



Bayerische  
Ingenieurekammer-Bau

Körperschaft des öffentlichen Rechts



# Von der Ingenieurkunst beim Bauen

Dipl.-Ing. Victor Schmitt

## Nachhaltige Nutzung natürlicher Ressourcen

Prof. Dr.-Ing. Drs. h.c. Peter Wilderer

Reden zum 18. Bayerischen  
Ingenieuretag 2010  
»Kräfte bündeln–Chancen und  
Perspektiven für Ingenieure  
im Bauwesen« der Bayerischen  
Ingenieurekammer-Bau  
am 22. Januar 2010 in München

Dipl.-Ing. Victor Schmitt

- 5 Von der Ingenieurkunst  
beim Bauen

Prof. Dr.-Ing. Drs. h. c. Peter Wilderer

- 23 Nachhaltige Nutzung  
natürlicher Ressourcen:  
Verantwortung übernehmen,  
Chancen nutzen,  
Perspektiven eröffnen



Dipl.-Ing. Victor Schmitt

## Von der Ingenieurkunst beim Bauen

### **Sehr geehrte Damen und Herren,**

im Herbst des letzten Jahres erhielt ich von der Geschäftsführung der Bayerischen Ingenieurekammer-Bau die Anfrage, ob ich beim nächsten Ingenieuretag ein Referat übernehmen möchte. Der Festtag 2010 fände in der BMW WELT statt, und da hätte man an mich gedacht, da ich über die Planung mit diesem Bau verbunden wäre. Diese Einladung kam für mich überraschend und hat mich gefreut. Man ließ mir das Thema offen. Ein Werkbericht über die Planung und den Bau der BMW WELT schien mir dem Ingenieuretag nicht adäquat zu sein und so habe ich versucht, mir über unsere Arbeit und unsere berufliche Zukunft Gedanken zu machen und schlug dem Präsidenten der Kammer Dr. Schroeter vor, »von der Ingenieurkunst beim Bauen« zu reden. Er stimmte spontan zu, so kam ich zum Auftrag.

Ich habe keine Scheu, Ingenieurplanung als Kunst zu bezeichnen, da sie ein kreativer Prozess und das Ergebnis eines menschlichen Kulturproduktes ist. Zur Kunst gehört aber auch, dass die kulturelle, menschliche Leistung von anderen Menschen, von der Öffentlichkeit kritisch geprüft, bewertet, anerkannt oder vielleicht sogar gelobt und bewundert wird. Wie steht es mit der Anerkennung der Ingenieur- und Baukunst in der Öffentlichkeit?

Es ist eine gute Tradition der Kammer zum Ingenieuretag Geisteswissenschaftler zu Vorträgen und zum Dialog einzuladen. Beim Ingenieuretag 2008 war es Frau Johanna Haberer, Theologin, Germanistin, Professorin und Vizepräsidentin der Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg, die uns in einem hervorragenden Festvortrag schilderte, wie sie als Geisteswissenschaftlerin den Beruf des Bauingenieurs sieht. Ihr scheint es das Dilemma und Problem der Ingenieurkunst zu sein, dass wir, die Öffentlichkeit, der Baukunst – ich zitiere – »nicht gedenken, wenn wir einen Turm betreten oder ein Haus, eine Treppe, einen Aufzug oder eine Brücke, einen Tunnel oder eine Straße. Wir gehen von der selbstverständlichen Qualität und den Sicherheitsstandards aus und denken nicht daran, welch eine ausgefeilte ent-

wickelte Kultur, auch ethische Kultur hinter diesen Standards steckt. Ingenieurkunst beginnt uns erst in ihrer Fraglichkeit zu beschäftigen und das heißt in Katastrophenfällen«.

Geht es nicht auch anderen Berufsgruppen ähnlich wie den Ingenieuren, dass die Öffentlichkeit ihrer nicht gedenkt. Nehmen wir die Lehrer in den Schulen, wie viel Phantasie und Ausdauer sie einbringen, um Kinder zu motivieren und auszubilden. Denken wir an die Pflegeberufe, wie viel Geduld und Hingabe sie in ihre Tätigkeit aufwenden müssen. Auch sie werden nur wahrgenommen, wenn in Schlagzeilen von Bildungs- und Pflegenotstand die Rede ist. Sie haben ein noch größeres Dilemma als die Ingenieure, sie sollen Defizite ausgleichen, für die sie nicht verantwortlich sind, aber oft verantwortlich gemacht werden.

Frau Haberer führte in ihrem Vortrag eine Anzahl Katastrophen aus dem Jahre 2007 an, Einstürze von großen Brücken, dabei Gott sei Dank kein Einsturz in Europa oder in Deutschland. Sie empfindet, dass die sich häufenden Unfälle auf die Fraglichkeit der Ingenieurkunst hinweisen und die Risiken verdeutlichen, wenn Ingenieure Kompromisse machen mit den Gegebenheiten unterschiedlichster Anforderung: Funktion und Kosten, Design und Material, Zeit und Geld und vor allem Sicherheit. Sie hat Recht, Planung kommt ohne Kompromisse nicht aus, in einem Punkt müssen wir aber widersprechen. Wir Ingenieure im Bauwesen gehen bei der Sicherheit keine Kompromisse ein mit dem positiven Ergebnis, dass in Deutschland nach dem Krieg, das ist doch schon ein Zeitraum von 65 Jahren, kein Mensch durch Einsturz einer Brücke unter Verkehr zu Schaden kam. Zu diesem positiven Ergebnis hat eine von der Bauverwaltung vorgeschriebene stetige Bauwerksprüfung entscheidend beigetragen, die auch im Hochbau konsequent durchgeführt werden muss, damit Unglücke wie in Reichenhall vermieden werden können. Wir können keine hundertprozentige Sicherheit versprechen, die gibt es nicht. Wir freuen uns darüber, dass die Nutzer uns vertrauen und die Sicherheit der Bauwerke zu den Selbstverständlichkeiten des Lebens zählt.

Ich sollte auch, wenn ich schon Gelegenheit dazu habe, zum Festvortrag des Ingenieuretages 2009 meines hoch verehrten Kollegen Dr. Klaus Stiglat etwas sagen. Er sprach zum Thema »Ingenieur und Baustil« und führte in der kritischen Stellungnahme zur Gestaltung von Tragwerken in der heutigen Zeit auch dieses Haus an, in dem wir uns heute zusammengefunden haben. Ich darf ihn zitieren: »Freie Formen, wie die BMW Welt in München, sind en vogue. Tragsysteme, die wenigstens die Wirkung der Gravitatio erahnen ließen, werden möglichst vermieden. Es sind chaotische, fraktale, diffuse, beliebige Formen, die unsere Zeit widerspiegeln. Der Beitrag der Ingenieure besteht im mühevollen Manipulieren ...«.

