

# Das Institut für Baustoffe, Werkstoffchemie und Korrosion der ETH Zürich

Autor(en): **Böhni, Hans**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizer Ingenieur und Architekt**

Band (Jahr): **104 (1986)**

Heft 14

PDF erstellt am: **26.09.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-76120>

## **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

## **Haftungsausschluss**

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*  
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, [www.library.ethz.ch](http://www.library.ethz.ch)

<http://www.e-periodica.ch>

# Das Institut für Baustoffe, Werkstoffchemie und Korrosion der ETH Zürich

Von Hans Böhni, Zürich

Das Institut für Baustoffe, Werkstoffchemie und Korrosion, kurz IBWK genannt, entstand am 1.8.1974 aus der Vereinigung des ehemaligen Laboratoriums für Ingenieur-Chemie mit der ein Jahr zuvor errichteten Professur für Materialwissenschaften von Prof. Dr. Alfred Rösli. Der Leitung des neugegründeten Institutes, das damals knapp ein Dutzend Mitarbeiter zählte, gehörten Prof. A. Bukowiecki und Prof. A. Rösli sowie der Verfasser an. Zusammen mit den übrigen Instituten des Departementes für Materialwissenschaften war das Institut im neu angebauten Teil des Maschinenlaboratoriums an der Sonneggstrasse 3 im ETH-Zentrum untergebracht. Die vielen Lehrverpflichtungen an verschiedenen Abteilungen der ETHZ, die kleine Mitarbeiterzahl, vor allem aber die unzureichenden Raumverhältnisse im Maschinenlabor erlaubten es zum damaligen Zeitpunkt noch nicht, die Forschungstätigkeit im gewünschten Masse aufzunehmen. Erst der Bezug der neuen Räumlichkeiten auf dem Höggerberg in den Jahren 1976 und 1977 ermöglichte es, diesen Tätigkeitsbereich entscheidend zu verstärken und zahlreiche Forschungsgebiete neu aufzubauen und zu vertiefen. Die modernen und grosszügig eingerichteten Labor- und Praktikumsräume gestatteten es, nun auch die Ausbildung der Studenten mit Demonstrationen und praktischen Übungen wesentlich zu verbessern. Durch den plötzlichen Hinschied unseres Kollegen Bukowiecki und die Sistierung dieser Professur als Folge des Personalstopps konnten die gesteckten Ziele allerdings nicht im gewünschten Umfang erreicht werden. Das Institut für Baustoffe, Werkstoffchemie und Korrosion mit den beiden Forschungsbereichen «Baustoffe» und «Werkstoffchemie und Korrosion» umfasst heute rund 25 Mitarbeiter, wovon etwa die Hälfte mit Promotionsarbeiten auf den verschiedenen Arbeitsgebieten des Institutes betraut ist.

## Lehraufgaben des Institutes

Die Professoren und Mitarbeiter des Institutes betreuen zur Zeit, zusammen mit Lehrbeauftragten der EMPA, Lehrveranstaltungen an den Abteilungen II, IIIA, IIID und VIII der ETHZ mit insgesamt über 300 Studenten je Semester.

Daneben absolvieren jährlich etwa 10 Studenten Semester- und Diplomarbeiten, meist im Rahmen laufender Forschungsprojekte. Die Lehraufgaben umfassen folgende Schwerpunkte:

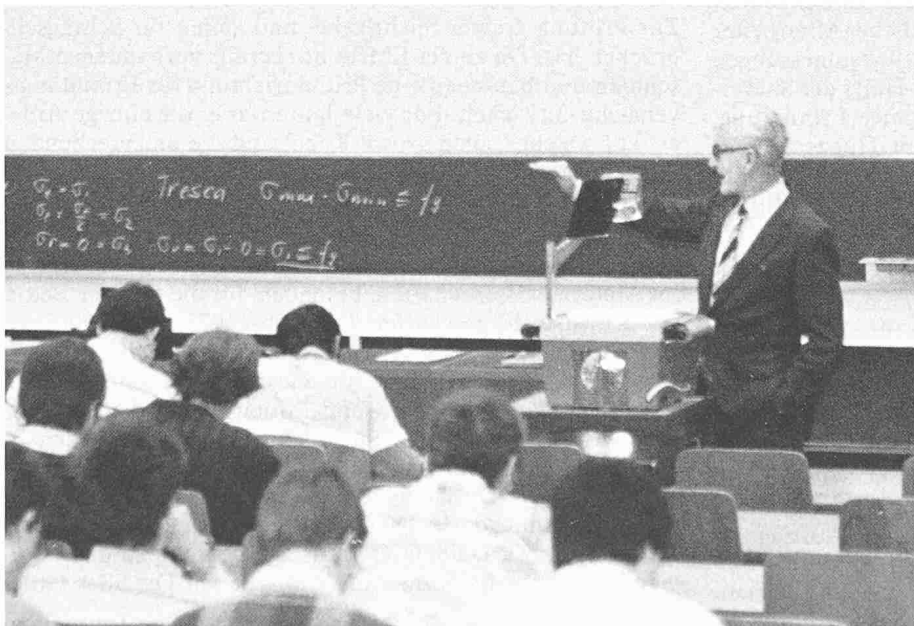
An der *Abteilung für Bauingenieurwesen* wird innerhalb der materialtechnologischen Grundausbildung das Inter-

