauungsidee des Architekten bekannt ist, wohl als erstes versuchen, eine geologische und hydrologische Bestandsaufnahme vorzunehmen. Da aus geologischen Karten, Baugrundkarten, Aussagen von Geologen und aus der eigenen Erfahrung ziemlich sicher zuwenig Anhaltspunkte für eine genügende Beurteilung des Baugrundes gewonnen werden können, sind erste Bodenuntersuchungen zu beantragen. Es kann dafür kein allgemein gültiges Rezept angegeben werden, denn die Art und Anzahl der Sondierungen richtet sich nach den örtlichen Gegebenheiten. Bei der Überbauung «Oberes Murfeld – Wittigkofen» wurden – um Ihnen Anhaltspunkte zu geben – 11 Rotationsbohrungen und 39 Rammsondierungen vorgenommen; die tiefste Bohrung reichte dabei in eine Tiefe von 40 m. Mit Hilfe von Piezometerrohren wurde zudem ein genaues Bild über die Grundwasserverhältnisse gewonnen. Diese ersten Untersuchungen erlauben generelle Entscheide betreffend die Fundationsart, und es kann entschieden werden, ob z. B. die Hochhäuser mittels Flachgründungen abgestellt werden können oder ob eventuell eine Pfahlfundation erforderlich ist. Einen entscheidenden Einfluss üben die Bodenverhältnisse auf den Bauvorgang aus, und zwar ist es insbesondere der Stand des Grundwasserspiegels, der hier eine ausschlaggebende Rolle spielt. Für den Architekten ist es deshalb von grösster Bedeutung, durch den Bauingenieur frühzeitig über diese unumgängliche Randbedingung orientiert zu werden, und es ist ebenfalls wichtig und unerlässlich, dass er aufgrund seiner Ausbildung ein Mindestmass an Verständnis für diese Belange entwickelt.

Oft wird der Bauingenieur von den Architekten kurz und einfach als Statiker bezeichnet. Ob diese Benennung nicht etwas zu stark vereinfacht, muss hier nicht erörtert werden; sie zeigt aber deutlich, dass die Statik die ureigenste Domäne des Bauingenieurs ist. Die Architekten überlassen sie ihm sehr willig, und wir Ingenieure sind bereits zufrieden, wenn der Architekt auch in dieser Sparte ein Minimum an Verständnis aufweist, wenn wir auch genau wissen, dass in vielen Architekten irgendwo die Hoffnung schlummert, eines Tages werde ein Mittel gefunden, das die Statik überflüssig mache, gewissermassen ein Mittel gegen das Gleichgewicht.

Ich will den für die Architekten grausamen Gegenbeweis hier nicht antreten, sondern aus dem riesigen Stoffgebiet der Statik zunächst einen Begriff herausgreifen, der es verdient, dass man eine Weile über ihn nachdenkt. Es ist dies der Begriff der *Tragstruktur*, der in der Bautechnik allerdings verschiedene Bedeutungen hat. Wir wollen unter Tragstruktur das statische Verhalten der Tragkonstruktion im Zusammenhang mit ihrem Gefüge verstehen. Dieser Begriff gehört in das Gebiet der Statik und darf nicht mit demjenigen der Tragkonstruktion verwechselt werden. Um ihn anschaulich zu machen, wollen wir uns das zu untersuchende Bauwerk in seine einzelnen statisch-konstruktiven Bestandteile, z. B. Platten, Unterzüge, Scheiben, Stützen, Wände usw. aufgeteilt denken und den Weg der Kräfte vom Punkt ihres Auftretens bis zu den Fundamenten verfolgen. Am besten eignen sich dazu auseinandergezogene, axonometrische Darstellungen (Bild 2), in denen in erster Linie das qualitative Verhalten deutlich zum Ausdruck kommen sollte.

