

**Zeitschrift:** Schweizer Ingenieur und Architekt  
**Herausgeber:** Verlags-AG der akademischen technischen Vereine  
**Band:** 114 (1996)  
**Heft:** 23

**Artikel:** Bauliche Substanzerhaltung an der Schwelle zum Jahr 2000:  
Abschiedsvorlesung am Institut für Bauplanung und Baubetrieb an der  
ETH Zürich vom 16. Januar 1996

**Autor:** Fechtig, Robert  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-78983>

#### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

#### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

#### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 20.02.2026

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

Robert Fechtig, Zürich

# Bauliche Substanzerhaltung an der Schwelle zum Jahr 2000

**Abschiedsvorlesung am Institut für Bauplanung und Baubetrieb an der ETH Zürich vom 16. Januar 1996**

Vitruv, der bedeutendste Architekturtheoretiker der Antike, bezeichnet Utilitas (Nützlichkeit), Firmitas (Beständigkeit) und Venustas (Schönheit) als Merkmale architektonischer Qualität [1].

In seiner "Encyklopädie der bürgerlichen Baukunst", die ab 1792 erschien, fasst Christian Ludwig Stieglitz, Senator zu Leipzig, Vitruvs Vermächtnis in folgende Worte [2]: "Baukunst ist die Kunst, die uns lehrt, verschiedene Arten von Gebäuden dauerhaft, bequem und schön und so wohlfeil, als es möglich ist, zu errichten."

Repräsentanten, Wissensträger und Gewissen der Baukunst waren ehemals die Baumeister. Blicken wir zurück und fragen uns, was man vor einhundert oder zweihundert Jahren mit alternder Bausubstanz gemacht hat. Zu bedenken ist dabei, dass diese Substanz bedeutend weniger komplex war als heute.

Im Hochbaubereich wurden Repräsentativ-Bauten (Paläste, Kirchen, Gebäude des Gemeinwesens) gut unterhalten. Andere Hochbauten wurden entsprechend den veränderten Lebensbedürfnissen Umnutzungen zugeführt oder allenfalls je nach Zustand abgerissen. Zusammen mit alten Anlagen wie Befestigungsanlagen, Stadtmauern dienten solche Altobjekte als Baustofflieferanten. Also eine Frühphase des Baustoff-Recyclings mit einfacheren Methoden unter gleichzeitiger Minimierung der Deponiefrage.

## Aktuelle Bausubstanz

Wie präsentiert sich nun aber heute unsere Schweizer Bausubstanz bezüglich Alter und Wert? Es soll dabei unterschieden werden in:

- Hochbau-Objekte  
(Wohn-, Geschäfts-, Industriebauten)
- Allgemeine Infrastruktur-Objekte

Der gesamte Gebäudeversicherungswert (Neuwert) der Hochbau-Objekte betrug Anfang 1994 rund 1580 Mrd. Fr. Je nach Art der Gebäude weisen diese eine differenzierte Altersstruktur und einen entsprechend veränderten Erneuerungsbedarf auf. Im Bau- und Immobilienmarkt Schweiz stellen Wüest und Partner 1995 folgendes fest:

"Aus langfristiger Optik kann das minimal notwendige Investitionsvolumen für den bautechnischen Unterhalt der Hochbausubstanz - je nach Gebäudenutzung - auf durchschnittlich 1,5 bis 2,5% des Gebäudeversicherungswertes beziffert werden. Dieser Wert entspricht einer standortgemäßen Unterhalts- und Erneuerungstätigkeit, welche die langfristige Erhaltung der Funktionstüchtigkeit des Gebäudebestandes sicherzustellen vermag. Im schweizerischen Durchschnitt wurde dieser Sollwert nur in den Jahren 1988 und 1989 erreicht."

Die aktuellen Erneuerungsquoten der einzelnen Eigentümergruppen im Vergleich zum Gebäudeneuwert sind zwar generell im Steigen begriffen. Die Entwicklung der Aufteilung der Investitionen zwischen Neubau und Erneuerung von 1980 bis 2000 ergibt mehr als eine Verdopplung, das heißt einen Anteil der Erneuerung von rund 19% auf 42%. Die Schweizer Baupresse wies Ende 1995 darauf hin, dass im Hochbau (öffentliche und private) bis zum Jahr 2000 mit einem Finanzbedarf von etwa 125 Mrd. Fr. zu rechnen sei. Das gibt aufs Jahr umgerechnet rund 25 Mrd. Fr.