esse für Fragen der Bau- und Werkstoffe geweckt. Diese Lehrveranstaltungen haben zum Ziel, dem Studenten darzulegen, dass aus dem Aufbau der Stoffe zusammen mit den Grundgesetzen der Chemie, Physik und der Mechanik das wirkliche Verhalten der Werkstoffe erfasst und gedeutet werden kann. Dadurch sollen die zukünftigen Ingenieure befähigt werden, in ihrer späteren Tätigkeit traditionelle wie auch neue Werkstoffe richtig zu beurteilen und sie zweckmässig einzusetzen. In der Vertiefungsrichtung Baustoffe und Mechanik erhalten Bauingenieure eine vertiefte materialwissenschaftliche Ausbildung. Diese Studenten haben ausserdem die Gelegenheit, in den verschiedenen Forschungsbereichen des Institutes Semester- und Diplomarbeiten auszuführen, um auf diese Weise auch modernste Untersuchungsmethoden kennenzulernen.

Bei der Ausbildung von *Werkstoff- und Maschineningenieuren* werden die Studenten der höheren Semester im Rahmen der Lehrveranstaltungen über Korrosion und Korrosionsschutz mit den Problemen der chemischen Beständigkeit von Werkstoffen vertraut gemacht. Beruhend auf den physikalisch-chemischen und materialwissenschaftlichen Grundlagen aus dem propädeutischen Unterricht werden den angehenden Ingenieuren die wichtigsten thermodynamischen und kinetischen Zusammenhänge, die für das Verständnis von Korrosions- und Korrosionsschutzmechanismen notwendig sind, vermittelt. Eine eingehende Darlegung moderner, zukunftsorientierter wie auch klassischer Methoden der Korrosion und des Korrosionsschutzes ergänzen die Kenntnisse des Studierenden und ermöglichen es ihm, die Korrosionsbeständigkeit von Werkstoffen als Systemverhalten zu verstehen und in der Praxis anzuwenden. Die Studenten der Abteilung für Werkstoffe haben zudem auch die Möglichkeiten, auf diesem Gebiete Semester- und Diplomarbeiten auszuführen und ihre Kenntnisse vor allem in methodischer Hinsicht zu vertiefen.

