

**Zeitschrift:** Schweizer Ingenieur und Architekt  
**Herausgeber:** Verlags-AG der akademischen technischen Vereine  
**Band:** 104 (1986)  
**Heft:** 14

**Artikel:** Randbemerkungen zur Betonschadens-Diskussion  
**Autor:** Eichenberger, H.  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-76125>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. 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. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

### **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. [Voir Informations légales.](#)

### **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. [See Legal notice.](#)

**Download PDF:** 17.03.2025

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

intakt ist  
 $FU(i,j,k,2)$  = Ergebnis ist nicht eindeutig  
 $FU(i,j,k,3)$  = Ergebnis ist eindeutig und führt zum Schluss, dass das Bauwerk ungenügend ist.

Zu bemerken ist noch, dass auf dem Niveau  $k = 3$  selbstverständlich so lange untersucht werden muss, bis eine der Folgerungen  $FU(i,j,k,1)$  oder  $FU(i,j,k,3)$  auftritt (Bild 4).

Damit sind nun die einzelnen Teile des Gedankenmodelles erklärt, und anhand der Darstellungen in den Bildern 1 bis 4 kann der Ablauf der Entscheidungsvorgänge leicht nachvollzogen werden.

Zum Schluss bleibt noch die Frage zu beantworten, welcher der möglichen Wege der beste sei. Dazu muss zuerst geklärt werden, welches Kriterium hierfür herangezogen werden soll. Wie wohl nicht anders zu erwarten, scheint jener Weg der beste zu sein, welcher die kleinsten mutmasslichen Kosten verursacht.

Um nun diesen optimalen Weg zu finden, müssen die einzelnen Untersu-

chungen, Massnahmen und Folgen mit ihren zugehörigen Kosten versehen werden:

$KU(i,j,k)$  = Kosten der Untersuchungen  
 $KM(i,j,k)$  = Kosten der Massnahmen  
 $KF(i,j,k,m)$  = Kosten der Folgen aus den Massnahmen.

Ausserdem sind für das Eintreten der möglichen Folgen aus den Massnahmen und für jenes der möglichen Folgerungen aus den Untersuchungen noch Wahrscheinlichkeiten anzunehmen:

$PFU(i,j,k,m)$  = Wahrscheinlichkeit für das Eintreten einer bestimmten Folgerung aus einer Untersuchung  
 $PFM(i,j,k,m)$  = Wahrscheinlichkeit für das Eintreten einer bestimmten Folge aus einer Massnahme.

Damit lässt sich nun mit Hilfe der Entscheidungstheorie der optimale Weg, der die kleinsten Kosten verursachen sollte, im voraus berechnen [10].

Ein einfaches Beispiel, welchem die in Tabelle 2 angegebenen Kosten und die in den Tabellen 3 und 4 aufgeführten a-priori-Wahrscheinlichkeiten  $PFU(i,j,k,m)$  und  $PFM(i,j,k,m)$  zugrunde gelegt sind, zeigt die Anwendung dieses Modells in der Praxis. Wie die in Bild 2 ebenfalls eingetragene Analyse ergibt, ist es unter diesen Voraussetzungen gleichgültig, ob die Untersuchungen auf dem Niveau 2 oder 3 begonnen werden, da die Erwartungswerte für die Kosten bei Start auf Niveau 2 mit 173 kFr. nur unwesentlich von jenen bei Start auf Niveau 3, welche mit 175 kFr. errechnet worden sind, abweichen; zur besseren Unterscheidung dieser beiden Wege müssten genauere Analysen gemacht werden. Mit einem deutlich höheren Kostenaufwand, nämlich mit 334 kFr., ist hingegen dann zu rechnen, wenn mit den Untersuchungen auf dem Niveau 1 begonnen würde.

Adresse des Verfassers: Dr. M. Ladner, EMPA, Überlandstrasse 129, 8600 Dübendorf.