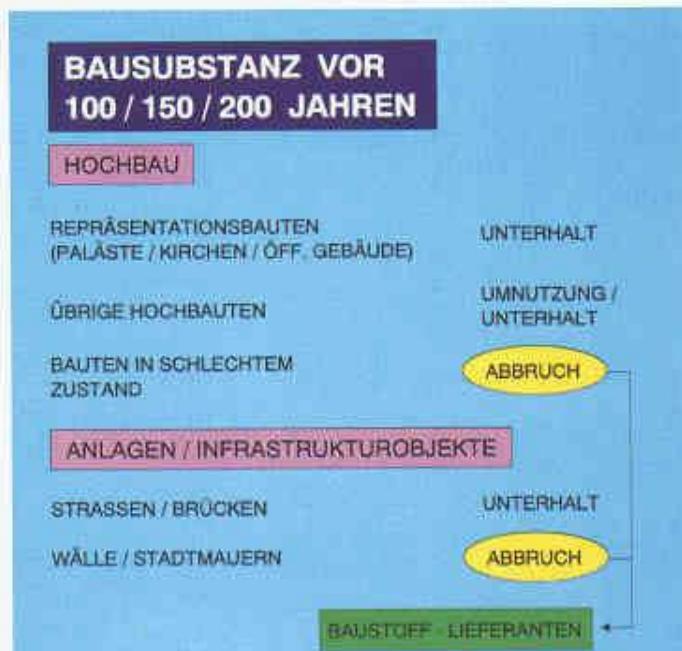
Ein langfristig unzureichendes Erneuerungsverhalten legt in erster Linie die privaten Eigentümer und die Genossenschaften an den Tag, wo die Quote bei

0,6 bis 0,7% des Substanzwertes liegt. Die öffentliche Hand hingegen liegt im Bereich der Schulen und Spitäler bei rund 1,6%. Wie sich das beispielhafte Verhalten der öffentlichen Hand bei den leeren Staatsskassen weiterentwickeln wird, können wir uns gut vorstellen!

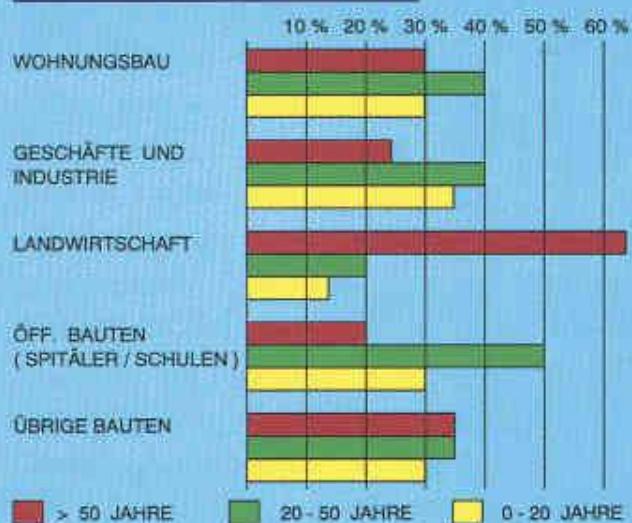
Betrachtet man die allgemeinen Infrastruktur-Objekte, so zeigt sich folgendes Bild: Je nach zuzuordnender Sparte ergeben sich zeitliche Schwerpunktzbereiche, während denen diese Infrastruktur-Objekte erstellt worden sind. Damit verbunden ist die entsprechende Alterszuordnung. Im weiteren lässt sich feststellen, dass der Umfang an Werten der vor 1940, das heißt vor dem Zweiten Weltkrieg, erstellten Objekte zu jenen nach 1945 unterschiedliche Größen aufweist. Gesamthaft resultieren daraus immerhin rund 440 Mrd. an Wiederbeschaffungswerten im Tiefbau.

Je nach Bausparte werden die Aufwendungen zur Substanzerhaltung unterschiedlich sein. Ordnet man den verschiedenen Sparten entsprechende %-Sätze für die Substanzerhaltung zu, so ergibt dies allein für den Tiefbau ein jährliches Volumen von rund 8 Mrd. Fr., womit sich die Alptransit-Lötschberg-Achse gleich zweimal verwirklichen ließe.

