

# Verfärbungen von Eichenparkett durch Zusatzmittel für Beton und Mörtel

Autor(en): **Sell, J. / Kühne, H.**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizerische Bauzeitung**

Band (Jahr): **85 (1967)**

Heft 14

PDF erstellt am: **21.07.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-69426>

## **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.

Prüfmaschine nur zu vergleichbaren Resultaten für die Fließ- und Streckgrenze, wenn die gleiche oder eine ähnlich gebaute Maschine verwendet wird. Da es üblich ist, nach dem Erreichen der Fließ-, resp. Streckgrenze den Versuch durch Vergrößerung der Ölzufuhr zu beschleunigen, hängt die Zugfestigkeit zudem von der Bedienung der Presse ab. Unter diesen Umständen ist es ersichtlich, dass die Resultate verschiedener Prüflaboratorien nicht ohne weiteres vergleichbar sind, wenn keine genauen Angaben über die Dehngeschwindigkeiten vorliegen.

## 7. Zusammenfassung und Schlussfolgerungen

An vier in der Schweiz gebräuchlichen Armierungsstählen  $\varnothing$  12 mm wurden Zugversuche durchgeführt. Der Zweck dieser Versuche bestand darin, den Einfluss der Dehngeschwindigkeit auf Fließspannung, Streckgrenze und Zugfestigkeit für diese Stähle zu bestätigen. Deshalb war neben der Stahlorte die Dehngeschwindigkeit der einzige Parameter. Die Anzahl der Prüfstäbe war begrenzt, so dass nur ein Aufzeigen des Sachverhaltes und der Grössenordnung, nicht aber eine statistische Auswertung oder ein Qualitätsvergleich der verschiedenen Stahlorten möglich war.

Die Ergebnisse lassen sich wie folgt zusammenfassen:

- Fließspannung, Streckgrenze und Zugfestigkeit sind für alle untersuchten Stahlorten umso höher, je grösser die Dehngeschwindigkeit ist.
- Die dynamischen Festigkeitswerte müssen durch die Angabe der Dehngeschwindigkeit charakterisiert werden.
- Die statischen Festigkeitswerte (Dehngeschwindigkeit  $\dot{\epsilon} = +0$ ) sind von der vorausgehenden Dehngeschwindigkeit unabhängig.
- Die bei konventioneller Durchführung der Zugversuche mit hydraulischen Zerreißmaschinen erzielten dynamischen Festigkeits-

werte liegen für die geprüften Stäbe  $\varnothing$  12 mm bis zu 10% über den entsprechenden statischen Werten. Sie hängen u.a. auch vom Typ der hydraulischen Maschine und von der Art der Bedienung ab.

Aus diesen Erkenntnissen können folgende Schlüsse gezogen werden:

- Nur die statischen Festigkeitswerte (d.h. Fließspannung, Streckgrenze, Zugfestigkeit) verschiedener Stahlorten sind direkt miteinander vergleichbar.
- Abschätzungsweise liegen die statischen Festigkeitswerte rd. 10% unter den Werten aus konventionell durchgeführten Zugversuchen.
- Bei der Auswertung von Versuchen mit statischer Belastung müssen die statischen Festigkeitswerte verwendet werden.
- Zur Bestimmung der statischen Tragfähigkeit von Bauteilen und Bauwerken aus Stahl, Stahlbeton oder Spannbeton sind die statischen Festigkeitswerte massgebend.

Es sei noch darauf hingewiesen, dass die in diesem Bericht für die vier Stahlorten gezeigte Tendenz allgemein auch für andere Stähle gilt, so für Baustahl und Vorspanndrähte.

## Verdankungen

Die Arbeit wurde am Institut für Baustatik, Abteilung Massivbau, im Rahmen eines Forschungsprogrammes «Torsion und Biegung von Stahlbetonbalken» durchgeführt, welches durch die «Stiftung für wissenschaftliche, systematische Forschungen auf dem Gebiete des Beton- und Eisenbeton-Baues» finanziell unterstützt wird. Die verwendeten Armierungsstähle und die entsprechenden Werkstücke wurden von den Firmen Ferro-wohlen, Monteforno, Von Moos und Von Roll kostenlos geliefert. Für die Versuche stellte die Abteilung Metalle (Abteilungs-Vorstand R. Steiner, dipl. Ing.) der Eidg. Materialprüfungs- und Versuchsanstalt (EMPA) Personal, Versuchsmaschinen und Messinstrumente zur Verfügung. Für diese

Unterstützungen möchten die Verfasser ihren herzlichen Dank aussprechen.