Der Bauingenieur ist nicht frei in der Wahl der Tragstruktur, sondern er muss sich weitgehend den Dispositionen des Architekten fügen. Diese sind für ihn Randbedingungen, die oft sehr weitreichende Konsequenzen haben. Will z. B. der Architekt bei einem Hochhaus das Eingangsgeschoss möglichst frei halten und duldet er demzufolge nur Einzelstützen, so sieht sich der Statiker vor die Aufgabe gestellt, die Kräfte der Obergeschosse (meistens Decken und Wände) auf möglichst wirtschaftliche Weise auf das Einzelstützensystem überzuführen. Dies kann durch Ausbilden eines Tragtisches (unter Umständen als Installationsgeschoss ausgebildet), eventuell durch Stahlbetonscheiben im ersten Obergeschoss oder auch dadurch geschehen, dass man das Stützensystem des Erdgeschosses in allen Obergeschossen übernimmt. Welche Lösung für den Einzelfall in Frage kommt, wird stets das Ergebnis eingehender Vergleiche sein.

Obne allzusehr in Vereinfachung zu verfallen, darf ausgesagt werden: Je einfacher und direkter der Kräfteverlauf und damit die Tragkonstruktion ist, desto sinnvoller und ökonomischer ist der Rohbau. Es ist ein Irrtum zu glauben, der Bauingenieur sei in erster Linie da, um die allerkühnsten Träume der Architekten hinsichtlich Gestaltung zu realisieren. Der Statiker soll den Architekten beraten und mit ihm zusammen eine befriedigende, ökonomische und sinnvolle Lösung suchen. Die Wünsche und Ansprüche der Architekten und Ingenieure an die Tragstruktur sind zu Beginn der Planung meist ziemlich verschieden. Beide Seiten müssen, um befriedigende Lösungen zu erzielen, gewichtige Konzessionen machen und sich im klaren sein, dass bei grossen Überbauungen die Tragstruktur eine wichtige, nicht vernachlässigbare Rolle spielt.

In der Statik, so werden Sie sicher denken, bleibt nicht nur immer alles in Ruhe, sondern auch beim alten. Und dennoch treten oft ganz neue Gesichtspunkte auf, nicht nur in der Art der Berechnung, sondern auch durch das Einführen neuer Belastungen. So werden die gegenwärtig in Überarbeitung begriffenen Normen des Schweizerischen und Ingenieur-Architekten-Vereins, die sich mit den Belastungsannahmen der Bauten befassen, erstmals Angaben über

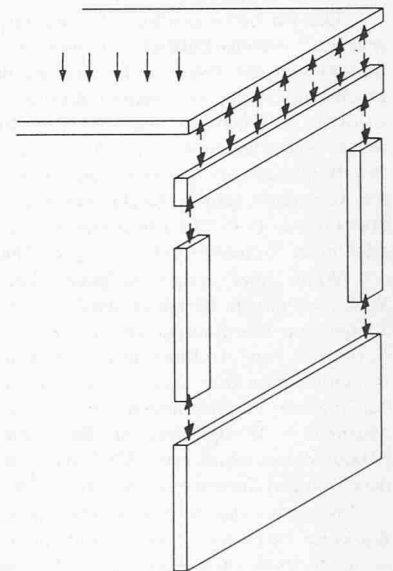


Bild 2.

Erdbebenwirkungen enthalten. Die Motivierung ist sehr einfach und durch die Verwendung neuer Baustoffe gegeben, deren stärkere Ausnutzung die Herstellung immer höherer Bauwerke ermöglicht, bei denen die durch Erdbeben ausgelösten Erschütterungen und Massenkkräfte kritisch werden. Da an jedem Ort der Schweiz mit kleinerer oder grösserer Wahrscheinlichkeit tektonische Beben auftreten können, betrachtete es die zuständige Normenkommission als gerechtfertigt, die Berechnung der Bauwerke auf Erdbebenerschütterung mit einer Intensität VII auf die ganze Schweiz auszudehnen. Die Intensität VII gemäss der Skala Rossi-Forel ist definiert durch folgende Auswirkungen: «Umstürzen von beweglichen Gegenständen, Ablösen von Gipsstücken aus der Decke und von den Wänden, Anschlagen von Kirchenglocken, allgemeiner Schrecken, noch keine grösseren Beschädigungen der Bauwerke». Eine Berechnung auf die grössere Intensität VIII oder gar auf Katastrophenbeben, deren Lage nicht vorausgesehen werden kann, ist aus volkswirtschaftlichen Überlegungen heraus nicht zu verantworten. Da noch nicht befriedigende Messergebnisse vorliegen, übernehmen die Schweizerischen Normen das für die Erdbebengebiete der Vereinigten Staaten entwickelte, einfache Bemessungsverfahren, das heute auch in andern Ländern Anwendung findet. Es besteht darin, dass man eine Anzahl horizontaler Kräfte einführt, die in allen Richtungen wirken können, deren Resultierende dem fünfzigsten Teil des gesamten Eigengewichtes oberhalb des zweiten Kellergeschosses entspricht und die ungefähr im oberen Drittelpunkt des Gebäudes angreift.