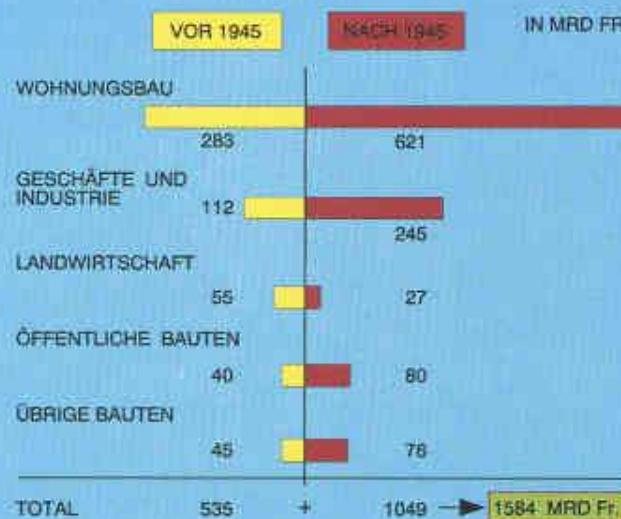
Kontinuierlich hat sich in den vergangenen zwei Jahrzehnten die Schweizer Bautätigkeit vom reinen Neubau in den Umbau, den Ersatzbau und die Substanzerhaltung verlagert. War bis gegen Mitte der siebziger Jahre das Gesamtbauvolumen Schweiz vom Neubau geprägt (damals 20 Mrd. Fr.), so werden heute bei einem Volumen von 44 Mrd. Fr. pro Jahr über 30% im Bereich Umbau, Substanzerhaltung ausgeführt. Ob wir damit im Umfang richtig liegen, sei später kurz dargelegt.



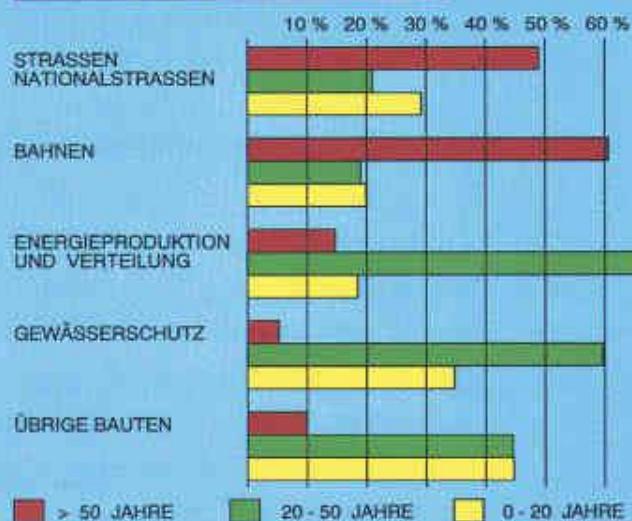
## ALTERSSTRUKTUR DER HOCHBAUOBJEKTE



## GESAMTWERT DER HOCHBAUOBJEKTE



## ALTERSSTRUKTUR DER INFRASTRUKTUROBJEKTE



## GESAMTWERT DER INFRASTRUKTUROBJEKTE



Wie präsentiert sich die Situation 1996? Die öffentliche Hand hat kein Geld für Investitionen. Die Steuereinnahmen fließen spärlicher. Die gesamte Wirtschaft läuft auf niedrigen Touren. Die Bauwirtschaft hat über 20% der Produktionskapazitäten abgebaut (120 000 statt 150 000 Beschäftigte). Ein Ausweichen auf den internationalen Baumarkt ist nur schwerlich und in schmalen Teilbereichen möglich.

Wie sehen unsere Bauwerke denn überhaupt aus? Um unser Strassennetz, auf dem rund 1,6 Mio. Fahrzeuge täglich unterwegs sind, steht es nicht zum besten. Statt eines dringend notwendigen Ersatzes des Deckbelages wird notdürftig geflickt, werden Risse ausgegossen. In Zürich ist der Bucheggplatz ein Beispiel dafür.

In Strassentunneln versagen Entwässerungsleitungen ihren Dienst. Vernässte

Fahrbahnen mit Eibildung im Winter erhöhen die Betriebsrisiken und die Unfallgefahr.