## Literatur

- Tall, L. and Ketter, R. L.: On the Yield Properties of Structural Steel Shapes. Fritz Laboratory Report No. 220 A. 33, Lehigh University, November 1958.
- Beedle, L. S. and Tall, L.: Basic Column Strength. «Journal of the Structural Division», ASCE, Vol. 86, No. ST 7, Proc. Paper 2555, July, 1960, p. 139.
- Basler, B.: Die Beanspruchung von Bauwerken durch Nuklearwaffen. «Technische Mitteilungen für Sappeure, Pontoniere und Mineure», 27. Jahrgang, Nr. 2, 3 und 4, 1962/63.
- ASTM Designation: A 370-54T: Mechanical Testing of Steel Products, ASTM-Standards 1958, Part 3.
- Lay, M. G.: Yielding of Uniformly Loaded Steel Members. «Journal of the Structural Division», ASCE, Vol. 91, No. ST 6, Proc. Paper 4580, December, 1965, Part 1, p. 49.
- Thürlimann, B.: New Aspects Concerning Inelastic Instability of Steel Structures. «Journal of the Structural Division», ASCE, Vol. 86, No. ST 1, Proc. Paper 2351, January, 1960, p. 99.
- Nitta, A. and Thürlimann, B.: Ultimate Strength of High Yield Strength Constructional-Alloy Circular Columns - Effect of Thermal Residual Stresses - Effect of Cold-Straightening. IVBH Abhandlungen, 22. Band, 1962, S. 229.
- Brandenberger, E.: Grundriss der Allgemeinen Metallkunde. Ernst Reinhardt Verlag AG, Basel, 1952.
- Shames, J. H.: Mechanics of Deformable Solids. Prentice-Hall, Inc., Englewood Cliffs, N.J., 1964. Appendix X: Properties of Engineering Materials, by F. A. Cozzarelli.
- Bachmann, H.: Zur plastizitätstheoretischen Berechnung statisch unbestimmter Stahlbetonbalken. Bericht Nr. 6203-4, Institut für Baustatik, ETH, Zürich, erscheint 1967.

Adresse der Verfasser: Institut für Baustatik, ETH, Winterthurerstrasse 28, 8006 Zürich.

## Verfärbungen von Eichenparkett durch Zusatzmittel für Beton und Mörtel DK 694.631.3.004.64

Mitteilungen aus der Holzabteilung der Eidg. Materialprüfungs- und Versuchsanstalt (EMPA), Dübendorf, von J. Sell und H. Kühne

Seit einigen Jahren, in den letzten 10 Monaten in zunehmendem Masse, sind an die EMPA Aufträge zur Beurteilung von Mängeln gelangt, die in eigentümlich dunkelbraun-grauen Verfärbungen an Mosaikklebeparkett aus Eichenholz bestanden. Als Ursache konnte meist festgestellt werden, dass diese ausserordentlich störenden Schönheitsfehler durch alkalische Substanzen aus der Unterlage (Deckenbeton oder Mörtelstrich) hervorgerufen worden waren, die mit den Gerbstoffen des Eichenholzes unter Dunkelfärbung reagierten. Das häufige Auftreten solcher Fälle in der letzten Zeit führte schliesslich zu einer grösseren Untersuchung, deren Ergebnisse im folgenden veröffentlicht werden.<sup>1)</sup>

### Mögliche Verfärbungsursachen bei Eichenholz und anderen gerbstoffreichen Hölzern

Hölzer mit einem hohen Gehalt an Gerbstoffen (wie Kernholz von Eiche, Edelkastanie und zahlreiche Exoten) verfärben sich bei Kontakt mit alkalischen Lösungen, Dämpfen oder Gasen dunkel. Aber auch gerbstoffärmere Hölzer wie zum Beispiel Esche und Buche

<sup>1)</sup> Die Untersuchungen wurden zu Lasten von Krediten ausgeführt, welche der Holzabteilung der EMPA aus dem Fonds zur Förderung der Wald- und Holzforschung, aus einer Spende der Holz- und Waldwirtschaft sowie von einem Unternehmen der Parkettbranche zur Verfügung standen. Für diese Unterstützung sei den Geldgebern an dieser Stelle Dank ausgesprochen.

