



Bernd Hillemeier

Innovationen am Baustoffmarkt – Neue Baustoffe sichern das Bauen

(Vortrag in der Sitzung der Technikwissenschaftlichen Klasse
am 18. Oktober 1996)

In: Berichte und Abhandlungen / Berlin-Brandenburgische Akademie der Wissenschaften
(vormals Preußische Akademie der Wissenschaften) ; 4.1997, S. 23-39

Persistent Identifier: [urn:nbn:de:kobv:b4-opus-29690](https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:kobv:b4-opus-29690)

Die vorliegende Datei wird Ihnen von der Berlin-Brandenburgischen Akademie der Wissenschaften unter einer Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International (cc by-nc-sa 4.0) Licence zur Verfügung gestellt.



Bernd Hillemeier

Innovationen am Baustoffmarkt – Neue Baustoffe sichern das Bauen

(Vortrag in der Sitzung der Technikwissenschaftlichen Klasse am 18. Oktober 1996)

Einleitung

„Energie, Nahrungsmittel und Werkstoffe, wie die Menschen mit diesen drei Dingen in der Zukunft umgehen, wird ihr Schicksal und ihren Lebensstandard bestimmen.“ (Philip H. Abelson). Das gilt auch für Baustoffe, denkt man nur an gesicherte Arbeitsplätze. Die Bauwirtschaft beschäftigt in Deutschland etwa 3 Millionen Menschen. Sie ist der größte Wirtschaftszweig unserer Volkswirtschaft. Das jährliche Bauvolumen von etwa 570 Mrd. DM entspricht 16 % des Brutto-sozialprodukts (Hauptverband der Deutschen Bauindustrie, 1996).

Die Prognose besitzt ebenfalls Aktualität für die Wechselwirkung zwischen Mensch, Bauwerk und Umwelt, für den Konflikt zwischen gebauter Umwelt und Verlust von Natur. Im Jahr 1995 wird in Deutschland pro Minute eine Wohnung fertiggestellt, täglich werden 580 Millionen DM in den Wohnungsbau investiert, entsprechend der Hälfte der gesamten Bruttobauinvestitionen.

Werkstoffe nehmen eine Schlüsselposition in der Technologie des Bauens ein. Sie bestimmen Wirtschaftlichkeit, Bauzeit, Dauerhaftigkeit und Qualität von Bauwerken. Strategische Zielrichtung im Bauwesen ist deshalb die Forschung und die Weiterentwicklung der Baustoffe (Abb. 1).

1 Entwicklung der Werkstoffe

Historiker klassifizieren traditionell die Zeitalter der Menschheit nach den Materialien ihrer Zeit. Sieben Zeitalter, drei klassische und vier moderne, lassen sich demnach erkennen: die Steinzeit (100.000 v. Chr.), die Bronzezeit (3000 v. Chr.), die Eisenzeit (1000 v. Chr.), die Zementzeit (Null), die Stahlzeit (1800), die Siliciumzeit (1950) und die Zeit der Neuen Werkstoffe (1990) (Abb. 2).

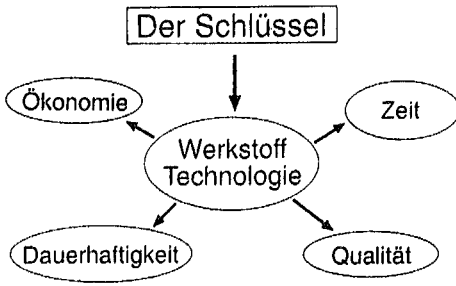


Abb. 1
Kriterien für Bauprozesse

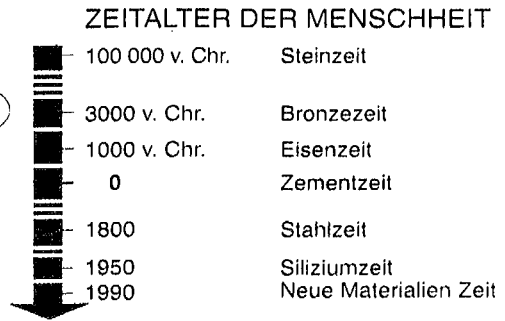


Abb. 2
Die Zeitalter der Menschheit

Weiterentwicklungen sind die Folge von Durchbruchinnovationen oder Erneuerungsinnovationen, von Revolution oder Evolution. Die Materialzeitalter stellen Revolutionen dar.

Die Neuerungen und ihre Verbreitung vollziehen sich in immer kürzeren Zeitabständen. Die sieben Zeitalter veranschaulichen die kürzer werdenden Zyklen: die industrielle Revolution benötigte 100 Jahre für ihre weltweite Verbreitung, die Siliziumtechnologie brauchte nur noch zehn Jahre, um von den USA nach Japan zu gelangen, das durch staatliche Förderprogramme die Weiterentwicklung beschleunigte. Für alle anderen Länder ist der Vorsprung uneinholbar. Wer heute bei Neuentwicklungen den Start verpaßt, sollte das Rennen aufgeben. Bei der Anwendung der Robotertechnik im Bauwesen steht Deutschland jetzt an einer solchen Schwelle der Entscheidung.

Die immer kürzer werdenden Zyklen zwischen den neuen Technologien bergen aber die Gefahr, daß nicht genügend Zeit für ihre Erprobung zur Verfügung steht. Mit Bauen assoziierten wir immer Sicherheit und Beständigkeit. Das Bauwesen erfüllte diese Forderung, indem es bewährte Konstruktionsprinzipien beibehielt und die Qualitätsforderungen an den Werkstoff dem Stand der wissenschaftlichen Erkenntnis und praktischen Erfahrung anpaßte. Die Bauordnungen verankern dieses Prinzip. Die Zulassungsgremien der Bauaufsicht werden Entscheidungen mit Zugeständnissen an die Sicherheit immer schneller treffen müssen. Hier haben wir einen Zielkonflikt, der nur gemeinsam von der Praxis und der Wissenschaft gelöst werden kann.