Bergwässer nagen an unserer Substanz von Bauwerken. Kraftwerkstollen sind nicht mehr dicht und verlieren Wasser, das eigentlich der Stromproduktion zugeführt werden sollte.

Salz, welches für die Winter-Schwarzräumung verwendet wird, zieht Brücken in Mitleidenschaft. Aufwendige Sanierungen unter Betrieb schränken oft über längere Zeit den Verkehr ein.

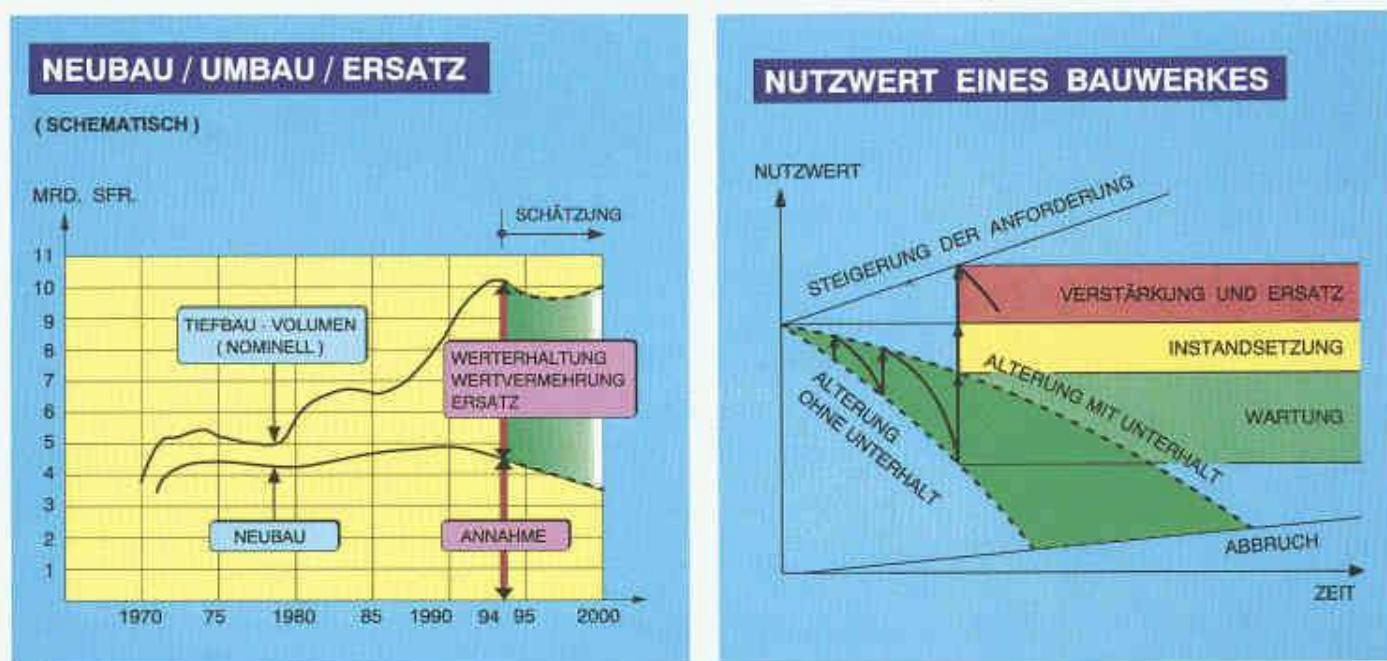
Der allgemeine Zustand der Abwasserleitungen im Untergrund unserer Siedlungen ist teilweise bedenklich. Über Jahre und Jahrzehnte sind Schäden entstanden, die dringend behoben werden müssen. Wird dies nicht gemacht, so wird an vielen Orten das Grundwasser gefährdet.

### Bürger- und Politiker-Trägheit

Das Spektrum dieser Beispiele möge zeigen, wo Substanzerhaltung dringend ansteht. Bürger und Politiker stehen da in der Verantwortung. Nehmen wir diese überhaupt wahr? Ich muss die Frage klar mit Nein beantworten.