## **BMW WELT**

Das ist eine Standpauke auf die verantwortlichen Architekten und Bauingenieure, auf die ich in freundschaftlicher Form eingehen möchte, sonst könnte es mir als Feigheit von den geschätzten Kollegen ausgelegt werden. Jetzt haben wir das Dilemma, dass ich doch etwas zur BMW WELT sagen muss, obwohl bei vielen Veranstaltungen, in Fachzeitschriften und Zeitungen ausgiebig darüber berichtet wurde.

Aus einem eingeladenen Wettbewerb gingen die Architekten COOP Himmelb(l)au aus Wien einstimmig als Gewinner hervor und wurden anschließend vom Vorstand der BMW AG als Generalplaner beauftragt. Architekten sind der Ausbildung nach Diplomingenieure, jedenfalls bisher, und können sich nach drei Jahren Tätigkeit und entsprechendem Leistungsnachweis Architekt nennen. Sie denken die vom Bauherrn vorgegebenen Funktionen eines Gebäudes in ein Raum- und Gestaltungskonzept um und sind als Objektplaner im Hochbau mit Recht Anführer und Motor des Planungsprozesses. Die BMW AG als erfahrener Bauherr stattete den Generalplaner COOP finanziell so aus, dass er sich eine Mannschaft von qualifizierten Ingenieurpartnern zusammenstellen konnte, die er angemessen honorierte, denen er auf Augenhöhe begegnete und so mit in die Verantwortung nahm, so dass ein echtes Planungsteam entstand. Die Planungsbeteiligten von Genehmigungs-



BMW WELT, München

behörden der Stadt über den Prüfenieur bis zur Obersten Baubehörde, bei einer Vielzahl von Zustimmungen im Einzelfall, trugen partnerschaftlich zum Erfolg des Planungs- und Bauprozesses bei, ohne ihre kritische Unabhängigkeit aufzugeben, so dass man von einem komplizierten aber gelungenem Projektverlauf sprechen kann.

Da war aber die Kritik von Herrn Dr. Stiglat, der die Harmonie, die Ausgeglichenheit von Raum, Form und Kraft vermisst, und Hans Sedlmayr aus der Schrift »Verlust der Mitte« zitiert: »Fort von der Mitte zum Exzentrischen, fort vom menschlichen Maß und vom Menschen«. Ein wenig exzentrisch ist der Entwurf schon, das Zitat »fort vom ... Menschen« trifft aus der Erfahrung der beiden ersten Jahre nach Eröffnung des Hauses in keinem Fall zu. Das Gebäude weist Menschen nicht ab, es zieht sie an und erfüllt so eine ihm zugedachte wichtige Funktion. Es ist öffentlich zugänglich und zum Ausflugsziel geworden, nicht nur wegen der ausgestellten Objekte. Die BMW Marketingabteilung hat sich bei der Planung das Ziel gesetzt, 500.000 Besucher pro Jahr zu gewinnen. Im ersten Jahr waren es über 2,2 Millionen Besucher. Inzwischen haben über 4,5 Millionen Menschen die BMW WELT besucht. Die Gebäudekonzeption trägt maßgeblich zu diesem Erfolg bei.



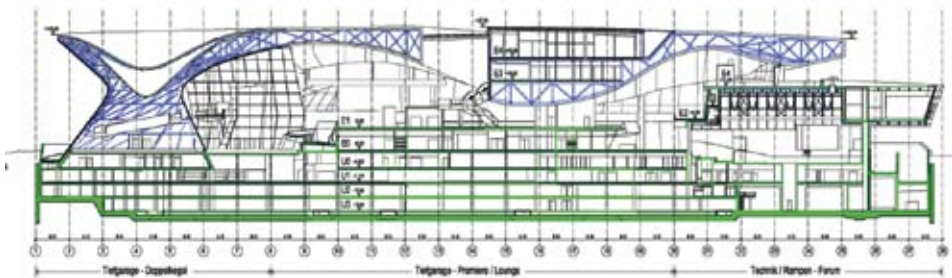
BMW WELT,  
Querschnitt durch das Bauwerk

Über die Gestaltung und Ästhetik des Gebäudes und des Tragwerkes kann man, wird man und soll man unterschiedlich urteilen. Das ist wie bei jedem Kunstwerk gewollt und Absicht. Die BMW WELT will als öffentliches Gebäude positiv ins Gespräch kommen und im Gespräch bleiben. Und ist es nicht so, dass wir grundsätzlich Bauwerken im Alltag mit einer Vielzahl von unterschiedlichen Empfindungen begegnen. Muss ein Bauwerk unbedingt harmonisch, ebenmäßig schön sein, wie unser Kollege Stiglat anmahnt? Viel eher als schön oder hässlich finden wir Bauwerke doch interessant oder belanglos, spannend oder langweilig. Viele Bauten, die eine Gleichgültigkeit des Bauherrn oder Planers offenbaren sind uns peinlich, etliche wirken wegen der Proportionen oder der Details lächerlich, andere scheinen uns ob ihrer Größe und Erhabenheit bedrohlich, unnahbar, manche berühren uns in ihrer Hilfslosigkeit und hin und wieder finden wir Bauten unerträglich. Es ist schon richtig, wir sehnen uns nach Harmonie, aber wäre die Welt nicht langweilig ohne Spannung? Gebäude sollen die ästhetischen Bedürfnisse der Nutzer und der Öffentlichkeit ansprechen, sie dienen aber zunächst der Funktion, der Information und sie können wie hier bei der BMW WELT beabsichtigt, Bedeutungsträger, Label sein. Dabei drängt

sich das Bauwerk nicht auf und fügt sich harmonisch in die Umgebung ein, respektiert das menschliche Maß und wertet einen ganzen Stadt-bereich auf. Ich überlasse es Ihnen, anhand solcher Überlegungen Ihre eigene Beziehung zu diesem Haus zu entwickeln.

Die gute Gestaltung eines Bauwerkes und die Sicherheit der Konstruktion sind wichtige Planungsaufgaben und Planungsziele, darin erschöpft sich aber die Arbeit der Planer nicht. Die BMW WELT ist ein gutes Beispiel, die Vielfalt der Planungsbereiche der am Bau beteiligten Ingenieure darzustellen.

Ein Gebäude der heutigen Zeit ist wie ein Organismus und enthält eine Vielzahl von technischen Systemen und Netzen, vergleichbar mit Organen, Adern und Nervensträngen eines Lebewesens. Da gibt es einen Bedarf an Energie, an Licht und Luft, an Wärme und Kühlung, an Feuer und Wasser, der gedeckt werden muss. Und alles muss so gesteuert werden, dass die Anlagen zuverlässig funktionieren und Energie sparsam einsetzen. Bei komplexen Gebäuden dieser Art gelingt dies nur mit einer über Computer gesteuerten Gebäudeautomation, einem technischen Gehirn.