## Randbemerkungen zur Betonschadens-Diskussion

Von Dr. H. Eichenberger, Zürich

### Grundsätzliches

Bauschäden sind für Juristen Vermögensminderungen an Geld und Gut. Die Schadenshöhe ergibt sich in der Regel aus der Differenz zwischen gegenwärtig geschädigtem Zustand einzelner Bauten und ihrer Erhaltung ohne Schädigung im Blick auf bestimmte Funktionen. Kleine Mängel als Ursachen können grosse Schädigungen hervorrufen. Im Falle Uster führte eine eng begrenzte Stahlbügel-Korrosion zum Tode junger Menschen und damit auch zu unersetzlich hohem *tort morale!* Reine Sachschäden können sich zudem mittelbar und objektiv bis subjektiv höchst unterschiedlich auswirken, je nachdem, ob z.B. die Benützung oder der Betrieb eingestellt, zudem ein minderbemittelter Bauherr oder der Bund/Kanton betroffen ist. Setzt man die Höhe der Betonschäden der letzten Jah-

re ins Verhältnis zur gesamten schweizerischen Wohnsubstanz, so zeigt sich die Relativität dieser Schadensereignisse. Die 1,1 Mio Wohnbauten der eidgenössischen Volkszählung 1980 mit rund 3 Mio Wohnungen erreichen heute Wiederbeschaffungswerte von weit über 500 Mrd Fr. Zu ihnen stossen etwa gleichviel Milliarden an öffentlichem und gewerblichem Bauvolumen und weitere 150 Mrd Fr. an Strassenbauten. Vor solchen Wertvolumina nehmen sich (Beton-) Bauschäden, die den Regeln der Baukunde und der natürlichen Alterung und Entwertung aus Umwelteinwirkungen über Jahrzehnte nicht entsprechen, eher bescheiden aus. Diejenigen Journalisten und Fachleute, welche den Fall Uster zu einem generellen Angriff auf die moderne Architektur und die konstruktive Baupraxis Schweiz emporstilisieren, sind Opfer der momentanen Stimmungslage. Es gilt, klar zwischen ein-

zelnen Schadensbildern, im Betonbau vorab der mangelnden Überdeckung oder Abdeckung mit Korrosionsfolgen beim Stahlbeton, und einer emotionalen Schwarzmalerei mit Angstappellen à la *Betonkrebs* und Biobetonreklame zu unterscheiden.

### Strassenbau- und Brückenschäden

Im Strassenbau legen die Kostenschätzungen kantonaler Tiefbauämter sowie die Rechnungen des Bundesamtes für Strassenbau eine sichere Basis. Die Kostenschätzung für baulichen Unterhalt von etwa 1 bis 1,5% des Anlagewertes für Nationalstrassen dürfte nur unter Einbezug der Ausrüstungen zutreffen. Auch die Brückenschäden, das gegenwärtige Sorgenkind Nummer 1, mit seinen Erneuerungen der Deckbeläge bis ganzer Tragkonstruktionen, verlieren angesichts der obigen Milliardenbeträge oder etwa des gesamten Unterhaltsvolumens der schweizerischen Bausubstanz von über 12 Mrd Fr. erheblich an Bedeutung. Die Öffentlichkeit nimmt zu wenig davon Kenntnis, dass im Ge-

gensatz etwa zum Wohnungsbau, der mit Ausnahme der Aussenwände den atmosphärischen Einflüssen weitgehend entzogen ist, Strassen, Pisten und Brücken schon deshalb erhöhte Unterhalts- und Sanierungsquoten aufweisen, weil sie in den letzten Jahrzehnten stets wachsenden Achslasten und mangels Abdichtungen konzentrierten Streusalzeinwirkungen auf ungeschützten Oberflächen ausgesetzt waren. Was die Nationalstrassendeckelbelege in Beton betrifft, so lässt sich deren Unterhalt offensichtlich über längere Zeitperioden tiefer halten als etwa der Unterhalt bituminöser Fahrbahndecken, deren Spurrinnensanierungen und Verschleisserneuerungen schon nach 7 bis 8 Jahren einsetzen. Zudem weiss heute niemand, ob sich um das Jahr 2000 die Preisschere zwischen bituminösem Mischgut und frost-/tausalzbeständigem Beton nicht weiter geöffnet haben