Diese sehr plausiblen und an und für sich harmlos wirkenden Erdbebenvorschriften werden eine sehr tiefgreifende Wirkung auf die Tragstruktur von hohen Gebäuden haben. Da die Ersatzkräfte, die zur Berechnung der Schnittkräfte infolge Erdbeben einzuführen sind, in allen Richtungen wirken können, sind unter den Hochhäusern hauptsächlich jene gefährdet, deren Tragwände mehrheitlich in einer Richtung angeordnet sind. Bei solchen ist nach meinen bisherigen Ermittlungen die Verwendung von Backsteinen, auch solchen der Sonderqualität, nur dann möglich, wenn quer zu diesen Schottwänden ausreichende Aussteifungselemente, z. B. betonierte Treppenhäuswände, angeordnet werden. Beiläufig sei erwähnt, dass bei Hochhäusern die Schnittkräfte infolge Erdbeben bedeutend grösser sind – Grössenordnung dreimal – als diejenigen unter den anzunehmenden Windlasten. Diese neuen Aspekte der Erdbebenwirkungen dürften in Zukunft zum ausgiebigen und gewichtigen Gesprächsstoff zwischen Architekt und Bauingenieur werden. Der Ingenieur sollte eine wichtige Aufgabe darin erblicken, den Architekten so über diese neu einzuführenden Belastungen zu orientieren, dass dieser die sinnvollen Konsequenzen bei der Konzeption der Tragstruktur ziehen wird.

Ein weiterer grosser Fragenkomplex, der zwischen Architekt und Bauingenieur besprochen werden muss, kann mit Bauausführung überschrieben werden und umfasst unter anderem die Gebiete: Qualität, Fertigstellungsgrad, Zeitbedarf und Netzplantechnik – Gebiete, in denen die Ansichten von Architekt und Bauingenieur aufeinander abgestimmt werden müssen. Die Zeit reicht leider nicht aus, um auf alle diese Teilgebiete einzutreten, ich glaube aber, dass die drei erstgenannten Begriffe – Qualität, Fertigstellungsgrad und Zeitbedarf – keiner weiteren Erklärungen bedürfen und möchte deshalb lediglich auf die *Netzplantechnik* eintreten.

Um das Ineinandergreifen der vielen Einzelvorgänge eines Bauvorhabens reibungslos ablaufen zu lassen, was bei grossen Siedlungsbauten von entscheidender Bedeutung ist, um Engpässe zu erkennen und zu vermeiden sowie die Bauzeiten und Kosten in Griff zu bekommen, wurde die Netzplantechnik, die ursprünglich in den Vereinigten Staaten für die Entwicklung und Förderung militärischer Projekte geschaffen wurde, für die Bedürfnisse des Bauwesens weiterentwickelt. Sie bietet den Auftraggebern sowie den Organen der Bauleitung Einblick in die Ablauf- und Terminplanung ihrer Vertragspartner und ermöglichen somit die Überwachung, Steuerung und Koordination aller Teilarbeiten zum Zwecke eines reibungslosen Bauablaufes.