2 Traditionsbaustoffe – Massenbaustoffe

Große Bauvolumen verlangen nach Massenbaustoffen. Die Masse an *Beton*, die jährlich in hochentwickelten Staaten wie Deutschland verbaut wird, läßt sich mit einer Merkmahl darstellen. Die Zahl ist: 1,3 m³ Beton pro Einwohner und Jahr (Abb. 3).

Im Stahlbeton nimmt der Beton die Druckkräfte und der Massenbaustoff Stahl die Zugkräfte auf. Bei dem Messeturm in Frankfurt, dem mit 256,5 m höchsten Bürohaus Europas, wurden in die 60 m mal 60 m große und bis zu 6 m dicke Gründungsplatte 2.500 t Stahl eingebaut. Die Menge ergäbe in Eisenbahnschienen eine Länge von 50 km. Die aktuellen Bauvorhaben in Berlin werden neue Rekorde aufstellen.

In Deutschland ist fast 30 % der Bodenfläche mit Wäldern bedeckt. Über 600.000 Arbeitsplätze hängen vom nachwachsenden Rohstoff *Holz* und seiner Nutzung ab. Durch Umweltschutz wird die Waldfläche sorgsam gehütet, so daß in deutschen Wäldern nach dem vor 200 Jahren eingeführten Prinzip der Nachhaltigkeit nur soviel Holz genutzt wird, wie laufend nachwächst.¹ Für kontinuierlichen Nach-

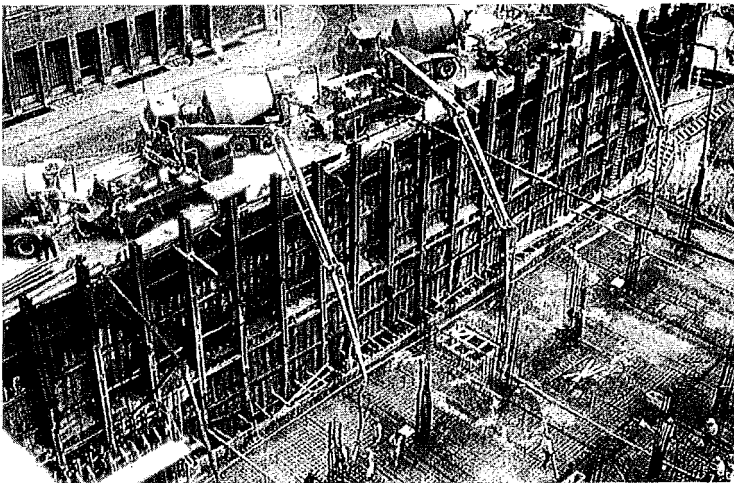


Abb. 3
Der Einbau von Transportbeton als Pumpbeton

¹ Sustainable development – nachhaltige Entwicklung; der Begriff für behutsamen Umgang mit unserer Welt stammt aus der Forstwirtschaft.

schub ist gesorgt. Holz ist ein sympathischer Werkstoff, der an Bedeutung gewinnt und innovative Lösungen für Verbindungstechniken und Dauerhaftigkeit sucht. Auf die traditionellen *Massenbaustoffe* Beton, Stahlbeton, Stahl, Holz und Mauerwerk kann auch in Zukunft nicht verzichtet werden. Kunststoffe werden im konstruktiven Ingenieurbau aus Kostengründen und wegen teilweise fehlender technologischer Eignung nur in Verbindung mit anderen Werkstoffen, z. B. als Beschichtungen oder Fasern, eine Rolle spielen. Dagegen ist ihre Bedeutung für den Innenausbau auch künftig unbestritten.

3 Neue Baustoffe

Verbundbaustoffe vereinigen in sich in idealer Weise die Vorzugseigenschaften verschiedener Baustoffe. So entstehen Baustoffe, die gleichzeitig steif und duktil, wasserdicht und wärmedämmend oder hochfest und leicht sind (Abb. 4).

Verbundkonstruktionen aus Stahl und Beton sind seit langer Zeit, z. B. als Verbundträger, entwickelt und erprobt. Neuere Untersuchungen zeigen, daß die Feuerwiderstandsdauer betonummantelter oder -gefüllter Stahlbauteile wesentlich ge-

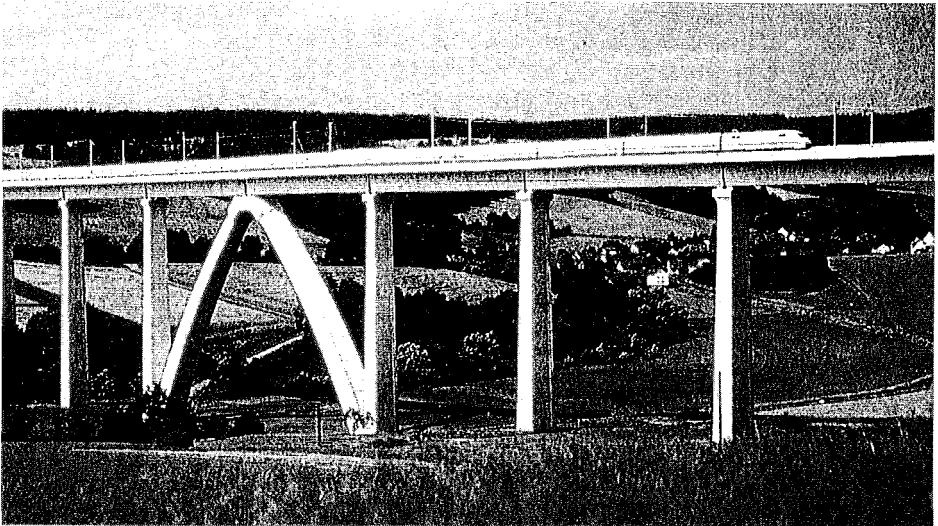


Abb. 4

Hochleistungsbaustoff Beton:

Die Rombachtalbrücke bei Schlitz auf der Neubaustrecke Hannover – Würzburg

steigert werden kann. In diesem Bereich sind noch konstruktive Weiterentwicklungen notwendig, Werkstoffprobleme sind zu lösen, Verbindungstechniken zu entwickeln.

Hochgezüchtete „intelligente“ Werkstoffe leiten neue revolutionäre Entwicklungen ein. Schier unendliche Werkstoffvariationen werden denkbar, wenn man Nanopartikel aus Metallen oder nichtmetallisch-anorganischen Stoffen erzeugt und sie in andere Materialien einbettet. Dann entstehen *Nanokomposite*. Die Grenzen zwischen den klassischen Werkstoffen Glas und Keramik, Kunststoff und Metall zerfließen. Bereits anwendungsreife, hauchdünne, unsichtbare Beschichtungen machen empfindliche Aluminiumoberflächen korrosions- und kratzfest. Damit veredelte Glas- oder Kunststoffscheiben beschlagen nicht mehr.

Smart materials, adaptive Materialien, haben keine festen Eigenschaften mehr, sondern variieren diese selbsttätig aufgrund äußerer Einflüsse. Die sich selbst abdunkelnden Gläser sind ein Beispiel dafür.

Die Schlüsselwerkstoffe für den künftigen technischen Fortschritt gibt es nicht mehr zu kaufen: Metalle, Glas oder Kunststoff entwickelt man direkt mit dem Produkt (Schmidt, INM).

Fundamentale Theorien versuchen, makroskopische Eigenschaften aus mikroskopischen Strukturen und Wechselwirkungen vorauszusagen. Für alle physikalischen Systeme gilt, daß die makroskopischen Eigenschaften und das Verhalten der Werkstoffe durch die Struktur und die Wechselwirkungen auf mikroskopischem Gebiet bestimmt werden.

Für den am weitesten verbreiteten Baustoff Beton sollen Entwicklung und Tendenzen aufgezeigt werden.

3.1 Beton, ein Begriff

Die Elemente modernen Stahlbetons sind überall gegenwärtig. Beton assoziiert Widerstandsfähigkeit und Langlebigkeit. Jedes „Ja“ ruft aber auch ein „Nein“ hervor: Dauerhaftigkeit kann bedrückend sein, wenn Wandel und Wechsel das Denken und Tun beherrschen.

Zubetonierte Welt, der häufig zitierte Begriff drückt Angst vor dem Verlust von Natur aus. Beton ist zum Synonym ungeschlachter, monumental wirkender, mißliebiger Architektur geworden. In fast jede geometrische Form läßt sich das Gemenge aus Kies, Wasser und Zement, verstärkt durch Stahl, bringen. Oft geriet die flexible Bauweise in unternehmerische Hände, die ihr nicht gewachsen waren. Hier gilt es, zu reparieren und Baufehler nicht zu wiederholen. Die Geschichte der modernen Architektur – zugleich die Konstruktions- und Gestaltungsge-

schichte des Betons – zeigt aber, daß es an diesem Werkstoff mehr zu bewundern als zu kritisieren gibt.

3.2 Beton, steinalt und modern

Beton ist, wie man weiß, ein steinaltes Material. Die Römer haben es verwendet, Vitruv hat es beschrieben. Sein Aufbau aus drei Volumenteilen Kies und einem Volumenteil Bindemittel scheint naturgegeben. Nagelfluh ist Naturbeton aus Gneis, Granit oder Amphibolit-Geröll, eingebettet in Kalkstein. Die Schwelle des Löwentors in Mykene ist aus diesem Material gebaut, fest und dauerhaft.

Durch das Tor fahrende Wagen haben darin ihre Fahrspuren hinterlassen. Die Oberfläche glänzt wie poliert – noch nach mehr als 3.000 Jahren (Abb. 5).

Der Beton war es auch, der Impulse für die Weiterentwicklung zunächst noch konkurrierender Werkstoffe gab. Hochfeste Stahldrähte stehen heute zur Verfügung,



Abb. 5

Das Löwentor in Mykene.

Die Schwelle aus dem Naturbeton Nagelfluh glänzt wie poliert noch nach mehr als 3.000 Jahren

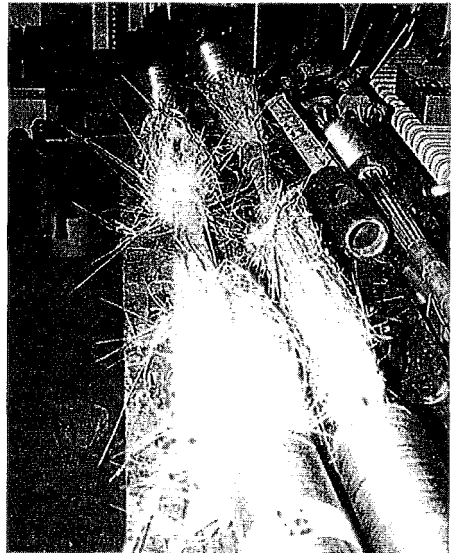


Abb. 6

Glasfaserspannglied
im Bruchversuch

die dank der Vorspannung wirtschaftliche Bauverfahren wie Freivorbau und Taktschieben ermöglichen.