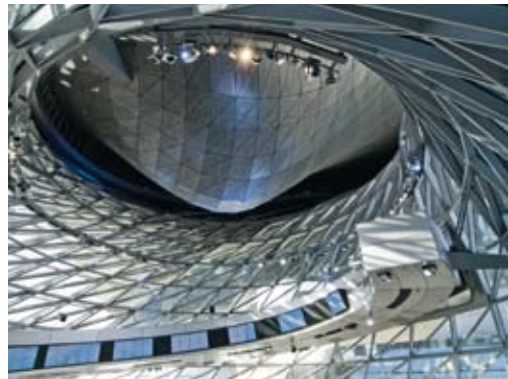
BMW WELT,  
Längsschnitt durch das Bauwerk

Zu planen sind viele für den Besucher und Nutzer nicht sichtbare Anlagen: Für Energie, für Licht- und Raumluft, für Kälte und Wärme, zum Löschen eines Feuers, zur Behandlung des Abwassers der Auto-  
waschstraße, Aufzüge, Küchen und ein automatisierter Fahrzeugspeicher für 500 Neuwagen. Die Anlagen sind die Organe des Baukörpers, dazu sind die entsprechenden Netze zu planen: Wassernetze für sanitäre Anlagen und Löscheinrichtungen, Sprinklernetze zur automatischen Bekämpfung von Bränden, Kalt- und Warmwassernetze für Kühlung und Heizung, Luftverteilungsnetze für die Versorgung und Entsorgung von frischer Luft und die Absaugung der Abgase. Zudem Verteilungsnetze für den Strom, Automationsnetze zur Regelung und Steuerung der Systeme, Sicherheitsnetze zur Früherkennung von Gefahren und schließlich Datennetze zum Transport der Informationen. Eine Fülle von einzelnen Planungen muss optimiert und miteinander abgestimmt werden.

Der Hochbau ist der bedeutendste Teil des Bausektors, aber nicht alles. Wir planen und bauen für alle Grundbedürfnisse der Gesellschaft. Ich will exemplarisch nur einige Bereiche nennen, wo Planungsleistungen der Ingenieure notwendig und verstärkt gefragt sind.



BMW WELT, Stahlkonstruktion  
in der Bauphase



BMW WELT, Doppelkegel

## Klimaschutz und Energie

Man denkt zunächst an energiesparende Gebäude und in der Tat ist das auch der erste notwendige Schritt, da nicht nur Energie eingespart sondern auch 50 Millionen Tonnen schädlicher Treibhausgase, das sind immerhin 5% des Gesamtausstoßes, vermieden werden können, wenn der gesamte deutsche Gebäudebestand energetisch modernisiert wird. Auch die neue Regierung hält daran fest, den CO<sub>2</sub>-Ausstoß bis 2020 um 40% zu reduzieren und den Anteil der erneuerbaren Energien von jetzt 9,5 auf 18% im Jahre 2020 zu erhöhen. Das ist nur möglich, wenn die Effizienz der konventionellen Energieerzeugung deutlich verbessert und neue Quellen, z. B. bessere Standorte für die erneuerbaren Energien gefunden werden.

In der Nord- und Ostsee werden verstärkt Offshore-Windenergieanlagen gebaut und verlangen den Ausbau eines sicheren Verteilernetzes, das allein Investitionen von 30 Mrd. € verlangt.

Die Nutzung der oberflächennahen Erdwärme ist bei uns weit fortgeschritten. Im Wohnungsbau werden 20% der Neubauten vorwiegend geothermisch beheizt. Pfahlgründungen von Industrie und Bürobauteilen werden inzwischen in der Regel energetisch genutzt.

## Infrastruktur–Erreichbarkeitsplanung

München hat einen wichtigen und erfolgreichen Flughafen, der mit dem Auto gut, mit den öffentlichen Verkehrsmitteln weniger gut erreichbar ist und keine direkte Anbindung an den Schienenfernverkehr hat. Ingenieure hatten eine Magnetschwebbahn vom Flughafen zum Hauptbahnhof geplant, die aber von der Stadt München abgelehnt und von der Bayerischen Staatsregierung ob der drohenden Kostensteigerungen nicht weiterverfolgt wurde. Planung in einer demokratischen Gesellschaft, besonders die Verkehrsplanung, ist auch die Kunst des Kompromisses und ein Feld der gescheiterten Hoffnungen, wenn keine Einigung möglich ist. Da gibt es immer wieder Dämpfer, die dem Pla-

ner weh tun. Er sollte sie möglichst schnell vergessen, um den Kopf für neue Lösungen frei zu haben.

So sind derzeit neue Planungen zur besseren Erreichbarkeit des Flughafens im Gange. Zur Auswahl einer Vorzugsvariante aus einer Vielzahl von möglichen Varianten sind zunächst Einflussfaktoren und Entscheidungskriterien zu erarbeiten.

Der Bauingenieur dient als Schnittstelle zwischen Verkehrsprognostik, Stadtentwicklungsplanung und der Angebotsplanung für Verkehrsleistungen. Er entwirft die Varianten, schätzt die Baukosten ab, bewertet Schallemissionen, Umweltbelastungen und die genehmigungsrechtliche Durchsetzbarkeit. Am Ende eines iterativen Prozesses soll als Ergebnis die wirtschaftlich sinnvollste und verträglichste Variante mit einem hohen Maß an Durchsetzbarkeit im öffentlich rechtlichen Genehmigungsprozess stehen.

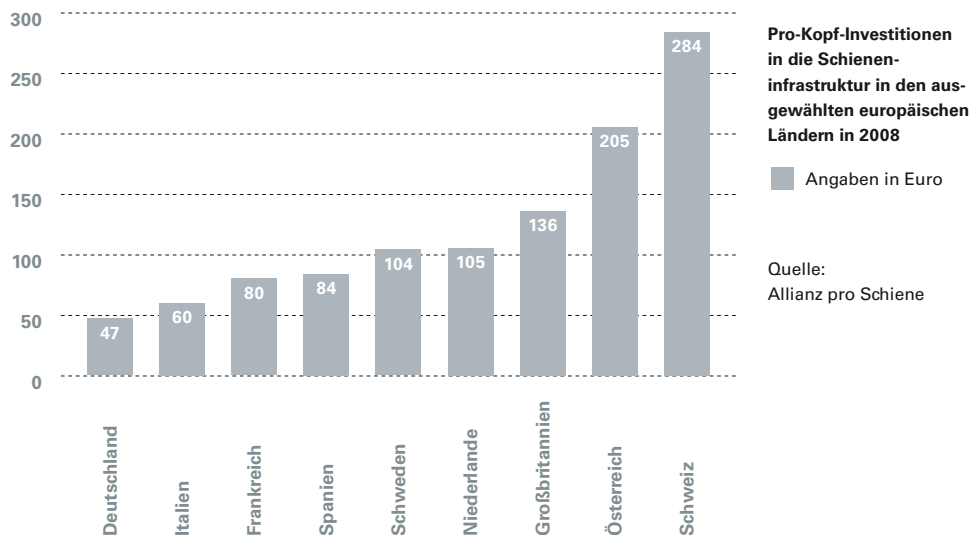
Neben den ureigenen Fachdisziplinen des Bauingenieurs, wie in diesem Fall der Planung der Verkehrsanlagen, der Bauwerke und Tragwerke mit bauphysikalischen Nachweisen obliegt ihm in Zusammenarbeit mit Stadtplanern und Wirtschaftswissenschaftlern die Definition von gesellschaftspolitischen Vorentscheidungen als Entscheidungsgrundlage für die politischen Gremien.