zeigen – allerdings wesentlich schwächer – diese und andere Reaktionen mit Verfärbungserscheinungen, die meist auf einer Autooxidation der Gerbstoffe, in der Regel komplexer Polyphenole, beruhen [Lit. 2 und 3]. Bei der Möbelherstellung nutzt man die Gerbstoffreaktion für die Tönung und Färbung («Beizung») des Holzes. So wird zum Beispiel Eiche mit gasförmigem Ammoniak «geräuchert»; häufiger allerdings verwendet man andere Beiz-Chemikalien wie Paraphenyldiamin und Metallsalze. Letztere reagieren – bei Anwesenheit von genügend Feuchtigkeit – mit den Gerbstoffen ebenfalls unter Bildung vielfältiger Farbstoffe. Eine bekannte Erscheinung ist das «tintige», schwarzblaue Verfärben von feuchtem Eichenholz bei Kontakt mit Eisen. Alle diese Färbungen sind verhältnismässig licht- und wasserbeständig [Lit. 2, 3 und 4].

### Das charakteristische Bild der besonderen Verfärbungen bei Eichenparkett und die Untersuchung ihrer Ursachen

Mit einer einzigen Ausnahme glichen sich die Parkettverfärbungen, die im letzten Jahr von der EMPA untersucht wurden. Die Ausnahme bestand in einer gleichmässigen, schwachen und nicht störenden Verfärbung der gesamten Parkettoberfläche, die von einem stark ammoniakalischen Parkettleim verursacht worden war. In den übrigen Fällen war das Parkett charakteristisch fleckig verfärbt. Meist an den Rändern und um die Fugen zwischen den einzelnen Lamellen beginnend, färbte sich im Laufe der Zeit zuweilen die gesamte Boden-