Beton inspiriert: man ersetzt beispielsweise neuerdings korrosionsanfälligen Spannstahl durch Spannglieder aus Glasfaserverbundwerkstoff. Erste Brücken dieser neuen Bauweise entstanden in Düsseldorf und Berlin (Abb. 6).

Beton ist Massenbaustoff und Hochleistungswerkstoff zugleich. An der Gestaltung seiner Zukunft ist nicht nur das Bauwesen interessiert. Wer Neuerungen für Beton entwickelt, kann sich großer Absatzmengen sicher sein. Mit Beton kann praktisch jedermann umgehen – er ist preiswert, leicht verfügbar, einfach herstellbar und ungefährlich im Umgang.

Faszinierend bleibt, wie aus flüssigem Beton innerhalb kurzer Zeit harter Stein wird. So arbeiten wir mit diesem Wunderwerkstoff spielerisch und kreativ im Unterricht und technologisch-industriell bei Bauaufgaben für eine moderne Industriegesellschaft.

Ein bekanntes Beispiel ist der Messturm von Helmut Jahn in Frankfurt. Er ist das erste Projekt einer neuen Generation von Hochhäusern in Europa. Seine gläserne Spitze liegt 256,50 Meter über der Fußgängerebene des Messegeländes (Abb. 7).

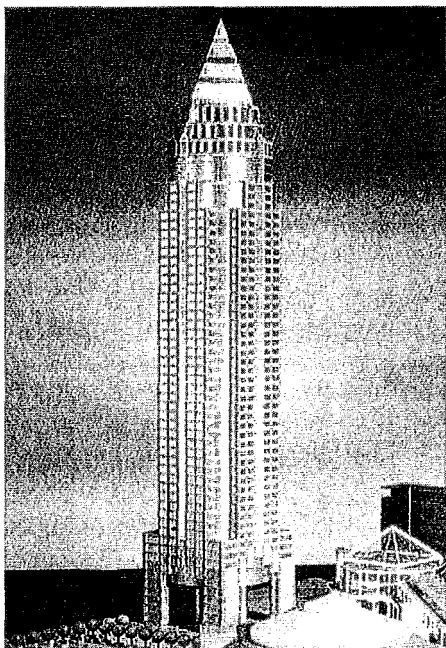


Abb. 7
Der Messturm in Frankfurt (Main)

Die sehr kurze Zeit von 37 Monaten für die Gesamtabwicklung des schlüsselfertigen Gebäudes verlangte ungewöhnliche technische und organisatorische Maßnahmen. Der Turm wuchs in jeder Woche um zwei Geschosse. Während im oberen Teil noch der Beton floß, wurde unten schon die Fassade montiert und der Innenausbau begonnen. Die ersten Geschosse wurden vermietet, während oben noch gearbeitet wurde.

3.3 Innovation durch Kooperation: Fließbeton

Der Einbau von Beton mit großen Betonierkolonnen ist Vergangenheit. Die chemische Industrie hat den Fließbeton ermöglicht. Beim Messeturm in Frankfurt liefen 17.000 m³ Fließbeton in drei Tagen und drei Nächten in einem Zug in das mächtige Fundament. Vier Pumpstationen wurden gleichzeitig von den anrollenden Transportbetonfahrzeugen bedient. Sechs Transportbetonwerke und alle Transportbetonfahrzeuge des Großraums Frankfurt waren ausschließlich für diese Betonieraufgabe im Einsatz. Aneinandergereiht hätten sie eine Schlange von 30 km Länge gebildet.

4 Umwelt- und Ressourcenschonung

Die Bewahrung der natürlichen Ressourcen ist eine Orientierungslinie der Industrie. Ökologisches Handeln geht über isolierte Maßnahmen hinaus und bezieht die Bereiche Stoffe, Energie, Emission, Abgas und Abwasser sowie deren Wechselwirkungen ein. Maßnahmen der Vermeidung und verbesserten Entsorgung zielen dabei sowohl auf die Produkte als auch auf die Prozesse. „Responsible Care“ und „Sustainable Development“ (etwa „nachhaltige Entwicklung“) werden so zu unternehmens- und forschungsbezogenen Umschreibungen der Umweltverantwortung.

4.1 Beton im Umweltschutz

In bezug auf das Sicherheitskonzept technischer Anlagen, wie es im Wasserhaushaltsgesetz (WHG), dem Gesetz über die Vermeidung und Entsorgung von Abfällen (AbfG) und der TA Abfall angesprochen ist, ist wiederum Beton der geeignete Baustoff. Gemeint ist der unbeschichtete Beton. Die Technik befaßt sich mit der Sicherheit von Betonkonstruktionen bei technischen Anlagen im Umgang mit umweltgefährdenden Stoffen. Die Forschungsziele sind Dichtigkeit, Dauerhaftigkeit und geringe Rißanfälligkeit.