Der Netzplan tritt an die Stelle des bisher angewendeten Balkendiagramms, das keine Auskünfte über die Zusammenhänge der einzelnen, dort aufgezeichneten Aktivitäten gibt. Die Vorteile dieser Netzplanungstechniken – CPM, PERT oder wie sie auch immer genannt werden – können nicht nur dem Bauunternehmer zugute kommen, sondern sie entsprechen auch den Belangen von Auftraggebern und Bauherrschaft, also den sogenannten externen Planungsstellen, die sich nicht um den Einsatz von Arbeitskräften, Maschinen und Geräten zu kümmern brauchen. In den Vereinigten Staaten sowie in England ist die Methode kaum noch umstritten und es kann

mit Bestimmtheit angenommen werden, dass sie sich auch bei uns durchsetzen wird. In den Vereinigten Staaten werden sehr oft Aufträge über Bauleistungen mit der Forderung verbunden, eine Netzplanung vorzulegen. In Europa wird die Methode mit Erfolg praktiziert; ihre Anwendung ist weit über das Anfangsstadium hinaus. Es dürfte deshalb bei der Planung und praktischen Ausführung grosser Siedlungen stets angebracht sein, sich dieses Hilfsmittels zu bedienen, wobei der mathematisch geschulte Bauingenieur einen massgebenden Beitrag leisten wird.

Eine für den späteren, bereits angedeuteten Optimierungsprozess entscheidende Frage ist die nach der *Bauweise* und allen mit ihr in engem Zusammenhang stehenden Probleme. Unter Bauweise soll hier die Art verstanden werden, mit welcher der tragende Teil des Rohbaus erstellt wird. Es ist heute üblich, die Einteilung in die konventionelle oder traditionelle Bauweise und in die vorfabrizierte Bauweise vorzunehmen. Diese Aufteilung, die sich bereits eingebürgert hat, ist insofern etwas irreführend, als fast alle traditionellen Bauweisen auch gewisse vorfabrizierte Elemente enthalten. Die wichtigsten Merkmale und Probleme dieser beiden Bauweisen, wie sie sich dem Bauingenieur bei der Projektierung jeder grossen Siedlung präsentieren, sollen im folgenden kurz geschildert werden.

Bei der Vorfabrikation werden die Bauelemente und Bauteile industriell in einer vom Einbauort getrennten Produktionswerkstätte hergestellt. Die nahezu nutzungsfertigen Teile werden ohne weitere Bearbeitung mit Hilfe von Anschlussmitteln in das Bauwerk eingefügt. Sehr wichtig ist, dass die Anzahl gleicher Elemente möglichst gross ist, mit anderen Worten, eine möglichst grosse Serie ist Bedingung für die sinnvolle Anwendung der Vorfabrikation.

In vielen Fällen können die Probleme der Verbindungen dermassen kompliziert und dominant werden, dass die Anwendung von vorfabrizierten Elementen in Frage gestellt wird. Mit der Erfindung des monolithischen Baustoffes Eisenbeton war das Problem der Verbindungen, wie es z. B. im Holz- und Stahlbau sehr ausgeprägt auftritt, mit einem Schlage dahingefallen. Dafür nahm man mit der Einführung des Eisenbetons gewisse unangenehme Eigenschaften wie hohes Gewicht und schlechte Wärmeisolierung in Kauf. Wenn man heute in der Vorfabrikation auf eine monolithische Bauweise verzichtet – verzichten muss –, die unangenehmen Eigenschaften aber weiterhin mitschleppt, so sollte dies nur dann geschehen, wenn technisch und statisch einwandfreie Verbindungen mit einem sinnvollen Aufwand hergestellt werden können, ansonsten man eindeutig gegen die elementaren Gesetze der Logik verstösst.