## Forschungstätigkeit

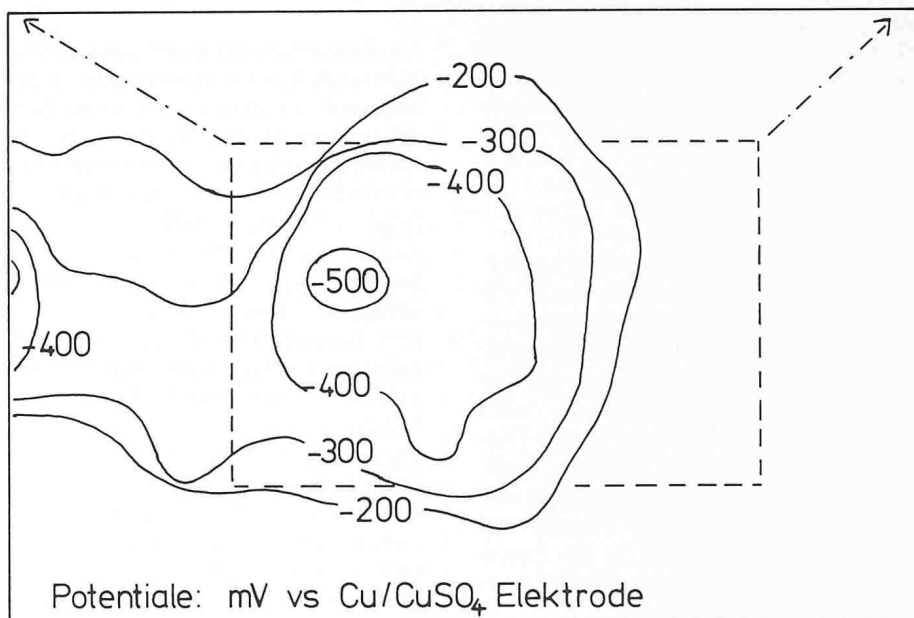
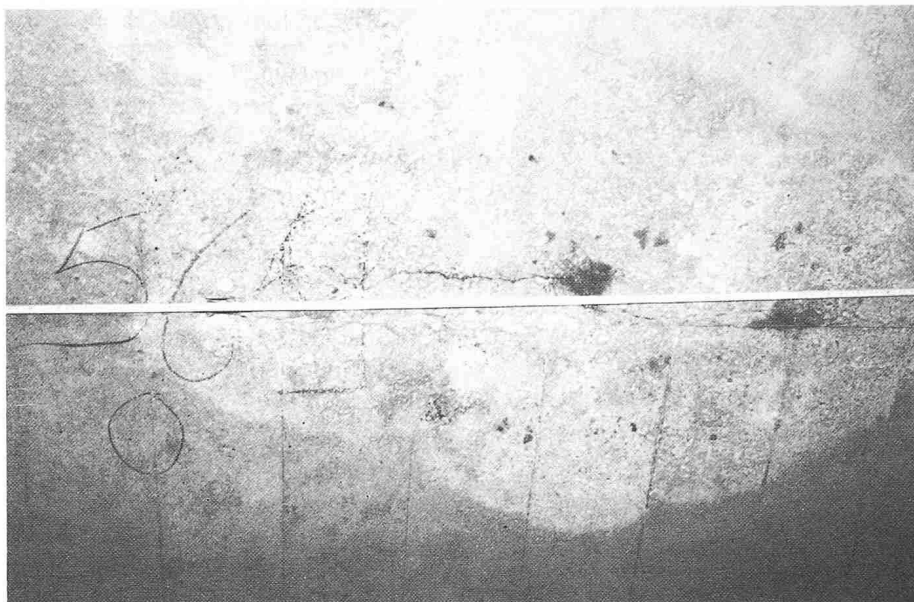
Die beiden Forschungsbereiche des Institutes haben in den vergangenen zehn Jahren zahlreiche aktuelle Forschungsprojekte im Zusammenhang mit dem Verhalten von Bau- und Werkstoffen bearbeitet. Im folgenden sind die wich-



tigsten Forschungsarbeiten und deren Ergebnisse in knapper Form zusammengestellt:

### Bereich Baustoffe

- In den vergangenen Jahren haben bekanntlich die Schäden durch die Einwirkung von Frost und Tausalzen an Betonbauwerken, besonders von Autobahnen und Autostrassen, stark zugenommen. Die Forschergruppe, unter Leitung von Prof. Rösli, hat sich deshalb in verschiedenen Forschungsarbeiten intensiv mit der *Frost- und Tausalzbeständigkeit* von Beton auseinandergesetzt. In einer ersten Untersuchungsphase wurden die verschiedenen Schädigungsmechanismen zusammengestellt, welche bei einer Frost-/Tausalzeinwirkung das Betongefüge zerstören können. Aufbauend auf diesen Erkenntnissen wurden Empfehlungen zur Herstellung von frostausalzbeständigem Beton erarbeitet. In enger Zusammenarbeit mit der EMPA Dübendorf und Vertretern verschiedener Kantone werden zur Zeit Versuche im Labor und an verschiedenen Bauwerken durchgeführt. Diese sollen zeigen, mit welchen Mitteln beschädigte Bauteile saniert und mit welchen *Schutzsystemen* neue Bauwerke vor den Einwirkungen von Frost und Tausalz geschützt werden können.
- *Faserverstärkte Kunststoffe* werden seit einiger Zeit in den verschiedensten Gebieten als tragende Bauteile eingesetzt. Infolge ihrer hohen Festigkeit, niedrigen spezifischen Gewichtes, hoher Korrosionsbeständigkeit und individuell anpassbarer Verstärkungsanordnung werden sie den herkömmlichen Materialien vielfach vorgezogen. Im Rahmen verschiedener Forschungsprojekte konnte gezeigt werden, dass aus Kurzeiteigenschaften unidirektional verstärkter Einzelschichten das Verhalten beliebig aufgebauter Mehrschichtverbunde ermittelt werden kann. Durch umfangreiche Versuche an gewickelten Zylindern konnte nachgewiesen werden, dass die Beullasten mit den klassischen Beullastformeln ermittelt werden können, wenn die entsprechenden Elastizitätskenngrößen des Verbundes eingesetzt werden. Die zur Zeit laufenden Untersuchungen haben zum Ziel, auch das *Langzeitverhalten* und die *Ermüdungsfestigkeit* glasfaserverstärkter Kunststoffe zu erfassen. Aus Kurzzeit-Kriech-Versuchen wird mit Hilfe von Zeit-Superpositionsprinzipien versucht, das Kriechverhalten unidirektional glasfaserverstärkter Epoxidharze vorauszusagen und auf Mehrschichtverbun-