Der Schweizer Bürger und Politiker ist träge geworden. Das Wohlstandsbedürfnis hat Priorität. Zuerst muss der Besitzstand gewahrt werden, bevor man etwas bewegt. An Weitsichtigkeit fehlt es. Sind wir blind geworden? Brecht hat es treffend so formuliert:

„Sie sägten Äste ab, auf denen sie saßen, und schrien sich zu ihre Erfahrungen, wie man schneller sägen könnte, und fuhren mit Krachen in die Tiefe, und die ihnen zsaßen, schüttelten die Köpfe beim Sägen und sägten weiter.“



Wird der Unterhalt unserer Bausubstanz vernachlässigt, so erreicht deren Zustand bald einmal eine kritische Grenze, wo der Erhalt so grosse finanzielle Mittel erfordert, dass Abbruch und Neubau die wirtschaftlichere Lösung darstellen.

Wer in alten zeitgenössischen Akten stöbert, stellt mit Staunen fest, dass man bereits vor Jahrhunderten der Substanzwahrung den Tribut gezollt hat. Dies auch im Interesse der Allgemeinheit. So hat der Kanton Bern 1744 ein Reglement zur Strassenerhaltung erlassen. Subtil werden in diesem Reglement die Details abgehandelt, was der Bürger zu tun und zu lassen hat.

#### Knappe Finanzen

Die Finanzen sind knapp. Das beweisen die Alarmrufe verschiedener Kantone und grösserer Gemeinden. Ermittelt man die Gröszenordnung der notwendigen Mittel als Richtwert für die Substanzerhaltung im Tiefbau, so ergeben sich Fr. 1300.- bis Fr. 1450.- pro Jahr und Einwohner.

Vergleicht man diese Grösse mit jener der Autokosten für Reparatur und Unterhalt pro Kopf und Jahr in der Schweiz, so ergeben sich ähnliche Gröszenordnungen. Wir lassen uns unsere Mobilität und Bequemlichkeit wirklich etwas kosten. Ein Abbau in diesem Bereich wird wohl unumgänglich sein; dies auch desthalb, weil wir es uns von der Einkommensseite her bald einmal nicht mehr oder nur zum Teil leisten können.

Dass aber auch unser Sozialkostenbereich wie jener der Subventionen einer kritischen Überprüfung zu unterziehen sein wird, sei am Rande erwähnt. Zurückstecken ist immer ein schmerzhafter Prozess, aber ohne das wird es kaum gehen. Unseren Politikern jeglicher Parteischat-

tierung sei daher zugerufen: «Tut endlich etwas Tapferes!»

Unsere Wirtschaft hat schon immer bewiesen, dass sie innovativ sein kann. Warum nicht einen neuen Lösungsweg für die Zukunft suchen? Die öffentliche Hand umreisst ihr Substanzerhaltungsproblem. Anbieter offerieren Lösungen hinsichtlich Technik, Organisation, Finanzierung und Ablauf. Der Unternehmer erbringt eine klar abgegrenzte Dienstleistung, und der Auftraggeber kann dadurch seinen Mittelbedarf längerfristig budgetieren.

Noch ist das Interesse der Studierenden zum Thema «Substanzerhaltung» eher gering. Das Wissen ist im Lehrkörper vorhanden, und es besteht auch ein Angebot im Studienplan. Junge Menschen wollen in überwiegender Zahl jedoch lieber kreativ Neues bauen.

Die Problemlösungen bei der Substanzerhaltung sind anspruchsvoll, sie verlangen bewegliche Generalisten. Unsere Ausbildung mit dem neuen Studienplan zielt in diese Richtung, und langsam wird auch die Ansicht reifen, dass die Tätigkeit der Substanzerhaltung in Zukunft Alltag und ein wesentlicher Teil des Brotkorbes sein wird.

#### Substanzerhaltung in der ETH

Wie steht es um die Kernsubstanz der ETH, die es zu bewahren, zu mehren und zu vergrössern gilt?

Man kann die ETH aus zwei verschiedenen Blickwinkeln betrachten. Einmal von aussen, von der Wirtschaft und Gesellschaft her bezüglich

- Qualität der Lehre
- Qualität der Forschung

- Status der Zusammenarbeit von Wirtschaft und Hochschule.
- Andererseits kann sich unser Blick nach innen richten, wo es um die Erhaltung
- günstiger Rahmenbedingungen
  - Effizienz der eingesetzten Mittel
  - umsichtige Führung geht.

