

**Zeitschrift:** Schweizer Ingenieur und Architekt  
**Herausgeber:** Verlags-AG der akademischen technischen Vereine  
**Band:** 98 (1980)  
**Heft:** 42

**Artikel:** Zur Frost-Tausalz-Beständigkeit von Beton: internationales Symposium in Wien, Juni 1980  
**Autor:** Wilk, Willy  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-74231>

### **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:** 02.04.2025

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

# Zur Frost-Tausalz-Beständigkeit von Beton

Internationales Symposium in Wien, Juni 1980

Von Willy Wilk, Wildegg

Ende Juni hat in *Wien* ein internationales Symposium über «Frost-Tau-Beständigkeit» stattgefunden, organisiert vom *Forschungsinstitut der Österreichischen Zementindustrie*. An der technisch-wissenschaftlichen Tagung nahmen rund 35 Wissenschaftler aus zwölf Ländern teil. Hauptthematika waren:

- Mechanismen des Frostangriffs auf Beton
- Einfluss von Tausalzen
- Die zahlreichen und unterschiedlichen Testmethoden zur Bestimmung des Frost-Tauwiderstandes ohne und mit Berücksichtigung chemischer Taumittel
- Die bestimmenden Teile der Betonstruktur:
  - Zuschlagstoffe
  - Hohlräume
  - Bindemittel (Zement)
- Besondere Probleme im Zusammenhang mit der Aufbereitung und der Herstellung des Betons

Es ist nicht zu übersehen, dass in jüngster Vergangenheit sowohl die Anstrengungen der verschiedenen Forschungs- und Materialprüfinstitute im Blick auf die Frage nach der *Dauerhaftigkeit* des Werkstoffes Beton intensiviert wurden als auch entsprechende Tagungen unter diesem Titel sich häufen. Der Anlass dazu ist zweifellos dadurch gegeben, dass in verschiedenen Ländern im vergangenen Dezennium *Schadenphänomene an Tragstrukturen aus Beton wie Brücken und grossen Parkgaragen* festgestellt wurden, deren Ursache zweifelsfrei *klimatisch* und *witterungsbedingt* ist und nicht Wirkungen der Belastung (Verkehrslasten, Eigengewicht) sind. Der Kanadier *F. Litvan* berichtete über das Ausmass solcher Schäden in *Nordamerika* und über die zur Wiederinstandstellung solcher Tragwerke erforderlichen gewaltigen finanziellen Mittel in den kommenden Jahren. Ähnliche Feststellungen in jüngerer Vergangenheit wurden auch in Europa in der Bundesrepublik Deutschland gemacht.

Es liegt nicht in der Absicht der vorliegenden kurzen Berichterstattung, eingehend auf die Verhandlungen und Diskussionen dieser Tagung in Wien einzugehen. Interessenten können sich an die gelegentlich erscheinenden «Proceedings» halten. Der Verfasser möchte viel-

mehr auf einige wenige Eindrücke und Feststellungen eingehen, die willkürlich herausgegriffen sind und der *persönlichen Sicht* des Tagungsverlaufs entspringen.

## Lasten, Kräftespiel plus Dauerhaftigkeit

Bis in die neueste Zeit lag der unumstrittene Schwerpunkt des projektierenden Ingenieurs bei der Bemessung irgend eines Tragwerkes, in der möglichst genauen Erfassung des Lastspektrums (statische und dynamische Lasten) und des Kräftespiels. In Zukunft wird dieses Lastspektrum zu erweitern sein durch gleichwertigen Einbezug aller Fragen nach der *Dauerhaftigkeit* von der «Bewitterung» ausgesetzten Tragwerke. Dies erfordert repräsentative, reproduzierbare Methoden zur Prüfung und Kontrolle der Frost-Tauwechsel-Resistenz von Beton.

Die Tagung hat gezeigt, dass man noch weit davon entfernt ist, über gleichwertige, untereinander vergleichbare Testmethoden zu verfügen. Dass man schliesslich zu einem *einzigem, allgemein gültigen Testverfahren* kommt, darf wohl, gemessen am heutigen Erkenntnisstand, als *Illusion* abgeschrieben werden.