## Europäische Metropolregionen

Die Planung von Erreichbarkeit ist eine Aufgabe von hohem Rang für die Region, das Land und den Bund. Die europäischen Metropolregionen München und Nürnberg stehen im scharfen europäischen Wettbewerb mit der Konkurrenz und haben Nachholbedarf an Verkehrsangeboten, vor allem im Schienenfernverkehr. Dabei haben beide den großen Vorteil, Kreuzungspunkt von wichtigen europäischen Hochgeschwindigkeitslinien zu sein. Nehmen wir das Beispiel München, hier kreuzt »TEN 1« Berlin–Palermo die Linie »TEN 17« Paris–Bukarest, genannt Magistrale von Europa. Diese Linie ist in Frankreich weitgehend fertig-

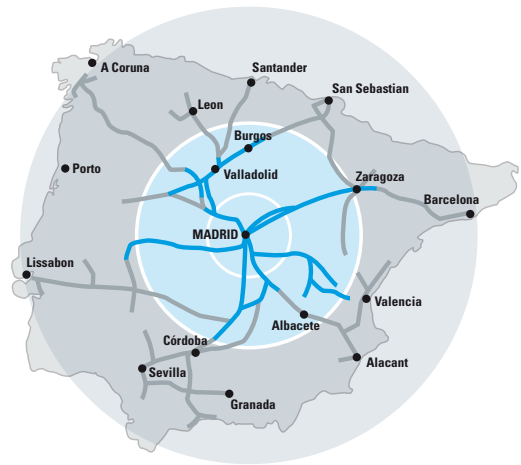
gestellt, in Deutschland arbeiten wir gegenwärtig nur am Streckenabschnitt Augsburg–Ulm. Ist Ihnen bekannt, wo die Kreuzung in München liegen wird? Meines Wissens steht die Streckenführung im Raum München noch nicht fest. Das ist keine Schelte an die Deutsche Bahn, die den Fahrweg aus eigener Tasche nicht finanzieren kann. Wir alle sind gefragt. Im europäischen Vergleich der Investitionen in die Schieneninfrastruktur schneidet Deutschland nicht gut ab, das hat einen großen Einfluss auf die Erreichbarkeit der Metropolregionen, ohne effektive Anschlüsse an das Hochgeschwindigkeitsnetz für den Fernverkehr sind sie nicht konkurrenzfähig.

Ein Vergleich der Erreichbarkeit zwischen den Metropolregionen Madrid und München verdeutlicht, wie groß der Rückstand inzwischen zu vergleichbaren Städten ist und dass die Zeit drängt.





München



Madrid

Erreichbarkeitsvergleich der Metropolen:  
 — in 180 min — in 90 min

Ich habe den Schienenfernverkehr genannt, das gleiche gilt auch für die Fernstraßen. Die Ost-West-Autobahnen in Bayern werden ausgebaut, aber der Ausbau müsste beschleunigt werden. Wer soll diese fehlenden Investitionen in die Infrastruktur annehmen, in erster Linie doch wir mit unseren Planungspartnern aus den Wirtschaftswissenschaften und den Wirtschaftsverbänden, weil wir am besten den Zustand des Fahrweges kennen und um die Wichtigkeit einer leistungsfähigen Infrastruktur wissen. Wir sind nicht nur Fachleute sondern auch Bürger, die sich in den Entscheidungsprozess der Gesellschaft einbringen müssen und nicht alles Berufspolitikern überlassen dürfen.

Die Aufgaben und Arbeit im Inland werden uns nicht ausgehen, dafür sorgt ein großer Bestand an Bauten, der gepflegt, unterhalten und bei Bedarf ersetzt werden soll.

## Arbeiten im Bestand

Die Süddeutsche Zeitung hatte im Wirtschaftsteil der Silvesterausgabe eine schöne Grafik veröffentlicht, an die Sie sich noch gewiss erinnern. Es ist ein Streifzug durch Einnahmen und Ausgaben von Staaten, Unternehmen, Bürgern. Legal und Illegal. In diese Grafik möchte ich auch Zahlen aus dem Wert des Baubestandes und des Bauens einbringen, um Relationen zu verdeutlichen. Der Wiederbeschaffungswert aller baulichen Anlagen in Deutschland wird auf 25 Billionen € geschätzt. Diese Werte haben unsere Vorfahren oder wir selbst geschaffen und wir wissen um den Aufwand und die kulturelle Leistung.

Siehe Grafik  
Seite 18

Bei einer mittleren Lebensdauer der Bauten von 100 Jahren müssten wir für die Erneuerung allein 250 Milliarden € im Jahr ausgeben. Die Bauwerke bringen wir, ohne stetig in den Unterhalt zu investieren, nicht über die erwartete hundertjährige Lebenszeit. Nach unserer Erfahrung müssen wir ein Prozent des Wiederbeschaffungswertes pro Jahr für den Unterhalt aufwenden. Das ergibt Wiederbeschaffungs- und Unterhaltskosten von 500 Milliarden € (Bauvolumen 2009 ca. 250 Mrd. €, Bundeshaushalt 2010 im Entwurf 328 Mrd. €), denen wir nur begegnen können, wenn wir unsere Bauwerke so gestalten, dass sie weniger Unterhaltskosten verursachen und eine längere Lebenszeit haben. An dem Wert der Bausubstanz können Sie auch erkennen, dass Aussagen wie »wir können uns nicht auf Kosten unserer Enkel verschulden« nur konsumtive Ausgaben betreffen können, sonst sind es Ausreden und wir vernichten Kulturgut und Vermögen und hinterlassen unseren Enkeln Schrott. Der kulturelle und materielle Wert der Bausubstanz macht uns bewusst, dass wir den Bestand beobachten, instandhalten und bei Bedarf verstärken müssen. Der Bedarf ist so groß, die Instandhaltungskosten so hoch, sodass wir dringend effektivere Verfahren und Techniken finden und einsetzen müssen, sonst können wir den Werterhalt nicht schaffen. Wer kann der Öffentlichkeit die Dringlichkeit und den Handlungsbedarf besser erklären als wir, die wir um den Bestand Bescheid wissen. Es ist unsere Aufgabe, für den Erhalt dieser Werte in der Öffentlichkeit vehement einzutreten.