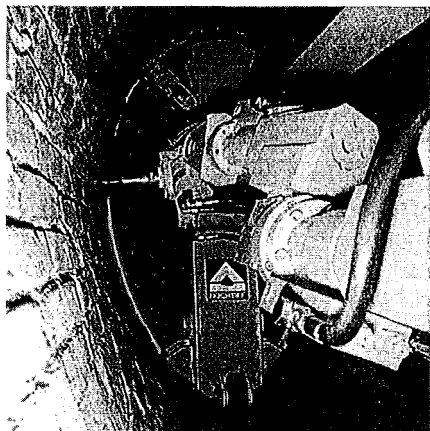


Abb. 8

Resistenter Fugenmörtel und Robotereinbau



Abb. 9

Stahlfaserbeton – Bruchzustand

Ein spezielles Problem ist die Bedrohung von Boden und Grundwasser durch schadhafte Abwasserkanäle, das aber durch neuartige, zementgebundene Baustoffe gelöst wird. Die Arbeiten in den Abwassersammlern müssen von Robotern durchgeführt werden (Abb. 8).

4.2 Faserverbundwerkstoffe

Faserverbundwerkstoffe können hohe Anforderungen an mechanische und thermische Eigenschaften bei gleichzeitiger Gewichtsreduzierung erfüllen (Abb. 9). Die Weiterentwicklung und Nutzung derartiger Werkstoffe verweist auf Fortschritte im Bereich der Verfahrens- und Fertigungstechniken zu ihrer Gewinnung, Bearbeitung und Wiederverwertung.

Stahlfasern verbessern nahezu sämtliche Eigenschaften des Betons. Besonders wird die Duktilität gesteigert. Der Beton wird unempfindlicher gegen Risse. Bodenplatten in Fabrikationshallen oder die Betonplatten der Flugpisten werden inzwischen dünner und ohne schlaffe Bewehrung mit weniger als 50 kg Fasern pro Kubikmeter Beton hergestellt.

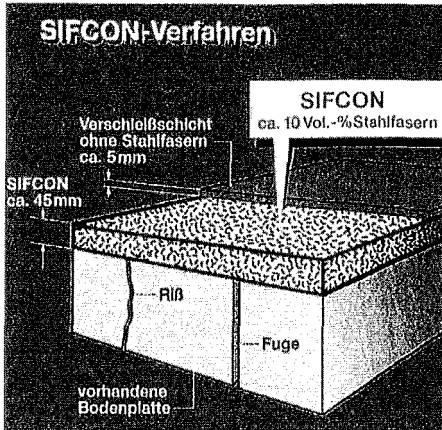


Abb. 10
SIFCON-Verfahren



Abb. 11
SIFCON-Einbau (Philipp Holzmann AG)

SIFCON (slurry-infiltrated-fibre-concrete) stellt ein Extrem der Fasereinmischung in Beton dar (Abb. 10 und 11). Etwa 10 V-% Fasern werden vorgepackt und anschließend mit Zementleim injiziert. Hochfeste, hochdichte und bruchfeste Betonschichten daraus dienen dem Umweltschutz, der Dauerhaftigkeit und der Gebrauchstauglichkeit von Bauwerken.

4.3 Resistenter Beton

Forschung und Entwicklung ermöglichten immer schlankere Beton und Stahlbetonkonstruktionen bei gesteigerter Sicherheit. Ein besonderes Beispiel dafür sind Naturzugkühltürme (Abb. 12). Ihre Wanddicke beträgt bei Höhen von bis zu 165 m im Mittel nur etwa 16 cm. Ein Naturzugkühlturm ist damit vergleichsweise nicht dicker als die Schale eines Eies.

Die Beanspruchung der dünnen Schalen der Naturzugkühltürme ist durch ihre große spezifische Oberfläche gegenüber anderen Stahlbetonbauwerken besonders hoch. Zu den allgemeinen Belastungen aus der Atmosphäre kommen die Einflüsse aus Kühlturmschwaden mit ihren geringen Härtegraden, aus Algenbewuchs und Mikroorganismen, aus stark schwankenden Temperaturen, Frosteinwirkung und besonderer Windbelastung.

Zu den normalen Beanspruchungen kommen weitere hinzu: In Kohlekraftwerken werden die Rauchgase in Wäschern weitgehend gereinigt und dann über Kühltürme abgeleitet. Für den damit verbundenen sauren Angriff muß Beton wider-

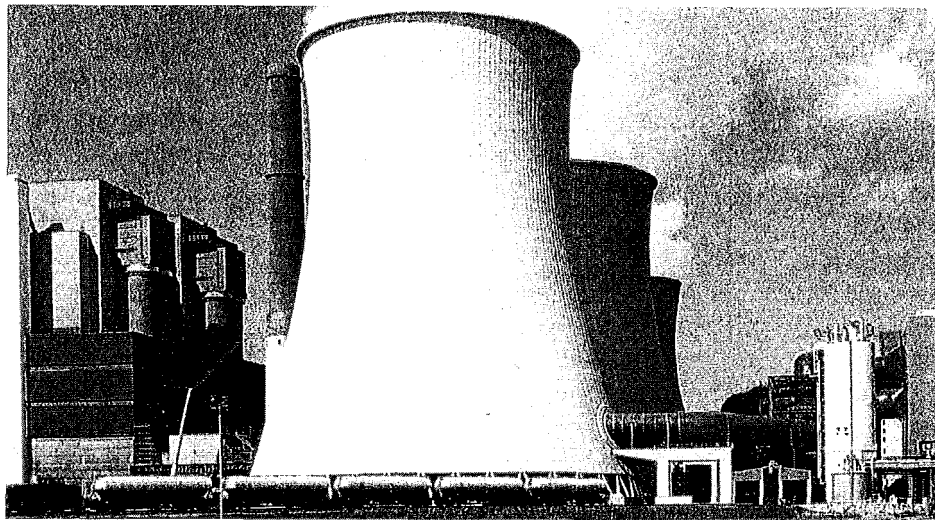


Abb. 12
Kühltürme mit hohen Anforderungen an Dauerhaftigkeit

standsfähig gemacht werden. Die Betontechnologie ermöglicht das. Wo sorglos gearbeitet wurde, kann Beton mit Kunstharzbeschichtungen in geeigneter Weise nachträglich geschützt werden. Ziel ist aber – wie bei Bauwerken des Umweltschutzes – ein von Natur aus dichter und widerstandsfähiger Beton.