Die Konsequenz der seit einiger Zeit bereits beobachteten Tatsache, dass eine bestimmte Test-Methode für bestimmte Anwendungsbereiche ausgezeichnete, für andere Bereiche weniger gute Repräsentativität ergibt wird sein, wie *Litvan* meinte, dass man sich daran gewöhnen muss, weder heute noch morgen über eine «Allerwelts» -, eine universell gültige Methode verfügen zu können. Vielmehr werden verschiedene Methoden gleichzeitig nebeneinander in Gebrauch stehen. Dabei ist die *Kalibrierung* jeder einzelnen Methode im Blick auf die von ihr in der Praxis abgedeckten Anwendungsbereiche (z.B. Strassenbeläge oder Brückenbauten) zwingend erforderlich.

Es wäre sehr zu wünschen, wenn man in Kreisen der auf diesem Gebiet tätigen Spezialisten, sich diese realistische

Betrachtungsweise allgemein zu eigen machen würde und untaugliche Versuche unterlassen würde, «Korrelations-Beziehungen» zwischen den verschiedenen Tests, deren physikalische Verfahrensprinzipien signifikant unterschiedlich sind, herzuleiten.

## Verfeinerte Prüfmethode

Im Zusammenhang mit der Entwicklung von Prüf- und Kontrollmethoden zur Bestimmung des Widerstandsgrades von Beton gegenüber Frost-Tauwechsel, unter allfälliger Mitwirkung chemischer Taumittel, steht stets auch das Bemühen um die Abschätzung der «Lebenserwartung», um eine ungefähre Voraussage der Gebrauchsdauer (so weit dies die *materialtechnische* Seite angeht). Dieser Zielsetzung steht als Schwierigkeit die Festsetzung von *Gebrauchskriterien* für die verschiedenen Anwendungsformen (Brücken, Parkgaragen, Betonstrassen, «off shore»-Tragstrukturen u.a.m.) entgegen. Dieser Problematik lässt sich vorläufig nur dadurch beikommen, dass man solche Gebrauchskriterien für den einzelnen bestimmten Bauwerktyp (z.B. Decken von Parkgaragen) oder noch weiter verfeinert für die einzelne Komponente der Tragwerkstruktur (z.B. Brüstungen von Brücken) bestimmt.

Diesen Weg beschreitet man in der Schweiz seit zehn Jahren sehr erfolgreich im Beton-Anwendungsbereich «Strassenbeläge» für den sowohl kalibrierte Prüfmethode als auch Qualitätskriterien erarbeitet wurden [1]. Die hierfür angewandte Methodik beruht auf einem *zweistufigen Entscheidungsverfahren*. Der heute im Strassenbau in der Schweiz für Beläge verwendete Beton, es wird dafür grundsätzlich ein sogenannter «Luftporenbeton» verlangt, wird in einer ersten Stufe mit Hilfe lichtmikroskopischer Verfahren auf seine Porenstruktur und morphologischen Eigenschaften seines Gefüges (Risse, Defekte im Kontakt Aggregate/Zementstein) analysiert und aufgrund der Befunde einer der drei folgenden *Qualitätsklassen* zugeordnet:

- Gute Frost-Tausalzresistenz,
- Mittlere Frost-Tausalzresistenz,
- Ungenügende Frost-Tausalzresistenz.

Ergibt dieser erste (analytische) Befund ein «gut» oder «ungenügend», ist ein zweiter Untersuchungsschritt unnötig. Die beiden folgenden qualitativen Einstufungen sind gültig: «Guter» Beton erfordert keine weiteren Massnahmen. Bei «ungenügendem» Resistenzgrad sind besondere Massnahmen erforderlich; eine kann z.B. sein, dass man sich zu einer Präventiv-Imprägnierung entschliesst.

Erweist sich in der analytischen Stufe ein «mittlerer» Resistenzgrad, ist zur schärferen Eingrenzung die zweite Test-Stufe notwendig: Im Fall der «Betonstrassen» eine beschleunigte «Frost-Methode» (*Dobrolubov/Romer*) unter Verwendung kleiner Prüfkörper (30×30×60 mm), eines beschleunigten Frost-Tau-Rythmus (18-Minuten-Zyklus) und einer Kalzium- oder Natriumchlorid-Lösung von 33°, bzw. 22° Baumé. Gemessen werden die spezifischen Längenänderungen der Prüfkörper in Abhängigkeit der Anzahl Frost-Tauwechsel. Auf diese Weise lassen sich in 14 Tagen 400 Frost-Tauzyklen erreichen. Dieses von der Betonstrassen AG gemeinsam mit dem Labor für Präparation und Methodik entwickelte Verfahren hat nicht nur seine Eignung als nachträgliche Prüfmethode bewiesen (keinerlei Frost-Tausalz-Schäden an den in den vergangenen 10 Jahren neu gebauten Betondecken), sondern eignet sich auch hervorragend als materialtechnisch orientiertes «Führungsinstrument» grosser Baustellen, im Sinne permanenter Produktionskontrolle, indem erste Informationen über Beständigkeits-Grade bereits drei Tage nach Einbau des Frischbetons den Baustellenleiter erreichen. Der übliche Einwand gegen diese Methodik ist meist, sie sei zu aufwendig und zu teuer. Diesbezüglich gelte als Hinweis der entsprechende Prüfaufwand für einen jüngst erstellten Betonbelag einer Autobahn. Bei einer relativ häufigen Entnahme-Frequenz der Bohrkerne ergaben sich als Prüfaufwendung für:

- Frost-Tausalz-Resistenz, Fr. -.20 / m<sup>2</sup> Belag (bezogen auf die Erstellungskosten etwa 5 ‰)
- Bestimmung von Druck- und Biegezug-Festigkeits, Fr. -.05 / m<sup>2</sup> Belag

### Beton, ein homogener Werkstoff?

Mit diesem letzten Einwand werden an solchen Tagungen denn auch häufig neue, «besonders einfache» Verfahren vorgestellt, die mit der quantitativen Bestimmung eines einzigen oder einiger weniger Parameter repräsentative Aussagen erlauben sollen. Öfters besteht dann jeweils eine relevante Voraussetzung darin, dass Beton ein «homogener» Werkstoff sei. Dass dies für Beton in praxi bestimmt nicht zutrifft, sollte nachgerade jedem Baufachmann klar sein.

Dem Berichterstatter bleibt nach wie vor unverständlich, weshalb zur qualitativen Einschätzung eines gerade derart komplexen Werkstoffes wie Beton die Suche nach universell gültigen, möglichst nicht mehr als eine, höch-

stens einige ganz wenige Bestimmungsgrößen enthaltende Verfahren, unverdrossen weitergeht.

Die unmissverständliche Antwort darauf hat *Litvan* an der Wiener Tagung gegeben. Der Verfasser dieses Berichtes gestattet sich darüberhinaus den Hinweis, dass man von den Werkstoff-Spezialisten durchaus die Handhabung auch etwas komplexerer Methoden erwarten darf mit der primären Zielsetzung, das Verhalten des heute weitest verbreiteten Baustoffes Beton besser verstehen und vorausschauend präziser einschätzen zu können. Man erwartet von einem in der Bemessung von Tragstrukturen tätigen Ingenieur zu Recht ja auch, mehr als nur die Fähigkeit zur Bestimmung des Feldmomentes am einfachen Balken mit Hilfe der einzigen Formel ( $q \cdot L^2$ )  $\cdot \frac{1}{8}$

### Kombinierte, mehrstufige Verfahren zur Beständigkeitsprüfung

Dass kombinierte, mehrstufige Verfahren zur Beständigkeits-Prüfung von Beton auch heute noch an technisch-wissenschaftlichen Kongressen wenig beliebt sind, macht doch etwas betroffen unter dem entwicklungsgeschichtlichen Aspekt der Materialtechnik. Es sei deswegen an die ersten Mitteilungen des neuen Internationalen Verbandes für Materialprüfungen (1930, Zürich) erinnert. Der Schweizer *Paul Niggli*, seinerzeit Professor für Petrographie und Kri-



Paul Niggli, 1888-1953

stallographie an beiden Zürcher Hochschulen, hat bereits vor 50 Jahren (!) in seinem Vortrag auf folgende Erfahrungen aus seinem Fachbereich hingewiesen und die Materialprüfer im Bereich keramischer Werkstoffe, Mörtel und Beton damit anzuregen versucht:

### Morphologische Gefügeanalyse

«Im verfestigten Gestein ist die Art der Kornbindung noch besonders zu untersuchen und dies gilt in erhöhtem Masse bei jenen Kunstprodukten, bei denen die Verfestigung erst durch nachträgliche Prozesse zustande kommt.»

### Mikroskopische Untersuchung

«Sowohl für keramische Produkte als für die Mörtelbindung, Zement- und Betonuntersuchungen wird das *Polarisationsmikroskop* viel mehr als bisher zu Rate gezogen werden müssen.»