Schadenaufnahme an Bauwerken: Potentialfeldmessung (Potential-Mapping) zur Lokalisierung korrodierender Armierungsbereiche. Grenzwerte nach ASTM 876: kleiner als -350 mV Korrosion / positiver -200 mV keine Korrosion

de zu übertragen. Im Falle des Ermüdungsverhaltens soll ebenfalls ein Verfahren entwickelt werden, das es erlaubt, wiederum aus den Ermüdungseigenschaften unidirektional verstärkter Einzelschichten die Lebensdauer von Mehrschichtverbunden zu berechnen.

- Ein Schwergewicht bei der Erforschung des *rheologischen Verhaltens* von *Baustoffen* lag auf der Beschreibung des Kriechverhaltens von bituminösem Mischgut. Dabei gelang es in einer ersten Phase, ein Näherungsverfahren für Gussasphalt unter einachsiger Beanspruchung zu entwickeln. Weitere Untersuchungen ermöglichten es, diese Erkenntnisse auf mehrachsige Spannungszustände zu erweitern und ein neues Näherungsverfahren zur Abschätzung des isothermen Kriechens auszuarbeiten.

Anhand zahlreicher experimenteller Beispiele konnte gezeigt werden, dass sich damit eine gute Abschätzung des Kriechverhaltens erreichen lässt.

### Bereich Werkstoffchemie und Korrosion

- Bei der korrosionschemischen Zerstörung metallischer Werkstoffe, wie etwa der hochlegierten Stähle («nichtrostende Stähle»), oder auch des unlegierten Stahles in Beton, spielen *chloridinduzierte örtliche Korrosionsangriffe* eine entscheidende Rolle. Im Rahmen dieses Forschungsschwerpunktes, der auch vom Schweizerischen Nationalfonds unterstützt wird, konnte eine computerunterstützte elektrochemische Untersuchungsmethode (Noise-Analyse) entwickelt werden, die es erlaubt, die Startvorgänge der Lochfrasskorro-



Beulen eines gewickelten Zylinders aus glasfaserverstärktem Kunststoff (GFK) unter axialer Druckbeanspruchung

sion zu erfassen und zu untersuchen. Dem Einfluss der Hydrodynamik, des Potentials wie auch der Zusammensetzung von Werkstoff und Angriffsmittel auf die Art und Häufigkeit des *Lochbildungsvorganges* wurde dabei besondere Beachtung geschenkt. Diese Untersuchungen erlauben nicht nur eine theoretische Deutung der Startvorgänge, sondern werden es auch ermöglichen, die für die Praxis wichtige Anfälligkeit auf Spaltkorrosion besser zu beurteilen.

Neben den Lochbildungsvorgängen wurde in einem weiteren Teil dieses

Forschungsschwerpunktes auch das *Wachstum örtlicher Korrosionsangriffe* eingehend untersucht. Eine am Institut erarbeitete Untersuchungsmethodik erlaubte es, auch hier, erstmals die Wachstumskinetik lokaler Korrosionsangriffe quantitativ zu untersuchen. Auf diese Weise war es möglich, mit Hilfe mathematischer Modelle die Ergebnisse aus Labor- und Feldmessungen zu analysieren und korrekt zu deuten. Da unter praktischen Verhältnissen eine Lochbildung nie ganz auszuschliessen ist – mit Spalten, Rissen und mechanischen Verletzungen der Oberfläche muss in der Praxis immer gerechnet werden –, kommt der Hemmung bzw. Unterbindung des Lochwachstums durch geeignete Korrosionsschutzmassnahmen eine besonders grosse Bedeutung zu.