Die konventionelle oder traditionelle Bauweise umfasst ein viel breiteres Gebiet, das von der alten Backsteinbauweise mit Orts-Stahlbeton-Decken bis zu der hochmechanisierten Altbeton-Bauweise reicht. Dazwischen liegen all die Varianten mit auf der Baustelle vorfabrizierten Backsteinwänden, die als Ganzes versetzt werden, mit Rippendecken, die Fertigelemente enthalten usw. Andere Baustoffe wie Durisol, Leca-Beton usw. bereichern diese Bauweise, und auch der Holz- und Stahlbau werden, obschon sie sehr viele Elemente der Vorfabrikation enthalten, zu den traditionellen Bauweisen gerechnet.

Es ist nicht ganz einfach, eine eindeutig definierte Grenze zu ziehen zwischen traditioneller und vorfabrizierter Bauweise, da z. B. auch die Backsteine als Fertigelemente auf die Baustellen geliefert werden und die Verbindung durch den Fugenmörtel bewerkstelligt wird. Wenn wir aber beim Backstein nicht von Fertigbauweise sprechen, so deshalb, weil die Idee der Vorfabrikation bei dieser Anwendung nicht zu Ende gedacht ist.

Der Name «traditionelle Bauweise» mag dazu führen, dass in vielen Kreisen die Meinung herrscht, diese Methode wäre veraltet und nicht mehr rationell gestaltet. Dieser irrigen Meinung ist mit aller Entschiedenheit zu begegnen, denn das die traditionelle Bauweise betreibende Baugewerbe – obschon dem Wesen nach eher zum Konservativen neigend – hat alles erdenkliche Interesse, den Konkurrenzkampf mit Erfolg zu bestehen, und es kann dies nur durch eine intensive Rationalisierung seiner Vorgänge erreichen. Nicht die sture Vorfabrikation ist der Schlüssel zur Lösung der Bauprobleme unserer Zeit, sondern eine durchdachte Rationalisierung.

Die konventionelle Bauweise darf nicht verwechselt werden mit der zu Recht verpönten Mischbauweise, bei der für die gleichen Elemente, meistens vertikale Tragteile, nebeneinander verschiedene Materialien verwendet werden, z. B. Backsteinwände, betonierte Liftschächte und Fassadenstützen aus Stahl in ein und demselben Stockwerk. Das unterschiedliche elastische Verhalten der einzelnen

Baustoffe birgt dermassen grosse Gefahren in sich, dass eine solche Mischbauweise nicht oder nur mit den entsprechenden Vorsichtsmassnahmen angewendet werden sollte.

Leider wird sehr oft die Methode der Vorfabrikation mit vollkommen ungenügenden Kriterien mit der traditionellen Bauweise verglichen. Bereits in den untersten Klassen der Elementarschule wird gelehrt, dass man Äpfel nicht mit Birnen vergleichen darf, doch werden ähnliche Vergleiche angestellt, wenn die Frage nach der geeignetsten Bauweise gestellt wird. Sie wird dann meistens nur nach dem Kriterium «billigster Preis» beantwortet, und man lässt dabei völlig ausser acht, dass «billig» und «ökonomisch» zwei sehr verschiedene Begriffe sind.

Obschon in der Schweiz die Diskussion zwischen den Protagonisten der beiden Hauptbauweisen seit langem im Gang ist, kann, bei objektiver Betrachtung aus der Warte eines Nichtengagierten, keine eindeutige Entwicklungstendenz festgestellt werden. Es ist interessant, dass im Raume Genf gleichzeitig verschiedene grössere Wohnsiedlungen entstanden sind, die alle als durchwegs modern und rationell bezeichnet werden dürfen, bei denen man aber die verschiedensten Bauweisen feststellen kann.

Die Frage nach der sinnvollen und geeigneten Bauweise darf nicht gefühlsmässig und aufgrund vorgefasster Meinungen entschieden werden. Bei jeder Überbauung gelten andere Randbedingungen, der angestrebte Standard variiert, viele andere Kriterien müssen berücksichtigt werden und nicht zuletzt spielt auch die jeweilige Marktlage auf dem Bausektor eine entscheidende Rolle. Wenn z. B. vor drei Jahren für einen Kubikmeter Beton Preise bezahlt wurden, die zwischen 90 und 100 Franken lagen, und wenn heute die gleiche Betonmenge für weniger als 60 Franken offeriert wird, spielt dies bei der Auswahl der Bauweise eine ausschlaggebende Rolle. Auch bei der Lösung der hier auftretenden Probleme dürfte der Bauingenieur der engste Team-Gefährte des Architekten sein.