### Porenanalyse

«Eine weitere Eigenschaft, deren Bedeutung für die Druckfestigkeit, Frostbeständigkeit, Wetterbeständigkeit, Abnutzbarkeit, Polierbarkeit, Leitfähigkeit usw. schon lange erkannt wurde, ist die Raumerfüllung, die übrigens auch bei der Verwendung von Lockermaterialien von praktischer Bedeutung ist (z. B. möglichst geringe Mengen von Bindestoffen bei Vorhandensein verschiedener Korngrößen, die eine dichte Packung ermöglichen). Es genügen indessen Angaben über das Porenvolumen allein nicht; mikroskopische Untersuchung und Färbeverfahren müssen über die Gestalt der Hohlräume Auskunft geben.

Auch gilt es die ersten Anzeichen der Lockerung eines Gefüges zu beachten. Besonders wichtig ist es, die Zusammenhänge zwischen Poren, Kapillaren, wasserlöslichen oder ausschlembaren Stoffen festzustellen, weil bei der Einwirkung von wässrigen Lösungen eine Vergrößerung der Porosität und eine unliebsame Bildung gesättigter Lösungen eintreten kann.»

Dass man 50 Jahre später in weiten Kreisen von Materialspezialisten immer noch versucht, ohne diese zwingend notwendigen Instrumente, von *Niggli* weitsichtig aufgezeigt, auszukommen, erscheint dem Berichterstatter anachronistisch und den hohen Ansprüchen an unsere modernen Tragwerke in keiner Weise angemessen!

Das Kolloquium in Wien hat demgegenüber gezeigt, dass seit einiger Zeit an erschienen Instituten, auf recht breiter Front mit Zielstrebigkeit und unter Verwendung modernster, physikalischer Untersuchungsmethoden versucht wird, in das Betongefüge einzudringen, um daraus Gesetzmässigkeiten von Verhaltensveränderungen abzuleiten mit dem Ziel, künftighin dem Frischbeton all jene Eigenschaften mit auf den Weg zu geben, die notwendig sind, um unter bestimmten Lastspektren (im umfassenden Sinn) über einen vorgegebenen Zeitraum bestimmte Gebrauchseigenschaften zu gewährleisten.

Diese intensivierten Anstrengungen sind zweifellos dringend notwendig und treffen sich mit der Ansicht eines besonders guten Kenners der Materie,

der zu bedenken gibt, dass die «ersten erfolgreichen Anwendungen von Beton mit künstlichen Luftporen vor mehr als 40 Jahren (in den USA) erfolgten und sich diese Betonart im Betonstrassenbau als besonders resistent gegenüber Frost-Tauwechseln und chemischen Taumitteln erwies. Durch intensive Forschungsanstrengungen wurde unentwegt versucht, diesen Betontyp zu verbessern, Prüf-Methoden und -Geräte zu entwickeln und die Wirkungsweise des Luftporensystems und der Hohl-

räume im Gefüge besser zu verstehen. Trotzdem hat es auch Rückschläge und Misserfolge gegeben, die ein entschlossenes Weiterführen der Anstrengung zur Verbesserung des Luftporenbetons insbesondere in den Bereichen Zusammensetzung, Aufbereitung, Verarbeitung und Nachbehandlung erfordern» [2].

Adresse des Verfassers: W. Wilk, dipl. Ing. ETH, Direktor, Technische Forschungs- und Beratungsstelle der Schweiz. Zementindustrie, Lindenstr. 10, 5103 Wildegg

#### Literaturhinweise

- [1] Richtlinien zur Bestimmung und Prüfung der Frost-Tausalzbeständigkeit von Zementbeton, Verfahren nach Dobrolubov/Romer.) Strasse und Verkehr, Nr. 10 und 11/1977
- [2] Klieger, P. «Something for nothing almost». Concrete International (USA), jan. 80, V. 2, 1

## Leitgedanken über Ziele der Raumplanung

Von K. Müller-Ibold, Hamburg

### Anlass

Weltweite Veränderungen in nahezu allen hochindustrialisierten Ländern wie

- der Bevölkerungsrückgang in den Städten,
- der steigende Qualitätsanspruch an Umwelt und Umweltschutz,
- die Strukturveränderungen in der Wirtschaft
- die Einengung im Investitionsspielraum

haben in den letzten Jahren Anlass gegeben, modifizierte Akzente für die Stadtentwicklungspolitik zu setzen. Die veränderte Ausgangslage und daraus zu ziehende Folgerungen haben bei Bürgern, Politikern, Medien und Verwaltungen eine Verunsicherung ausgelöst. Es entstand Misstrauen zwischen den Beteiligten. Dieses Misstrauen führte zu Blockierungen von notwendigen Entscheidungen. Diese Ausführungen wollen einen Beitrag liefern, die Vorgänge zu analysieren und Vorschläge zu entwickeln, um dasjenige Mass an Vertrauen und Kontinuität wieder herzustellen, das in jeder Gesellschaft erforderlich ist, damit die Handlungsfähigkeit erhalten bleibt.