Im Zusammenhang mit dem *Korrosionsverhalten von Armierungen in Beton* sind zur Zeit verschiedene Forschungsprojekte in Bearbeitung. In Anbetracht der zunehmenden Korrosionsschäden an Betonbauwerken infolge Chlorideinwirkung sind genauere Kenntnisse der Korrosionsmechanismen im System Stahl/Beton dringend erforderlich. Die an unserem Institut eingeführte elektrochemische Impedanzspektroskopie (EIS) erlaubt es, nicht nur Einblick in die Mechanismen zu gewinnen, sondern eignet sich auch zur zerstörungsfreien Erfassung des Korrosionszustandes des Stahles in Beton. Die bisher im Labor erfolgreich eingesetzte Methode wird zur Zeit zusammen mit der Potentialmesstechnik an Stahlbetontragwerken (Fahrbahnplatten, Brücken) eingesetzt, um ihre Praxistauglichkeit zu überprüfen. Das Ziel die-

ser Forschungsarbeiten ist es, den für die Sicherheit und Unterhalt verantwortlichen Stellen in der Praxis eine Untersuchungsmethode zur Verfügung zu stellen, die es erlaubt, den momentanen Korrosionszustand von Armierungsstählen zu erfassen und das Ausmass und den Zeitpunkt von Sanierungen beurteilen zu können.

- Weitere laufende Forschungsprojekte umfassen Untersuchungen zur chemischen und mechanischen Beständigkeit von *Lichtwellenleitern*. Im Hinblick auf die stark zunehmende Anwendung von Lichtwellenleitern in der Fernmeldetechnik wird vorab das Langzeitverhalten des *Verbundsystems Glasfaser/organische Beschichtung* abgeklärt. Aus statistisch ausgewerteten mechanischen Versuchen und elektronenmikroskopischen Untersuchungen ist es möglich, die nach dem Verlegen von Glasfaserkabeln maximal zulässige bleibende Dehnung bzw. Spannung an Einzelfasern zu bestimmen.
- Neue, für die kommenden Jahre bewilligte Forschungsvorhaben haben zum Ziel, das elektrochemische und tribologische Verhalten *oberflächenmodifizierter Werkstoffe* zu untersuchen. Komplexe Beanspruchungen von Werkstoffoberflächen, wie sie etwa bei gleichzeitig ablaufenden Korrosions- und Verschleissvorgängen oder Korrosion und Kavitation vorliegen, sind in der Praxis ausserordentlich häufig. Aus technischen und wirtschaftlichen Gründen sind oftmals nur Verbundsysteme, wie z. B. randschichtmodifizierte Werkstoffe, in der Lage, den hohen Anforderungen gerecht zu werden. Das Ziel dieser umfangreichen Forschungsarbeiten ist es, strukturarme bis strukturlose, amorphe Oberflächenschichten auf metallischer und keramischer Basis elektrochemisch zu charakterisieren, um ihre Anwendungsmöglichkeiten in der Praxis abzuklären. Dieses Forschungsvorhaben wird sowohl vom Schweizerischen Nationalfonds (NFP 19) wie auch von der Schweizerischen Stiftung für feintechnische Forschung (FSRM) finanziell unterstützt.

Adresse des Verfassers: Prof. Dr. H. Böhni Institut für Baustoffe, Werkstoffchemie und Korrosion, ETH-Hönggerberg, 8093 Zürich.

**IBWK**  
**Institut für Baustoffe, Werkstoffchemie + Korrosion**

Bereich «Baustoffe»  
Prof. Dr. A. Rösli

Bereich «Werkstoffchemie + Korrosion»  
Prof. Dr. H. Böhni

*Lehrverpflichtungen*

Materialtechnologie II – IV  
Baustoffe, mech. techn. Verhalten 1 + 2  
Baustoffe

Materialtechnologie I  
Baustoffe, physik.-chem. Verhalten  
Umwelteinflüsse auf Baustoffe  
Korrosion und Korrosionsschutz  
Chemie für Ingenieure

*Forschungsbereiche*

Mechanisch technisches Verhalten der Baustoffe (Beton, Stahl, Holz, Kunststoffe, bituminöse Baustoffe)

Korrosion und Korrosionsschutz von Werkstoffen, Werkstoffchemie, Oberflächentechnik