# 25000 Mrd.

## Wiederbeschaffungswert aller Bauten in Deutschland

### 1655,0

139,6 4,5  
Ausbezahlte Abwrackprämie  
2009 in Deutschland

schuldet  
ganz Afrika dem  
Westen

500,0

104,7

Börsenwert  
Google

71,9  
Entwicklungs-  
hilfe der Industrie-  
nationen

34,9  
Staatshilfen  
für GM

62,8  
Verluste  
von GM  
seit 2005  
kumuliert

160,5

Bemannte  
Mars-Mission

0,8  
Verlust im 3. Quartal bei GM

Staatsverschuldung in Deutschland

### 1610,0

372,7  
Umsatz Pharma-Industrie  
weltweit

127,9

Ausgaben  
für Arbeit und  
Soziales  
in Deutschland

4,3 Forderungen  
von Gläubigern  
an Quelle  
u. Karstadt

2,7 Umsatz  
Videospiele  
u. Konsolen in  
Deutschland

363,0

113,0  
VW-Umsatz 08

4,7 VW-Gewinn  
u. Steuern 08

OPEC-Einkaufe

220,6

Bestechung  
russischer Beamter

20,2 Click-  
verwechslungen

0,05 Abfindung  
W. Wiedeking

Werbeumsatz weltweit

307,1

US-Militärausgaben

41,9

Militärbudget  
China

31,2

Militärbudget  
Deutschland

80,3

Marshall-  
Plan nach d.  
2. Weltkrieg

23,7

Kaufpreis den Warmen Buffet  
für die Eisenbahngesellschaft Burlington  
Northern Santa Fe bezahlt hat

43,9

Zusatzgaben  
des Bundes

Lebensmittel für  
alle Köder der Welt  
ein Jahr lang

37,7

Olympia-Peking

28,6

Vorräte bei Gates  
2008

27,8

Bismarck

23,9

Mietende

Umsatz der zehn größten Ölförderer  
der Welt 2008

Zusatzgaben  
des Bundes  
Lebensmittel für  
alle Köder der Welt  
ein Jahr lang  
Olympia-Peking  
Vorräte bei Gates  
2008  
Bismarck  
Mietende

## **Straßen und Hochbau in Bayern**

Die Bayerische Straßenbauverwaltung betreut Bundesfern- und Staatstraßen mit einer Gesamtlänge von 23.000 km und einem Anlagewert von 40 Milliarden €. Sie benötigt 400 Millionen € pro Jahr für den Unterhalt, das entspricht 1% des Anlagewertes, damit der Wert der Verkehrsinfrastruktur nicht schwindet. Die Mittelhöhe stand bisher nie zur Verfügung, im Schnitt war es nur die Hälfte der notwendigen Mittel. Not macht erfinderisch und beschleunigte die Entwicklung der Zustandserfassung, damit man weiß, wo der dringendste Bedarf ansteht, wo die größten Löcher gestopft werden müssen. Dabei erfassen schnell fahrende Messfahrzeuge den Zustand der Fahrbahnoberflächen im fließenden Verkehr und dokumentieren ihn. Es bedarf einer hohen Kreativität und das ist die Kunst, die zur Verfügung stehenden Mittel optimal einzusetzen.

Im Gebäudebestand ist es ähnlich. Der Freistaat Bayern verfügt über einen Immobilienbesitz von 70 Mio. m<sup>3</sup> umbauten Raum, davon 50% vor 1850 gebaut, also älter als 160 Jahre, historische Bausubstanz. Der kulturelle Wert ist unermesslich, der theoretische Wiederbeschaffungswert liegt bei 40 Mrd. €, der Unterhaltsbedarf liegt nach gängigen Regeln bei 400 Mio. € pro Jahr.

Beide Werte zeigen, wie stark wir gefordert sind. Wir müssen Lösungen finden, die unseren ästhetischen Vorstellungen entsprechen, die bezahlbar sind und geringe Unterhaltskosten verursachen.

## **Forschung und Entwicklung**

Die Forschung und Entwicklung von neuen Baustoffen muss intensiviert und beschleunigt werden, wenn man den klimatisch bedingten geänderten Rahmenbedingungen und den ausufernden Unterhaltskosten konsequent begegnen und schnelle Erfolge haben will. Ich möchte ein paar erfolgsversprechende Entwicklungen anführen:

## **Stahl**

In Verbindung mit Hochleistungsbetonen und Faserbetonen sind einfache, leistungsfähige und dauerhafte Stahlverbundsysteme für den Hoch- und Ingenieurbau in der Entwicklung, die zu erheblichen Kosteneinsparungen führen können. Die Markteinführung muss dringend beschleunigt werden.

## **Beton**

Bedenkt man, dass in China 10%, in Deutschland 3% des CO<sub>2</sub>-Ausstoßes auf die Zementproduktion zurückzuführen sind, sieht man den Handlungsbedarf bei der Herstellung von Zementen und Entwicklung von Betonen mit geringerem Zementbedarf.

Von großer Bedeutung ist die Entwicklung ultrahochleistungsfähigen Faserfeinkornbetonen für die Instandsetzung und Verstärkung von bestehenden Betonbauten. Die Forschung ist sehr weit, die Markteinführung muss dringend beschleunigt werden.

## **Dämmstoffe**

Vakuumisulationspaneele (VIP) haben die zehnfache Dämmwirkung herkömmlicher Isolationsmaterialien, können bei gleicher Dämmwirkung demnach auch zehnfach dünner ausgeführt werden. Sie müssen aber gasdicht in Metall- oder Polymerfolien eingepackt sein. Das bedingt noch umfangreiche Entwicklungsarbeit bis zur Marktreife. Der Werkstoff ist aber vielversprechend für die wärmetechnische Verbesserung alter Gebäude, da bei den geringen Stärken eine Isolierung auf der Innenseite vorgesehen werden könnte.

## **Gläser**

Um energetisch optimal eingesetzt werden zu können, müssen Fenstergläser im Winter einen geringen Wärmeverlust (U-Wert) bei gleichzeitig hohem Strahlungsgewinn ermöglichen. Im Sommer treten

durch Wärmeeinstrahlung sowie interne Wärmequellen hohe Wärmelasten auf, so dass der UV- und IR-Bereich der Strahlung durch das Glas gesperrt werden sollten.