4.4 Hochleistungsbeton

Hochleistungsbetone sind extrem dicht und hochfest. Heute ist noch über 80 % allen Betons Beton der Festigkeitsklasse B 25 mit einer charakteristischen Druckfestigkeit von 25 N/mm^2 . Die Norm DIN 1045 endete mit ihren Festigkeitsklassen bei B 55. Seit kurzem wurde sie erweitert bis auf B 95 und mit Zustimmung im Einzelfall bis auf B 115. B 200 wird demnächst auch auf Baustellen hergestellt werden können. Pulverbetone bis B 800 befinden sich im Experimentierstadium. Es ist nicht mehr die Festigkeit, die uns heute Grenzen setzt, vielmehr ist es das Erreichen der benötigten Verarbeitbarkeit und Verarbeitungszeit (Abb. 13, 14, 15).

HPC INTERNATIONAL

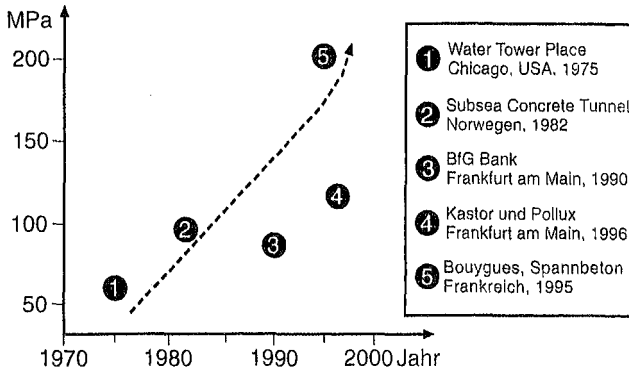


Abb. 13

High Performance Concrete (HPC), Hochleistungsbeton:
Herausragende Bauvorhaben für hochfesten Beton

Zement PZ 45 F		470 kg/m ³
Silica - Trockenmasse		35 kg/m ³
Flugasche		120 kg/m ³
Mainsand	0/2 mm	539 kg/m ³
	2/5 mm	468 kg/m ³
Basaltsplitt	11/16 mm	786 kg/m ³
Wassergehalt		120 l/m ³
Fließmittel	max.	38 l/m ³

Abb. 14

Hochfester Beton B 115,
Rezeptur Hochtief

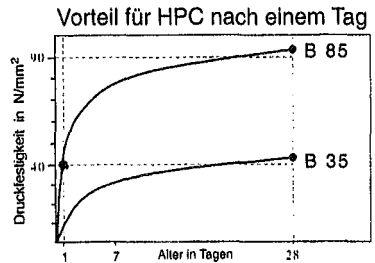


Abb. 15

Vorteile für HPC nach einem Tag:
Er hat die Eigenschaften eines 28 Tage
alten Betons B 35. Die Baufeuchte ist
reduziert. Nachbehandlungen und
Ausschalen behindern nicht mehr
die Wirtschaftlichkeit

Nur wenige Grundprinzipien müssen erkannt und beherrscht werden, um die vielen Qualitätsforderungen an den Idealbaustoff Beton sicher erfüllen zu können. Die Grenzen des Betons ergeben sich nur aus den Grenzen unserer Phantasie. Forschungsziel ist heute, die Dichtheit des Betons zu erhöhen. Die Verwendung von Flugaschen aus der Kohleverbrennung dient der Wassereinsparung, der besseren Verdichtungswilligkeit und der dichteren Packung im Feinteilbereich des Betons.

Im Feinstteilbereich unter $3\ \mu\text{m}$ führt die Praxis für das Ausfüllen der Hohlräume zwischen den Zementkörnern neuartige Stoffe ein: Silicafume, eine Größenordnung kleiner als Zement. Silicafume besitzt eine spezifische Oberfläche von etwa $25\ \text{m}^2/\text{g}$ und ist damit um eine Größenordnung feiner als Zement oder Flugasche. Wegen der außerordentlich reaktionsfähigen Feinstruktur ordnet man Silicafume den künstlichen Puzzolanen zu, die zusammen mit dem vom Zement gebildeten Kalziumhydroxid zu Kalziumsilikathydraten reagieren und hochfesten Zementstein bilden.

Noch eine Größenordnung kleiner als Silicafume ist synthetische Fällungskieselsäure. Sie besitzt die außerordentlich große Oberfläche von etwa $200\ \text{m}^2/\text{g}$. Bei dem neuartigen SiO_2 -Naßspritzbeton findet Fällungskieselsäure eine außergewöhnliche Anwendung [2] (Abb. 16).