### Das Phänomen der Bürgerrebellion

Um das Jahr 1970 hat sich ein Phänomen in nahezu allen industriell hochentwickelten Ländern ausgebreitet, das ganz offensichtlich spontan und völlig unabhängig voneinander etwa zur glei-

chen Zeit entstand, nämlich die negative Reaktion von Bürgern gegen bestimmte Formen der Stadt- und Bauplanungen der fünfziger und sechziger Jahre. Es stellt sich uns die Frage, welche Ursache dieses Phänomen begründet. Erstaunlich wäre, wenn allein das Ergebnis städtebaulicher Planung als ausreichende Ursache für das weltweite Ereignis angesehen werden dürfte. Die Vermutung, dass eine stärkere allgemeine Ursache dahinterstehen könnte, liegt nahe. Bei längerer Betrachtung der Vorgänge komme ich zu dem Ergebnis, dass hinter dem Phänomen eine allgemeine Rebellion der Bürger gegen die wachsende Einengung des eigenen individuellen Gestaltungs- und Handlungsspielraums steckt. Die immer komplexer werdenden Zusammenhänge bei fortschreitender Technisierung und Automatisierung in unserer industrialisierten Welt erzeugen unbestreitbar die Notwendigkeit von Richtlinien und Normen, die - im Interesse der Gemeinschaft - den Spielraum des Individuums einengen. Der Mensch ist als Homo sapiens jedoch andererseits kein uniformiertes Wesen, das jede Normierung seiner Umwelt und seines Verhaltens hinnehmen kann und will.

Wir werden in Zukunft mit weiteren notwendigen einengenden Vorschriften und Normierungen rechnen müssen - allein, wenn wir an die Energieversorgung und den Umweltschutz denken. Wenn wir nicht Wege finden für den Bürger, einen Ausgleich durch Abbau von Vorschriften an anderer Stelle zu schaffen, kann sich die Reaktion in anarchischer Rebellion stärkeren Aus-

masses niederschlagen - mit kaum noch vorstellbaren Folgewirkungen.

Was kann man also tun, um einer solchen Entwicklung entgegenzuwirken? Wie mir scheint, gibt es auf allen Ebenen unseres gesellschaftlichen Lebens Bereiche, in denen - mit guter Absicht - Normierungen von Sachen und ebenso von Verhaltensweisen vorgenommen wurden, die nicht unter allen Umständen erforderlich sind. Ebenso will mir scheinen, dass häufig die an sich notwendige Norm in ihrer Detailausprägung sehr weit geht und so selbst innerhalb einer Norm noch denkbare Spielräume einengt. An diesen beiden Punkten müsste angesetzt werden, um grössere Spielräume der individuellen Gestaltung des Lebens wiederzugewinnen, mindestens jedoch nicht noch weiter einzuengen.

Ein Beispiel soll hier zunächst den Blick für den Leser öffnen, in welchem Sinnzusammenhang ich die Wirkungsauflockerung von Normen sehe. Es besteht kein Zweifel darüber, dass die Verbesserung älterer Wohnungen und Quartiere einen wichtigen Beitrag zur Stadtentwicklung darstellt, der vom Bürger selbst nachhaltig gesucht und gewünscht wird. In der Modernisierung (Rehabilitation) von Wohnungen treten uns häufig Forderungen entgegen, die eine sinnvolle Kostendisposition ausschliessen. So werden z. B. Normen für Neubauten auch als Anforderung für die Modernisierung von Altbauten zugrunde gelegt, wie etwa die nachträgliche Einrichtung von Aufzügen ab 4. bzw. 5. Geschoss, die nachträgliche Einrichtung von privaten Einstellplätzen in sehr teuren Tiefgaragen usw. Diese Forderungen lassen modernisierte Bauten am Ende teurer werden als Neubauten. Eine solche Wirkung kann nicht prinzipiell beabsichtigt sein. Vielfach ergibt sich hieraus zwangsläufig der Abbruch alter Gebäude nur aus Kostengründen. Die Entscheidung ist durch die Normanforderung vorprogrammiert. Die Frage stellt sich deshalb, ob nicht eine Abschwächung solcher Normen für Altbauten im Falle der