Der Wärmeverlust wurde durch den Einsatz von Dreischeibengläsern schon erheblich verringert, durch den Einsatz von Multimedbranen könnte er zusätzlich noch gedrittelt werden.

Im Sommer färben und entfärben sich Gasfüllungen von Mehrscheibengläsern reversibel und können die Lichttransmission und die Gesamttransmission entscheidend senken, sodass herkömmliche Sonnenschutzeinrichtungen bald überflüssig sein könnten. Auf einsatzfähige, erprobte und kostengünstige Systeme wartet ein großer Baubestand, der energetisch und funktional instandgesetzt werden muss.

## **Textile Bewehrung**

Eine Textile Bewehrung wiegt wenig, lässt sich einfach verlegen, an komplizierte Geometrien anpassen und ist kostengünstig. Sie ist ein idealer Baustoff, um in Verbindung mit Betonen Bauwerke instand zu setzen und zu verstärken. Der Anwendungsbereich ist so breit und die wirtschaftliche Bedeutung so groß, dass man nur hoffen kann, dass die Bauweisen anerkannt und eingesetzt werden.

## **Auslandsmärkte**

Wir haben als Ingenieure große Chancen auf den Auslandsmärkten, wenn wir Forschung und Entwicklung vorantreiben, unser Inlandsmarkt funktioniert, damit wir die erforderlichen Referenzen vorzeigen können.

Deutsche Architekten und Ingenieure treten im Ausland gemeinsam auf und haben Erfolge bei Hochbauten, Stadien und Infrastrukturprojekten, weil wir Erfahrungen über den gesamten Planungsverlauf haben und uns im Wettbewerb durchsetzen.

Ohne anspruchsvollen heimischen Markt mit starken Bauherren wäre diese Entwicklung nicht möglich.

## **Ingenieure in der Gesellschaft**

Der Gesellschaft müssen Planen und Bauen wichtig sein, da an der Qualität, an der Kultur des Bauens sie selbst gemessen wird. Geänderte Rahmenbedingungen, die sich durch Klimaänderungen und den wirtschaftlichen Druck zur Nachhaltigkeit ergeben, machen unsere Arbeit interessanter, anspruchsvoller, schwieriger und schöner. Der Bauingenieur, der der Öffentlichkeit meist solide, sachbezogen und nüchtern, aber auch harmlos daherkommt, ist für die Gesellschaft wichtiger als sie es wahrhaben will. Dabei werden wir täglich mehr gebraucht, die Zeit arbeitet für uns. Wir bekommen stetig mehr Verantwortung und Einflussmöglichkeit nahe dem Entscheider, dem Investor, dem Bauherrn, der Politik. Das macht uns selbstbewusst, aber nicht übermütig.

Im Bausektor stellen sich große Herausforderungen und Aufgaben für die Zukunft, in Forschung und Entwicklung, im Planen und in der Ausführung. Wir im Bauwesen tätigen Ingenieure sind breit aufgestellt, wir decken viele Fachbereiche ab und stellen uns kreativ dem Wettbewerb der Ideen.

Wir schaffen Kultur- und langfristige Vermögenswerte, die von der Gesellschaft gepflegt und erhalten werden sollen. Dabei können wir ihr behilflich sein.

München, 22.01.2010  
Victor Schmitt



Prof. Dr.-Ing. Drs.h.c. Peter Wilderer,  
Professor Emeritus of Excellence, Träger des »Stockholm Water Prize«

Nachhaltige Nutzung natürlicher Ressourcen:  
Verantwortung übernehmen,  
Chancen nutzen, Perspektiven eröffnen

## Sehr geehrte Damen und Herren,

mit meinem Vortrag möchte ich Sie in eine Sphäre entführen, die wir als Manipulation des Erd-Systems bezeichnen, ein Bereich, von dem Sie vermutlich annehmen, dass er mit Bauwesen nichts zu tun hat. Ich möchte Sie eines Besseren belehren.

Die Menschheit greift durch ihr Handeln schon immer–unbewusst–in das Erdsystem ein, in den letzten 150 Jahren sogar ganz massiv. Die Folgen sind unübersehbar. Die Erde erwärmt sich, Gletscher und Polkappen schmelzen, der Meereswasserspiegel steigt, Landstriche versteppen.

Das stört uns. Und da, wie sich bei der letzten Klima-Konferenz in Kopenhagen gezeigt hat, die internationale Politik viel zu langsam und unentschlossen reagiert, werden die Stimmen immer lauter, die fordern, dass Ingenieure das Heft in die Hand nehmen, um Fehlentwicklungen des Erdsystems entgegen zu wirken.

Längst liegen dazu konkrete Vorschläge auf dem Tisch. Bei der Umsetzung dieser Vorschläge ist allerdings äußerste Vorsicht geboten. Fehler dürfen wir uns nicht leisten, weil wir sonst Gefahr laufen, den Bogen zu überspannen. Als Wissenschaftler, Ingenieure und politisch Verantwortliche tragen wir Verantwortung für unsere alles umspannende, natürliche Ressource »Erde«.

Fachleute, die im Bauwesen tätig sind, verbinden den Begriff »natürliche Ressource« in der Regel mit Bau-Rohstoffen. Hinzu zu rechnen sind allerdings auch fossile Energieträger, Wasser, Boden, Luft und nicht zuletzt auch der »Rohstoff Geist«.

Nutzen wir diese unsere natürlichen Ressourcen so, dass negative Folgewirkungen auch auf Dauer ausbleiben? Handeln wir beim Umgang mit unseren natürlichen Ressourcen nachhaltig?



Nicht nachhaltig handeln wir, wenn wir bei der Ressourcen-Nutzung übertreiben. Und hier müssen wir leider zugeben, dass wir als Teil der Menschheit in vielerlei Hinsicht übertreiben, beispielsweise dadurch, dass wir

- extensives Bevölkerungswachstum zulassen,
- unersättlich sind in puncto Lebensstil,
- auf Kosten künftiger Generationen leben.

Im Jahr 1960 lebten 3 Milliarden Menschen auf der Erde, im Jahr 2000 waren es bereits 6 Milliarden und im Jahr 2010 werden es bereits 7 Milliarden sein.

Wir beobachten eine stetige Zunahme der Migration und Verstädterung. Menschen ziehen in urbane Gebiete in Erwartung eines höheren Lebensstandards. Inzwischen lebt mehr als die Hälfte der Erdbevölkerung in Städten wie Tokyo, Shanghai, London oder Mexico City.