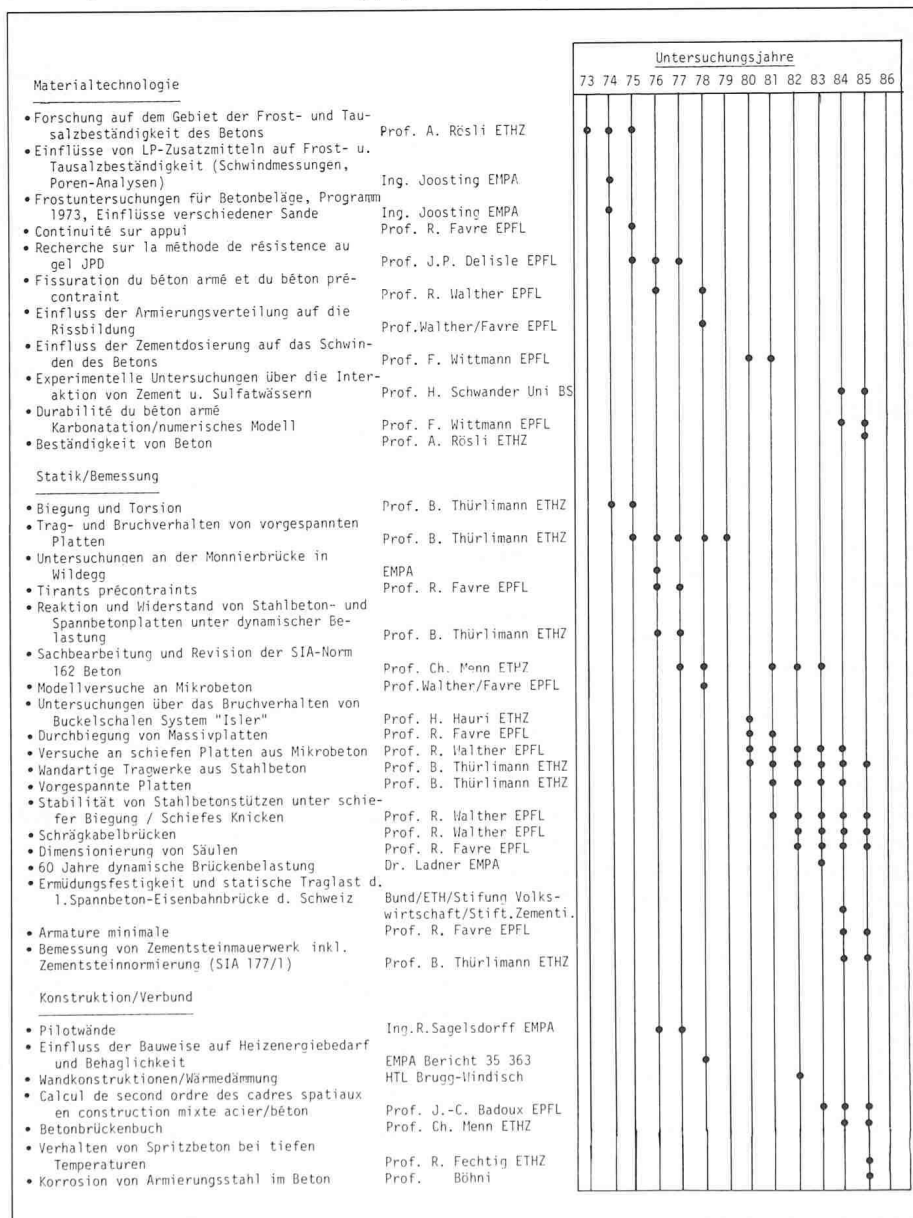
wird, so dass Sanierungsrezepte für Deckbeläge im Nationalstrassenbau anders lauten werden, als es heutige Auguren sich vorstellen.

### Jedem Schadensfall seine eigenen Ursachen

Jeder Schadensfall hat sein Eigenleben, das sich aus ganzen Ursachenketten im Baustoff und aus Aussenwirkungen aufbauen kann. Jeder Ingenieur oder Jurist, der Sicherheitsanforderungen oder auch nur Evaluationen an existierenden Betonbauten vornimmt, weil sie sich nicht so verhalten, wie man sie geplant und konstruiert hat, wird das bestätigen. Der am ACI Annual Convention 1984 aufgestellte Satz: *All existing structures, particularly concrete structures, exhibit their own unique set of phy-*

sical characteristics gilt wohl neben dem statischen Bereich auch weitgehend für Schadensverantwortlichkeiten. Wer glaubt, man könne schnell Schadensinventare aufnehmen und einzelne Schadensbilder gemeinsamen Typen zuweisen, dürfte eher enttäuscht werden. Konzeptions- und Ausführungsmängel reichen sich vielfach die Hand, und menschliches Versagen kann als subjektiver Faktor erst noch überwiegen. Davon zu trennen sind typische Checklisten sowie Rezepte für die Erfassung des Ist-Zustandes, für verschiedene Schutz- und Sanierungsmassnahmen, an denen der Jubilar und sein Institut ebenso anerkennenswerten Anteil haben wie etwa der Entwurf SIA 162 oder das Merkblatt 85.101 (Januar 1985) der WTACH/SIA, Fachgruppe für industrielles Bauen. Man fühlt sich dabei des öftern an die Unfallverhütungsstrategie der SUVA erinnert.