Abb. 16
 SiO_2 -Naßspritzbeton

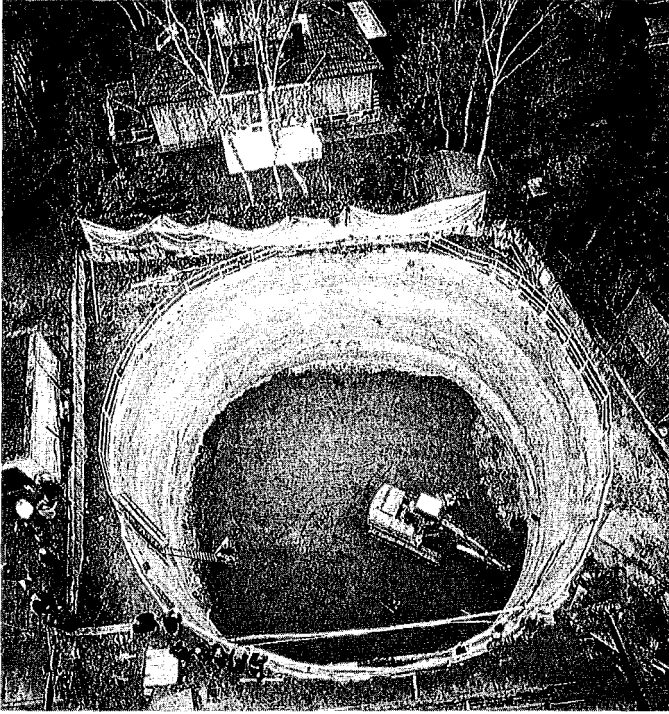


Abb. 17

SiO_2 -Naßspritzbeton bei der wirtschaftlichen Herstellung von Schachtbaugruben (Hochtief)

SiO_2 -Spritzbeton verzichtet weitgehend auf chemisch wirkende Beschleuniger. Ein neuartiges Dosiergerät bringt das pulverförmige Siliziumdioxid zusammen mit der Treibluft gleichmäßig in den Naßspritzbeton ein (Abb. 17).

Superverflüssiger auf der Basis von Melamin Sulfonsäure-Formaldehyd-Kondensat sind für Silicafume besonders geeignet. Wasserzementwerte unter 0,3 werden erreicht. W/z-Werte hinunter bis zu 0,13 werden in Norwegen erstmalig bei hochverschleißfesten, Spike-beanspruchten Straßenbelägen verwendet.

4.5 Qualitätssicherung

Qualitätssicherung bedeutet Strategie zur Fehlervermeidung, bedeutet nicht, die Zahl der Kontrollen zu erhöhen, sondern die Zahl der Mitdenkenden. Im Bauwesen tun wir uns schwer, die neue Denkrichtung sinnvoll für Kosteneinsparung und

Imageverbesserung zu nutzen. Qualität wird heute noch allgemein als technische Aufgabe gesehen und nicht als Funktion der Unternehmensführung. Der Planung kommt gegenüber der Ausführung immer die größere Bedeutung zu. Eine Anleitung zum systematischen Handeln in diesem Sinn ist in den Normen EN 29000 bis 29004 gegeben.

Das spezifische QS-System ist um so wirksamer, je besser es den Mitarbeiter als Mittelpunkt aller Aktivitäten sieht; er wird in speziellem Maße geschult. Er profitiert selbst von seinen Lernfortschritten und Erfolgserlebnissen und wird so gestärkt für mehr Verantwortung in einer Arbeit, die hohen Qualitätsforderungen entspricht.

Die Anwendung moderner Qualitätsmanagementprinzipien verlangt – wie alle technologischen Prozesse – nach Weiterentwicklung. Qualitätskontrolle wirkt innerbetrieblich straffend. Sie erreicht schnörkellose Arbeitsabläufe, deckt Fehler frühzeitig auf, wirkt nachhaltig gegen Pfusch und spart so Kosten. Sie bringt aber keine Innovation von sich heraus. Geistesblitze entstehen bekannterweise nicht durch Absicherungen und Reglementierungen, sondern durch das freie Spiel der Phantasie. „Niemals hätte es ein Programm ‘first man on the moon’ gegeben, hätte man nur die Controller arbeiten lassen.“ (R. Mecklinger, Fichtel & Sachs). Engpässe ergeben sich noch durch nicht genug entwickelte Qualitätsverbesserungssysteme. Die Streuungen der Materialparameter müssen reduziert werden. Die Schulung der Mitarbeiter in Planung, Entwicklung und auf der Baustelle ist zu optimieren. Eine weitsichtige Forschungspolitik entscheidet darüber, ob Deutschland die neuen Werkstoffe einmal exportieren kann oder importieren muß.

5 Innovation und Umwelt: Leitbilder künftiger industrieller Produktion

Ein Vergleich aktueller Prognoseergebnisse zwischen Deutschland und Japan zeigt eine weitgehende Übereinstimmung in bezug auf Technologiethemata und Zeiträume der Realisierung. Die gezeigten Technologiefelder sind gleichzeitig als Anwendungsfelder und Forschungsfelder zu begreifen.

Komplexes Materialverhalten zu erfassen, ist das Ziel in der Forschung und auch bei praktischen Bauaufgaben. Die Realität ist grundsätzlich nichtlinear, besonders bei Annäherung an Grenzbeanspruchungszustände. Stahlbeton in gerissenem Zustand, Druckbehälter aus Stahl unter hohen Temperaturen, Baugrund, Konsolidierungsprobleme wassergesättigter Tonböden können nicht mehr mit den klassischen Stoffgesetzen berechnet werden. Nicht nur Strömungen, Konvektionen, Diffusion durch poröse Körper, sondern auch Schadstofftransporte in Bauteilen und Schädigungsvorgänge sind physikalisch genauer in Stoffgesetzen zu erfassen. [5]