Wachstum der Städte und Anstieg des Lebensstandards: Das bedeutet, dass die Bedürfnisse nach Wasser und Lebensmitteln, Energie und Mobilität überproportional wachsen. Die Folge ist die Nutzung von Rohstoffen, Energie, Wasser und Land über die Kapazität der jeweiligen Regionen hinaus.

Es kommt zu Verknappungen und in der Folge zu sozialen Spannungen. Journalisten sprechen vom Kampf ums Wasser – vom Kampf ums Land. So weit kommt es hoffentlich nicht. Auf jeden Fall sieht sich die Menschheit mit lebensbedrohenden Erdkrisen konfrontiert, die sich aus dem Zusammenwirken von steigender Bevölkerungsdichte ergeben sowie aus der weltweiten Übernahme des Lebensstils, wie er sich in den Industriestaaten herausgebildet hat.



In der Folge beobachten wir einen starken Anstieg des Energiebedarfs, welcher überwiegend durch Verbrennung fossiler Energieträger gedeckt wird. Dies führt zu einem höheren Gehalt an Kohlendioxid ( $\text{CO}_2$ ) in der Atmosphäre, was einen Anstieg der Oberflächentemperatur der Erde auslöst. Die Konsequenzen habe ich bereits erwähnt:

- Änderungen der klimatischen Bedingungen (Überflutung, Trockenheit, Stürme),
- Abschmelzen von Gletschern und Polkappen,
- Anstiege des Meereswasserspiegels.

Ebenso dramatisch ist der starke Anstieg des Flächenbedarfs seitens der Landwirtschaft, dessen Deckung notwendig wurde, um die Bedürfnisse der Menschen nach Nahrung zu befriedigen, auch wenn der Bedarf in vieler Hinsicht über das tatsächlich Notwendige hinausgeht.

Flächen werden zur Errichtung von Siedlungen, Gewerbe-, Industrie- und Verkehrsanlagen gebraucht.

Um den steigenden Flächenbedarf zu decken, werden terrestrische Ökosysteme (naturbelassene Wälder, Feuchtgebiete, Savannen) samt der diesen Systemen innewohnenden Diversität pflanzlicher, tierischer und bakterieller Arten weltweit immer mehr zurückgedrängt. Das hat Folgen.



Nach Erkenntnissen von Wissenschaftlern wie Lovelock, Gorshkov und Makarieva sind hoch diversifizierte Ökosysteme maßgeblich für die Kontrolle der lebenserhaltenden Funktionen der Erde und für die Regelung des Klimas verantwortlich. Demnach wird der Anstieg der Erdtemperatur nicht nur durch die Anhebung des Gehalts an CO<sub>2</sub> in der Atmosphäre verursacht, sondern in ganz erheblichem Umfang auch durch das Zurückdrängen von hoch diversifizierten Ökosystemen. Höchstwahrscheinlich sind sie es, die für die Erhaltung eines, das Leben auf unserem Planeten ermöglichenden Klimas verantwortlich sind – der Inbegriff der Schöpfung.

Nun kommt noch ein Gesichtspunkt hinzu, der zuvor bereits angesprochene Anstieg des Wasserbedarfs. Mehr Wasser wird nicht nur zum Durstlöschen und zur Körperhygiene gebraucht, sondern auch und in ganz erheblichem Umfang zur Bewässerung landwirtschaftlich genutzter Flächen, zur industriellen Produktion und zum Betrieb von Energieerzeugungsanlagen.

Theoretisch verfügen wir auf der Erde über genug Wasser, um auch 9 Milliarden Menschen zu versorgen, nur leider klaffen lokaler Wasserbedarf und lokales Wasserdargebot oft weit auseinander. Auch München hätte ein Problem, wenn die Stadt, wie viele andere Städte auf der Welt, innerhalb weniger Jahre auf das Fünf- oder Zehnfache ihrer heutigen Größe anwachsen würde.

Wegen Übernutzung von regionalen Wasservorkommen, Verschmutzungen aller Art und – in Küstenregionen – Eindringen von Meereswasser nehmen die lokalen Wasservorkommen in vielen stadtnahen Gebieten stark ab. Lang anhaltende Trockenperioden als Folge des Klimawandels verschlimmern die lokale Wasserknappheit. Wirtschaftliche und gesellschaftliche Spannungen bleiben da nicht aus.



Um solche Spannungen nachhaltig zu vermeiden oder wenigstens zu vermindern, bedarf es eines Vorgehens, das nicht sektoral auf einen einzelnen Faktor ausgerichtet ist, die CO<sub>2</sub>-Emissionen beispielsweise, sondern auf die Gesamtheit der bereits skizzierten Ursachen und Wirkungen. Auch die Suche nach globalen Lösungen ist kaum zielführend. Unsere Chance liegt im Erkennen regionaler Möglichkeiten und deren Umsetzung im Dialog mit Gesellschaft und Wirtschaft.

Solche Dialoge zu führen und deren Ergebnisse in praktisches Handeln umzusetzen, ist bekanntlich langwierig. Die Erderwärmung und die dadurch ausgelösten Effekte schreiten auch bei noch so gutem Willen zur Problemlösung unsererseits stetig fort, möglicherweise schneller, als uns lieb ist. Um Zeit zu gewinnen, brauchen wir eine – modern ausgedrückt – Brückentechnologie. In der Diskussion sind dazu Vorschläge, die unter den Bezeichnungen »Geo-Engineering«, Klima-Engineering« oder »Wetter-Engineering« gehandelt werden.

Der Begriff »engineering« steht hierbei für planmäßiges und kontrolliertes Handeln auf der Grundlage wissenschaftlicher Erkenntnisse. Engineering setzt sich dabei nicht notwendigerweise in Technologie um. So wird beispielsweise der wissenschaftsbasierte Eingriff in das gesellschaftliche Gefüge als »social engineering« bezeichnet.

Aber konzentrieren wir uns für den Moment auf Geo-Engineering, worunter der planmäßige und wissenschaftsbasierte Eingriff in das Klima mit technischen Mitteln verstanden wird. Ziel ist es, der Erderwärmung entgegen zu wirken. Dazu gibt es prinzipiell zwei Lösungswege:

1. Bewirtschaftung der solaren Einstrahlung mit technischen Maßnahmen. Im Englischen bezeichnet man dies als Solar Radiation Management, SRM.
2. Entfernung von  $\text{CO}_2$  aus der Atmosphäre in der Annahme, dass die  $\text{CO}_2$ -Emission die bedeutendste Ursache für die Erderwärmung ist. Im Englischen bezeichnet man diese Vorgehensweise als Carbon Dioxide Removal, CDR.

Zu der erstgenannten Option liegen eine ganze Reihe von Vorschlägen vor, die allesamt von Naturwissenschaftlern formuliert wurden, nicht von Ingenieuren. Drei Vorschläge möchte ich kurz umreißen.