Von der Stiftung für wissenschaftliche, systematische Forschungen auf dem Gebiet des Beton- und Eisenbetonbaues finanziell unterstützte Forschungsprojekte nach Sachgebieten



### Schadenszuordnung und Verantwortlichkeit

Hellseher sind heute rasch zur Hand, die Ursachen eines erheblichen Betonschadens entweder dem Planungs-, Konstruktionssektor oder den Betonkomponenten zuzuweisen. Das geht bis zur *terrible simplification*, wonach Statik und Forschung, aber auch der Schweizer Zement mit seiner EMPA-Festigkeitskontrolle und überhaupt die ganze Betontechnologie längst das Ihre getan hätten, die Schuld somit ausschliesslich beim ausführenden Bauunternehmen liege. Es hätte unter Zeitdruck «gewurstelt», um Zeit zu gewinnen, vielleicht selbst fragwürdige Betonqualitäten in Kauf genommen, im Taktfahrplan die Nachbehandlung vernachlässigt usw. Solch fahrlässige Argumentationsversuche und antike Sündenbockdeklarationen müssen zurückgewiesen werden. Schon aus der dargelegten Einmaligkeit wesentlicher konstruktiver Schadensfälle wären sie nicht annehmbar. Alle Hauptgruppen der Bauwirtschaft, von der Planung über Konstruktion bis zu den Stoffzulieferanten, ja sogar der Bauherr selbst, der aus überspanntem Wirtschaftlichkeitsdenken den Offertpreis zu stark gedrückt hat, können schuldig werden. Der Bericht der Geschäftsprüfungskommission des Nationalrates zu den Schäden des Nationalstrassennetzes weist konkret darauf hin. Selbst planende Koryphäen fragen sich im nachhinein vielleicht, ob sie im Hoch- oder Brückenbau der Eleganz nicht zu viel schützende alkalische Betonsubstanz geopfert haben. Kurz und gut: der Ver-

antwortlichkeiten sind viele, und es wäre kaum zweckmässig, besonders nach Ablauf jeglicher Werkhaftung, nach Schuldigen und Rückgriffmöglichkeiten zu suchen. Damit soll aber nicht einem Laisser-faire angesichts menschlicher Unvollkommenheit das Wort geredet werden. Im Gegenteil, die neue Herausstellung der Verantwortlichkeit der einzelnen Ingenieure und Architekten im Vernehmlassungsentwurf SIA 162 ist ebenso eine Notwendigkeit wie etwa kurzfristige Kontrollperioden, als die SIA 160 noch vorschreibt. Sie sollen zudem den wachsenden Erhaltungs- und Erneuerungsanforderungen bestehender Strukturen ebenfalls Rechnung tragen, denn aus dem Bündel unterschiedlichster Einwirkungen entfalten die einzelnen Strukturen nach Jahrzehnten des Gebrauchs ihr Eigenleben. Als Jurist würde ich dabei vermehrte *Case Studies* und Testmethoden nur begrüssen, etwa Evaluationen der Tragfähigkeit gepaart mit Prüftechniken aus dem zerstörenden und nicht zerstörenden Bereich, ferner Feld- und Laboratoriumsuntersuchungen zu Langzeitverhalten samt Probabilitätskalkulationen. Doch ob der wissenschaftlichen Papierflut sollten einfache und klar verständliche Massnahmen und Kontrollschritte für den Polier auf dem Bauplatz nicht vergessen werden. Schon die bisherige, z.B. von der TFB seit Jahren eingehämmerte Rezeptur eines «P 300 oder mehr», des tiefen Wasser-Zement-Faktors, gut durchmischter homogener Betone und genügender Nachbehandlung haben im

Vergleich zum Ausland doch – nimmt man alles nur in allem – zu einem erfreulichen Gesamtzustand schweizerischer Betone geführt. Dabei dürfen auch die Richtlinien Qualität und Technik des VSTB nicht vergessen werden.