Oft werden wir Professoren als «Motor» der Hochschule bezeichnet, das ist wohl richtig, und ich konnte dies über ein-einhalb Jahrzehnte auch erleben. Motoren sollen, wenn sie einmal laufen, auch nicht dauernd gebremst werden, sonst erleiden sie Schaden, dauernden Schaden.

Substanz an der ETH erhalten können wir nur, wenn Ballast über Bord geworfen wird und die Professoren ihren notwendigen Freiraum bewahren und ihren Motor zugunsten von Lehre und Forschung einsetzen können.

Ein bekannter Fachkollege aus Deutschland, darauf angesprochen, was den Universitäten am meisten fehle, gab zur Antwort: «Professoren, die den Ministerialeingriffen Widerstand leisten.»

Um «Leadership» zu verkörpern - und die ist an der ETH gefragt - können nur höchste Ansprüche genügen. Dazu braucht es Beweglichkeit und Effizienz, was nur durch mehr Freiraum und Autonomie an den Instituten erwirkt werden kann. Verkrustungen und immer engere Korsetts sind nicht das, was der Lehrkörper braucht. Weniger Vorschriften und Reglemente und das Ziel einer privatrechtlichen Führung der ETH mit all ihren differenzierten Bausteinen ist das, was wir uns wünschen.

«Mut zum Aufbruch.» Der grosse schweizerische Bestseller des Dezember 1995 hat an vielen gesellschaftspolitischen

Türen gerüttelt, auch an jener der ETH. Ob die verschiedensten amerikanischen Rezepte, die den Hochschulen zugeschrieben werden, auf fruchtbaren Schweizer ETH-Boden fallen, wird noch zu diskutieren sein. Wenn die Donatoren häufig und die Vergabungen gross sein werden, könnte dies die Gespräche vereinfachen. Vorerst aber haben wir mit unseren selbsterarbeiteten Steuerfranken zu haushalten.

Nur ein intensiver Kontakt der ETH zur Wirtschaft bringt die notwendige Basis für ein klares gegenseitiges Verständnis und damit auch die Bereitschaft der Wirtschaft, die verschiedenen Disziplinen und Bereiche der Hochschule tatkräftig zu unterstützen. Diese Bereitschaft durfte ich in den vergangenen 15 Jahren auf eindrückliche Art erfahren.

Wie steht es um die Qualität der Lehre an der ETH? Aus dem Fachbereich des Bauingenieurwesens lässt sich feststellen, dass unsere Absolventen auch im Ausland gute Chancen für ihre Ingenieurtauglichkeit haben. So wie die Bauingenieurfakultät haben auch andere Ingenieurdisziplinen der ETH sich in den letzten Jahren bemüht, ihre Studienpläne zukunftsgerichtet zu ge-

stalten. Um weiterhin gut ausgebildete Ingenieure in die Praxis zu entlassen, muss das Niveau unserer Lehre absolut erhalten und gewahrt bleiben. Der Trend, der sich im Bereich der Maturitätsausbildung abzeichnet, ist nicht dazu angetan, ein tragbares Fundament für den Einstieg in die Hochschule zu gewährleisten.

Zur Qualität der Lehre gehört aber auch die Qualität des Studienklimas. Es wird auch in Zukunft darum gehen, dass wir uns bemühen, ein solches zu schaffen, denn zur Substanz der ETH gehören positiv motivierte Studenten, die mit Elan und Freude das vorgegebene Studienpensum bis zum Abschluss bringen. Im Rahmen dieser Studien sind entsprechende Praktika motivationsfördernd. Ich möchte dazu das Beispiel eines sechsemestrigen Bauingenieur-Studenten erwähnen: «Es muss ein einmaliges Erlebnis sein, wenn man als angehender Ingenieur beim Durchschlag eines Bewässerungsstollens in Südafrika als erster der Schweizer Crew durch den Kopf der Tunnelbohrmaschine kriechen darf.»

In der Bausparte haben wir zurzeit, und dies nicht erst seit gestern, eine Bi-

## Literatur

[1]

Vitruv: Zehn Bücher über Architektur (De architektura) (verfasst 33-22 v. Chr.). Übers. von C. Fensterbusch, Darmstadt: Wiss. Buchgesellschaft, 1976.