Wir haben soeben das Stichwort «Wohn-Standard» berührt, und dieses führt uns zu zwei Begriffen, die dem Architekten sehr wohl vertraut sein sollten: Wohn-Komfort und Bau-Physik. In der Praxis begegnen wir dem seltsamen Umstand, dass der mit diesbezüglichen Begriffen und entsprechenden Formeln wohl versehene Architekt in den Belangen der Bau-Physik oft hilflos dasteht, sich an den Bauingenieur wendet, der mit Formeln allerhand anzufangen weiss, dem aber die notwendigen Begriffe und Grundlagen fehlen. Wir befinden uns somit in einem Gebiet, wo beide Berufssparten aufeinander angewiesen sind und voneinander lernen können. Die Zeit reicht mir leider nicht, um tiefer in die Materie einzudringen, sowie sie leider auch nicht ausreicht, um den ebenfalls schon gestreiften Begriff der Ökonomie etwas besser in Griff zu bekommen, was weiter nicht schlimm ist, da dieses Problem vor kurzem in einer Antrittsvorlesung umfassend und glänzend behandelt wurde¹⁾.

Die Liste der Gebiete, die Gegenstand des Teamworks bei der Planung grosser Wohnsiedlungen sind, muss hier – unvollständig wie bereits erwähnt – abgebrochen werden. Die einzelnen Teilgebiete dürfen niemals unabhängig voneinander behandelt werden, sondern hier sollte nun der oft geforderte, sogenannte *Optimierungsprozess* einsetzen. Um die Frage abzuklären, ob dieser Begriff richtig gewählt sei, möchte ich Ihnen anhand eines Beispiels zeigen, wie in der Mathematik die linearen Optimierungsaufgaben formuliert werden. Die Aufgabe stammt aus einer Veröffentlichung von Collatz und Wetterling und ist dermassen instruktiv, dass ich sie ohne Änderungen übernommen habe: Auf einem sumpfigen Gelände, auf dem das Bauen höherer Häuser wegen der Fundamentierung sehr grosse Kosten verursacht, sollen x fünfstöckige und y zweistöckige Häuser gebaut werden; die Arbeitsleistung einer Person in einem Monat

¹⁾ «Ökonomie des Bauens» als Unterrichtsfach. Von W. Jaray. SBZ 1967, H. 39, S. 711.

Tabelle 1. Optimierung einer Wohnhaus-Bebauung

Stockwerk- anzahl	Kosten Fr.	Personen- monate	Boden- fläche m ²	Anzahl der Menschen pro Haus	Anzahl der Häuser
5	600 000	120	800	30	x
2	200 000	60	600	12	y
zur Verfügung stehen		18 000 000	4500	42 000	

werde als «Personenmonat» bezeichnet; die näheren Angaben sind wohl unmittelbar aus Tabelle 1 verständlich. Wie sind x und y zu wählen, damit insgesamt möglichst viele Menschen auf dem Baugelände wohnen können? Die Lösung ergibt 15 fünfstöckige und 45 zweistöckige Häuser, wobei 3000 m² Bodenfläche nicht bebaut werden.

Das Problem der linearen Optimierung besteht also, wenn wir verallgemeinern, darin, dass wir nach dem Maximum (eventuell Minimum) einer linearen Funktion Q der x_k (der Zielfunktion) fragen, wobei die x_k einem System von linearen Ungleichungen genügen. Im eben erwähnten Beispiel ist die Anzahl der Menschen die Zielfunktion, die maximal werden soll. Wie sehen nun die möglichen Zielfunktionen der Praxis aus? Wir werden kaum verlegen sein und z. B. verlangen, dass die Gesamtkosten einer Überbauung minimal werden sollen, oder wir können eine maximale Ökonomie der Gesamtüberbauung verlangen. Das schwierige Problem ist jedoch nicht die Wahl dieser Zielfunktion, sondern die Formulierung der Ungleichungen. Wie können wir zum Beispiel den Wohnkomfort oder die Trittschallisolation eines Materials in Zahlen, womöglich in Franken und Rappen ausdrücken?