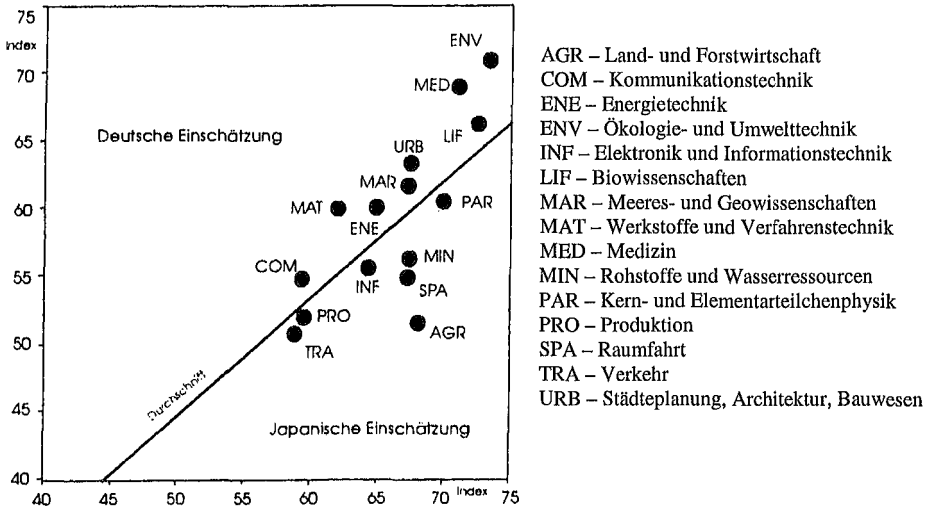


Abb. 18

Einschätzung der zukünftigen Wichtigkeit von Technologiefeldern
 (Basis: Vergleich des japanischen und deutschen Delphi-Berichts,
 Quelle: ISI/NISTEP 1994)

Sowohl Stoffparameter als auch die Stoffgesetze sollen modellmäßig immer besser beschrieben und genauer an Versuchsergebnisse angepaßt werden. Man steht bei den Schädigungs- und Dauerbeständigkeitskriterien noch relativ am Anfang (Abb. 18).

6 Ausblick

Die schnelle Umsetzung von Forschungsergebnissen in neue Produkte und Verfahren ist Voraussetzung für die Wettbewerbsfähigkeit innovativer Unternehmen. Die Universität hat dabei die „Bringschuld“, die Industrie die „Holschuld“. Deshalb sollen in Berlin besonders fortschrittlichen Unternehmen des Mittelstands Einblick in unsere Labore gegeben und neueste Produktentwicklungen theoretisch und im Versuch vorgestellt werden. Die Prototypen und Lösungen sollen bewertbar dargestellt werden. Die Universität braucht das Unternehmen, um die Forschungsergebnisse gemeinsam in marktreife Produkte umzusetzen.

Wer mit einem innovativen Produkt hohe Produktionszahlen und hohe Verkaufserlöse erreichen will, wird auf dem Weltmarkt antreten müssen. Wer die Prognosen des Wirtschaftswachstums in der Welt kennt (zuerst kommen – weit vor Westeuropa und Amerika – die asiatischen Nationen), der weiß auch: Man kann nicht mehr nur national oder EU-weit denken. Der globale Wettbewerb ist eine große Herausforderung und wird auch dadurch entschieden, wie man sich international darstellt. Einen wichtigen Faktor für das eigene Unternehmen stellt die internationale Ausrichtung dar.

Es kann also von einer zunehmenden Dezentralisierung der betrieblichen Leistungserstellung ausgegangen werden, und zwar sowohl hinsichtlich der inneren Strukturierung als auch in bezug auf die geographische, also weltweite Verteilung der Arbeit. Forschung und Produktion kann bereits heute an jedem Punkt der Welt in gleicher Qualität stattfinden. Voraussetzung hierfür ist das Vorhandensein von Energie und qualifiziertem Personal. Die Produktion wird sich künftig aber dorthin verlagern, wo auch der Bedarf, der Markt ist. [6]

Welche neuen Ideen in den nächsten 25 Jahren unsere Bauingenieur-Modelle bestimmen werden, weiß man nicht. „Man kann nicht in die Zukunft schauen. Aber man kann den Grundstein für etwas Zukünftiges legen. Denn Zukunft kann man bauen“ (Antoine de St. Exupéry).

Quellenhinweise

- [1] Humphreys, C. J. in Briggs et. al.: The science of new materials. Oxford: Blackwell Publishers, 1992.
- [2] Pohl, R., Deuse, T., B. Hillemeier : Neues Naßspritzbetonverfahren – Synthetisches amorphes Siliziumdioxid als Zusatzstoff. In: Beton, 40 (1990), Nr. 2.
- [3] Spur, G. et al.: Bericht der interdisziplinären Arbeitsgruppe „Optionen zukünftiger industrieller Produktionssysteme“. In: Jahrbuch 1994 der Berlin-Brandenburgischen Akademie der Wissenschaften, S. 367-388.
- [4] Zukunftsaufgaben in der Bauforschung. Prioritäre Forschungs- und Entwicklungsaufgaben zur Innovationsbeschleunigung im Bauwesen. Der Bundesminister für Forschung und Technologie, Bonn. Düsseldorf: Beton-Verlag, 1981.
- [5] Duddeck, H.: Entwicklung der Berechnungsmodelle des Bauingenieurs: Woher? Wohin? In: Bautechnik, 70 (1993), Heft 11.
- [6] Spur, G.: Innovation, Arbeit und Umwelt – Leitbilder künftiger industrieller Produktion. Projektbericht der Berlin-Brandenburgischen Akademie der Wissenschaften, Berlin 1995.