- Durch Aufbau einer Abschattungsvorrichtung am Lagrange-Punkt zwischen Erde und Sonne könnte die Erwärmung der Erde wirkungsvoll eingeschränkt werden. Die erforderliche Fläche, um eine Wirkung zu erzeugen, betrüge vier Millionen Quadratkilometer und benötigt etwa eine Bauzeit von mindestens einhundert Jahren, wenn täglich eine Rakete mit Material in den Weltraum geschossen wird. Die Kosten sind nach Schätzungen der Befürworter dieser Lösung gering im Vergleich zum globalen Militärhaushalt.
- Eine Abschattung von Teilen der Erde ließe sich theoretisch schnell und preisgünstig durch Reflektionswolken über dem Meer erzielen. Hierzu bräuchte man eine Vielzahl an Schiffen, die Meereswasser versprühen, so dass feine Wassertröpfchen im Mikrometer-Maßstab entstehen. Erste Versuche dazu wurden bereits durchgeführt. Sie scheiterten, weil die Düsen der Versprühungsanlage in kürzester Zeit verstopften. Aber das ist ein Problem, das sich mit Technik lösen lassen sollte.



- Auf dem Boden könnte die Reflektion der einfallenden Sonnenstrahlung erhöht werden, wenn Flächen mit reflektierendem Material bedeckt würden. Man denkt beispielsweise an den Anbau reflektierender Pflanzen, die Abdeckung von Wüstengebieten mit reflektierenden Folien oder die Einfärbung von Dach- und Straßenflächen mit reflektierenden Farben.

Inwieweit solche Vorschläge realisierbar sind, sei dahingestellt. Unter Einsatz ingenieurwissenschaftlichen Sachverstands und bei fortschreitendem Leidensdruck werden Lösungen vermutlich bald gefunden und in die Praxis umgesetzt werden, ob wir das wollen oder nicht.

Bei der Umsetzung technischer Maßnahmen zur Bewältigung der Erdkrisen ist allerdings äußerste Vorsicht geboten. Ich habe eingangs bereits darauf hingewiesen. Gefragt ist ein Höchstmaß an Verantwortungsbewusstsein und die Übernahme von Verantwortung durch Wissenschaft, Ingenieurwesen, Wirtschaft und Politik. Es geht um Entwicklung und Anwendung von Technologie in Verantwortung für das Ganze auf Basis physikalischer, chemischer und biologischer Grundlagen im Spannungsfeld zwischen Natur, Wirtschaft und Gesellschaft. Es geht um Maßnahmen, die vier wichtigsten Erdsystem-Krisen, denen wir uns weltweit gegenüber sehen, zu überwinden:

1. Die Krise, die aus Erderwärmung und Klimaänderung resultiert.
2. Die Krise, die durch Wasserknappheit und Knappheit an Lebensmittel ausgelöst wird.
3. Die Krise, die durch den Verlust an Ökosystemen und Biodiversität entsteht.
4. Die Krise, die auf wirtschaftliche und gesellschaftliche Ungleichgewichte zurückzuführen ist.

Was wir also brauchen, sind Methoden aus den Bereichen der Technik, Wirtschaft und Gesellschaft, die nachhaltig zur gesamtheitlichen Lösung dieser vier Krisen führen. Was wir brauchen, ist ein von Verantwortung getragenes Erdsystem-Engineering.

Ich stelle hier die Behauptung auf, dass die im Bauwesen tätigen Ingenieure traditionell die Voraussetzungen mitbringen, die gebraucht werden, um im Spannungsfeld zwischen

- Physik und Natur sowie
- Wirtschaft und Gesellschaft

agieren zu können. Ich meine, dass Erdsystem-Engineering Bauingenieur-Sache ist, wobei nicht notwendigerweise am Planeten als Ganzem anzusetzen ist, sondern an seinen Teilen in ihrer Vielgestaltigkeit in Bezug auf geographische Gegebenheiten, Wirtschaftskraft, Traditionen und politische Rahmenbedingungen.

Der Auftrag, den wir haben, lautet: Nutzung unserer Fachkompetenz zur Bereitstellung von technisch-wirtschaftlichen Lösungen oder zumindest Lösungsansätzen, die auf die Regionen zugeschnitten und nachhaltig sind.

Dazu gehören:

1. Den Rohstoff »Geist« stärken, ganz nach der Maxime:  
Erst denken – dann handeln.
2. Vorausschauend planen, mit dem Gedanken:  
Vermeiden, was uns später weh tun könnte.
3. Einsatz der bestverfügbaren Methoden.
4. Unnötige Emissionen vermeiden.
5. Rückgewinnung und Wiederverwertung statt Entsorgung.

Wir Ingenieure in unseren Funktionen als Planer, Ausführende, Durchführende und Bewirtschaftende müssen gestützt auf natur-, wirtschafts- und geisteswissenschaftliche Grundlagen bei der Entwicklung von Methoden eine Führungsrolle übernehmen, um mit den geänderten Klimabedingungen zurecht zu kommen, und um Mangelsituationen zu überwinden. Die vier Erdkrisen können letztendlich nur durch vernetztes Handeln gelöst werden. Dies erfordert eine enge Ab- und Übereinstimmung mit der Gesellschaft, Wirtschaft und den politischen Entscheidungsträgern.

Wenn Sie also genau hinschauen, geht es um die Anwendung der Grundprinzipien des Bauwesens: der Städteplaner, Architekten, der planenden, konstruierenden und ausführenden Bauingenieure und der Fachleute in den Aufsichtsbehörden. Und so meine ich, dass wir uns mit allen Facetten unseres Fachgebiets in die Diskussion und das Handeln einbringen müssen:

- Handeln statt reden
- Verantwortung übernehmen für das Ganze
- Chancen nutzen auch in der Stunde der Not
- Der Jugend Perspektiven geben

Das, meine Herrschaften,  
ist gutes Bauwesen im Dienste der Gesellschaft!

München, 22.01.2010  
Peter Wilderer

© Bayerische Ingenieurekammer-Bau

April 2010

1. Auflage

Abdruck oder Vervielfältigung, auch auszugsweise,  
ist nur nach Genehmigung durch den Herausgeber gestattet.

Bilder:

BMW WELT/Titel, Seiten 9 und 12 © SSF Ingenieure, München

Seiten 5 und 23 © Bayerische Ingenieurekammer-Bau

alle weiteren [www.iStockphoto.com](http://www.iStockphoto.com)



Bayerische  
Ingenieurekammer-Bau

Körperschaft des öffentlichen Rechts

Nymphenburger Straße 5  
80335 München  
Telefon 089 419434-0  
Telefax 089 419434-20  
[info@bayika.de](mailto:info@bayika.de)  
[www.bayika.de](http://www.bayika.de)