[2]

Baukunst, in: Ch. L. Sieglitz (Hrsg.), Encyclopädie der bürgerlichen Baukunst, Leipzig: Fritsch, ab 1792.

senlage mit rauen Winden. Der Brotkorb wird allen höher gehängt. Durchblick und Weitblick sind gefragt. Das Baugeschchen wird sich nicht umfassend vor unserer Haustüre abspielen, sondern weiter weg. Unsere jungen Ingenieure werden sich daher auch im Ausland bewähren müssen, wie dies eine ganze Anzahl bereits mit Erfolg getan hat.

Darum hat jeder von uns im Lehrkörper die Verpflichtung, die Studentinnen und Studenten so zu fördern, dass sie gewillt und fähig sind, Verantwortung zu übernehmen.

## Adresse des Verfassers:

Prof. Dr.-Ing. E.h. Robert Fehlig, Institut für Bauplanung und Baubetrieb, ETH-Zürich

Heinrich Hofacker, Zürich, und Karl Baumann, Bonaduz

## Brückenverstärkungen durch aussenliegende Vorspannung

**Nach einer längeren Periode von Brückenneubauten kommt seit einigen Jahren im konstruktiven Ingenieurbau der Sanierung und Verstärkung bestehender Brückenobjekte eine immer grösser werdende Bedeutung zu. Die Vorspanntechnik, deren theoretische Aspekte nicht zuletzt dank langjährigen Forschungen an der ETH heute weitgehend abgeklärt sind, erhält dabei eine wichtige neue Funktion, und es erscheint reizvoll, die sich bietenden neuen statischen und konstruktiven Möglichkeiten aufzuzeigen.**

Bei Bauwerksverstärkungen stellt sich zuerst immer die Frage nach dem Zustand des bestehenden Tragwerks. Dabei muss einerseits die Baustoffqualität (Beton, Bewehrungsstahl, Spannstahl) möglichst zutreffend beurteilt werden. Andererseits sind örtliche Schwächungen wie Risse,

Korrosionserscheinungen usw. zu beachten und deren Einfluss auf das statische Tragverhalten zu quantifizieren. Zur Abklärung des Tragverhaltens des vorhandenen Bauwerks können vielfach mit Hilfe eines einfachen Belastungsversuchs zusätzliche Informationen gewonnen werden. Wird der gleiche Belastungsversuch am sanierten Tragwerk wiederholt, lässt sich zudem die Wirksamkeit der Verstärkungsmassnahmen überprüfen. Neben der vorhandenen Baustoffqualität und den festgestellten Schäden müssen die Kennwerte der zukünftigen Beanspruchungen festgelegt werden. Normalerweise werden den Sanierungsprojekten die Belastungen gemäss Norm SIA 160/89 zugrunde gelegt. Der Lastfaktor für die Eigenlasten  $\gamma_g$  kann allenfalls in Anlehnung an SIA 462 reduziert werden, da die Eigenlasten am Objekt überprüft werden können und demzufolge bekannt sind. Sobald eindeutige Klarheit über die Baustoffqualität, den Schädigungsgrad und die dem Tragwerk zu-

grunde gelegten Kenowerte der Belastungen besteht, kann die eigentliche Aufgabe der Tragwerkverstärkung gezielt an die Hand genommen werden. Das nachträgliche Anbringen einer externen Vorspannung stellt dabei ein Mittel dar, das bestehende Tragwerk zu verstärken und eignet sich besonders dann, wenn der Biegewiderstand über grössere Bereiche deutlich erhöht werden muss.

## Erhöhung des Biegewiderstandes

Bei der Anordnung einer externen Vorspannung spielen nicht nur statische, sondern oftmals weit mehr konstruktive Überlegungen eine Rolle. Allein schon die Kabelgeometrie lässt sich nicht nur aus statischen Überlegungen festlegen (z.B. Entscheid Kabelverlauf polygonal oder gerade), sondern man muss auch Rücksicht auf das bestehende Objekt nehmen. Bei Verstärkungen vorhandener Tragwerke liegt das Schwergewicht auf der Erhöhung der Tragsicherheit, die Nachweise für die Gebrauchstauglichkeit müssen aber auch erbracht werden, bieten jedoch meist keine besonderen Probleme. Eine Ausnahme bilden Tragwerke, die infolge starker und anhaltender Verformungen oder Rissbildungen die Anforderungen an die