Die Idee einer Optimierung ist bestechend, sie ist notwendig und richtig, ihre praktische Durchführbarkeit in der letzten Konsequenz aber kaum möglich. Es wäre demzufolge wohl eher angebracht, von einer vernünftigen Berücksichtigung aller Gegebenheiten zu sprechen, als das hochtrabende Wort Optimierungsprozess zu missbrauchen. Auch es verdankt wohl seine Entstehung dem bereits erwähnten mephistophelischen Zitat: «Wo Begriffe fehlen, da stellt ein Wort zur rechten Zeit sich ein».

Stellen wir zum Schluss noch die präzise Frage, ob die *Absolventen unserer Hochschule* – Architekten und Bauingenieure – für die Praxis so vorbereitet werden, dass sie den im Team an sie gestellten Anforderungen genügen können, so müssen wir, glaube ich, die Antworten etwas differenziert geben. Wenn dem Bauingenieur bisher in seinen Studienjahren nie Gelegenheit geboten wird, eine fundamentale, für seine Bedürfnisse und Anforderungen zugeschnittene Vorlesung über Architektur zu besuchen, so möchte ich für die Bauingenieurabteilung schon allein aus diesem Grunde ein grosses Fragezeichen setzen. Der Bauingenieur braucht eine sehr lange – zu lange – Zeit, bis er so weit ist, dass er die Sprache des Architekten versteht und als vollwertiges Glied in einem Team mitarbeiten kann. Was unsere Abteilung I anbetrifft, so bin ich überzeugt, dass alles daran gesetzt wird – nicht immer zur Freude der Studierenden –, dass eine saubere Grundlage für das Verständnis der Belange aller Spezialisten geschaffen wird. Es wird eine der vornehmsten Aufgaben der Architekturabteilung sein und bleiben, ihre Absolventen so auszubilden, dass diese weiterhin unbestritten die zentrale Stellung bei der Projektierung und Ausführung der Hochbauten einnehmen und ausüben können. Meine persönliche Aufgabe sehe ich darin, mitzuwirken, den Studierenden unserer Abteilung die Belange des Bauingenieurwesens so auseinanderzusetzen und näher zu bringen, dass sie sie – ohne in Konfliktsituationen zu geraten – in ihre Tätigkeit harmonisch und selbstverständlich integrieren können.

Adresse des Verfassers: Dr. Hans von Gunten, a.o. Professor für Baustatik und Konstruktion, 8006 Zürich, Leonhardstrasse 33.

Baumaschinenführer-Kurse an Grossgeräten

DK 374.5:624.002.5

Als Folge der zunehmenden Mechanisierung des Baugewerbes ist das Bedürfnis entstanden, für Baumaschinenführer, welche sich grösstenteils aus ungelernten Arbeitnehmern rekrutieren, Aus- und Weiterbildungsmöglichkeiten zu schaffen. Die Inbetriebnahme des vom Schweizerischen Baumeisterverband (SBV) in Sursee geplanten Ausbildungszentrums ist erst in etwa drei Jahren möglich. Um in der Zwischenzeit trotzdem Baumaschinenführer-Kurse durchführen und gleichzeitig Erfahrungen sammeln zu können, musste eine Übergangslösung gefunden werden. Der Geniewaffenplatz Bremgarten, auf dem in jeder Rekrutenschule ebenfalls Baumaschinenführer ausgebildet werden, konnte dank dem weitgehenden Entgegenkommen der Abteilung für Genie und Festungswesen und des Waffenplatzkommandanten dafür verwendet werden.

Aufgrund einer einzigen Ausschreibung der Kurse in «Hoch- und Tiefbau» haben sich 70 Kursteilnehmer angemeldet. Da für die ersten