#### Weiterungen

Wir hoffen, dass die Ergebnisse abgeschlossener bis laufender Forschungen, wie sie z.B. unsere «Stiftung» im Auftragsverhältnis bei Hochschulen und EMPA in den letzten zehn Jahren mit erheblichem Mitteleinsatz vergeben hat und an denen der Jubilar mitbeteiligt war (vgl. Tabelle), auch noch ihre Langzeitfrüchte tragen werden. Und wenn dem nicht so wäre, so können einzelne dieser Untersuchungen sicherlich Hinweise geben, inwieweit die Gewichte in der Anwendungsforschung allfällig entsprechend den Zeitbedürfnissen etwas verschoben werden müssen, z.B. neben die Statik eine verstärkte, praxisnahe Unterrichtung in Materialtechnologie zu treten hat. Gerade die noch weissen Flächen auf der Landkarte des Bauunterhalts (Stichworte: Permeabilität, Coating, Testmethoden für verbundene Produkte) machen u.a. aber auch deutlich, dass es unabdingbar ist, an den Technischen Hochschulen im Sektor der Materialwissenschaften einen Beton-Lehrstuhl weiterhin zu besetzen. Mit externen Lehraufträgen allein, so wertvoll sie auch sind, ist den Ingenieuren und Architekten auf den verzweigten Wegen der Betonbeständigkeit, gesicherter Basisdaten des *Repairing*, aber

auch der Evaluation bestehender Betonbauten unter besonderer Berücksichtigung von Grenzen des Gebrauchszustandes und Abschätzungen ihrer weiteren Lebensdauer mit Hilfe prophylaktischer Massnahmen, nicht genügend gedient.

Es drängt sich ferner auf, die heute sehr dezentralisierte Zusammenarbeit im Sektor Betonbau angesichts der Schadensfälle zu straffen. Ein vermehrter Schulterchluss der öffentlichen Hände (Bundesanstalten, EMPA) mit den privaten bauwirtschaftlichen Verbänden, z.B. im Rahmen der Schweizerischen Bauwirtschaftskonferenz oder des SIA, wäre wünschbar. Der Ist-Zustand typischer Schäden und standardisierte Sanierungsschritte der Verbundmaterialien PC/Zusatzmittel samt Kostenfolgen könnten solchermassen vermehrt offengelegt werden. Viel Transparenz unter Fachleuten – z.B. mittels Tagungen wie die der FIB 1984/85, des SMTV oder der TFB mit ihren Wildegger Kursen – ist und bleibt ein gutes Rezept für neue Übung und Prophylaxe. Wenn man dabei noch stoffnah bleibt, wie es sich der Jubilar seit jeher gewünscht und bei seinen zahlreichen Studentenbesuchen in Zementfabriken auch durchgesetzt hat – «Wir wollen den Zement sehen!» – so braucht es einem ob dauerhafter Betoninvestitionen zum Wohle unserer Volkswirtschaft nicht bange zu sein.

Adresse des Verfassers: Dr. H. Eichenberger, Dir. Verein Schweizerischer Zement-, Kalk- und Gipsfabrikanten, Talstrasse 83, 8001 Zürich.

## Neue Bücher

### Schweizer Energiefachbuch 1986

*Neu mit Baureport: Wo und wie in der Schweiz energiegerecht gebaut wird*

Das Schweizer Energiefachbuch gehört heute zu den etablierten Fachbüchern; es bietet dem bauinteressierten Laien wie dem Fachmann wertvolle Anregungen; auch als Nachschlagewerk ist es unentbehrlich geworden.

Wer Beispiele sucht für energiegerechtes Bauen – bei Neubau oder Sanierung – findet dies im Baureport. 24 Musterfälle werden hier mit wichtigen technischen Details (worauf es ankommt), Hinweisen auf Wirtschaftlichkeit, Rendite und praktischen Erfahrungen

gen leserfreundlich dargestellt und umfasst Wohn- und Verwaltungsbauten, Industrie- und Gewerbebauten, Schulen und Sportanlagen, Wärmekollektive und Einkaufszentren. Es werden auch Lösungen dargestellt, die das Beste aus den gegebenen Randbedingungen machen. Kontakte zwischen Fachleuten und Bauherren am konkreten Objekt sind erwünscht.

Neu ins Fachbuch haben die Herausgeber eine Liste von rund 90 renommierten Energieberatern aus der ganzen Schweiz aufgenommen. Der interessierte Bauherr kann gestützt auf das Register eine kompetente Beratung erwarten.

Die bewährte Kapiteleinteilung wurde auch in der Ausgabe 1986 beibehalten. Sie enthält übersichtlich gegliedert über 200 Seiten aktuelle Informationen zu Forschung (Liste aller laufenden Energie- und Umweltprojekte), Marktreport (was gibt es Neues auf dem

Markt), Verbandsforum (Leistungsbau des Schweizer Gewerbes) und vieles mehr.

Einzelpreis Fr. 46.–.

Auskunft und Bestellung: SAGES (Schweizerische Aktion Gemeinsinn für Energiesparen), Gemeindestr. 35, 8032 Zürich oder beim M & T-Verlag, 9001 St. Gallen, Tel. 071/23 55 55.