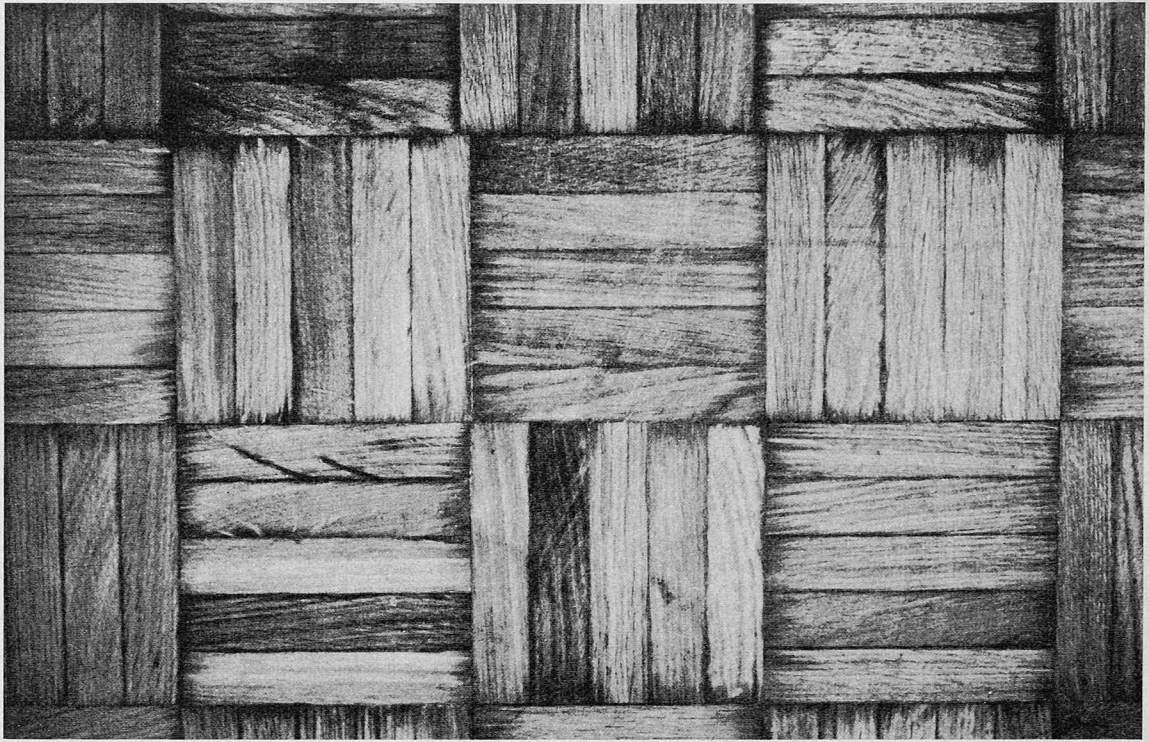


Bild 1. Verfärbtes Eichenparkett

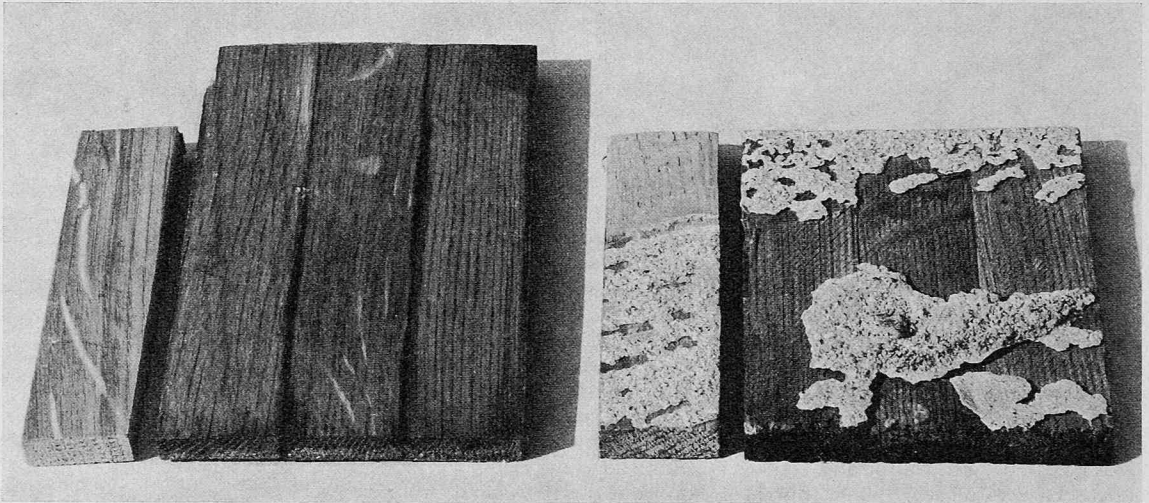


Bild 2. Verfärbte Eichenlamellen, Ober- und Unterseite, jeweils mit Vergleichsstücken

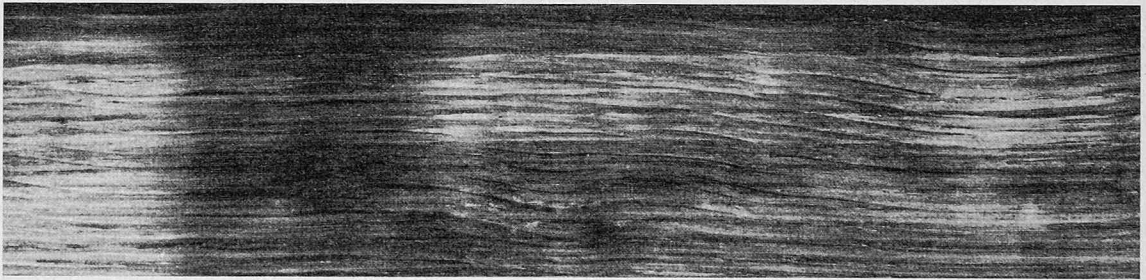


Bild 3. Verfärbte Fussleiste aus Formsperrholz, Deckfurnier Eiche

fläche. Meist aber war das Holz nicht einheitlich, in Raummitte häufig weniger stark als an den Rändern gedunkelt (Bild 1). Herausgebrochene Einzellamellen zeigten in vielen Fällen auf der Oberseite nur an den Rändern dunkle, mit dem Faserverlauf fortschreitende Verfärbungen (Bild 2), auf den Unterseiten dagegen war das Holz meist gleichmässig schwarzbraun, zum Teil sogar deutlich abgebaut und in seiner Festigkeit gemindert. Hin und wieder waren auch die Fussleisten fleckig gedunkelt, besonders, wenn sie wie im Beispiel von Bild 3 ebenfalls aus Eichenholz bestanden.

Diese Beobachtungen legten die Vermutung nahe, dass flüchtige

Alkalien von unten an das Parkett gelangt waren. Einerseits nämlich schloss der Trockenheitsgrad der Unterlage einen flüssigen Transport alkalischer Substanzen vom Beton oder Mörtel zum Parkettholz aus, wodurch ähnliche dunkle Verfärbungen entstehen könnten, andererseits sprachen gerade die starken Verfärbungen an den Bodenrändern und Parkettfugen dafür, dass *flüchtige* Alkalien von unten in das Holz diffundierten. Die starke Fleckenbildung erklärte sich dadurch, dass die Gase nicht überall im Boden gleichmässig nach oben wandern konnten und sich die jeweiligen durchlässigeren Stellen suchten.

In weitaus den meisten Fällen nun konnte als Ursache der Ver-

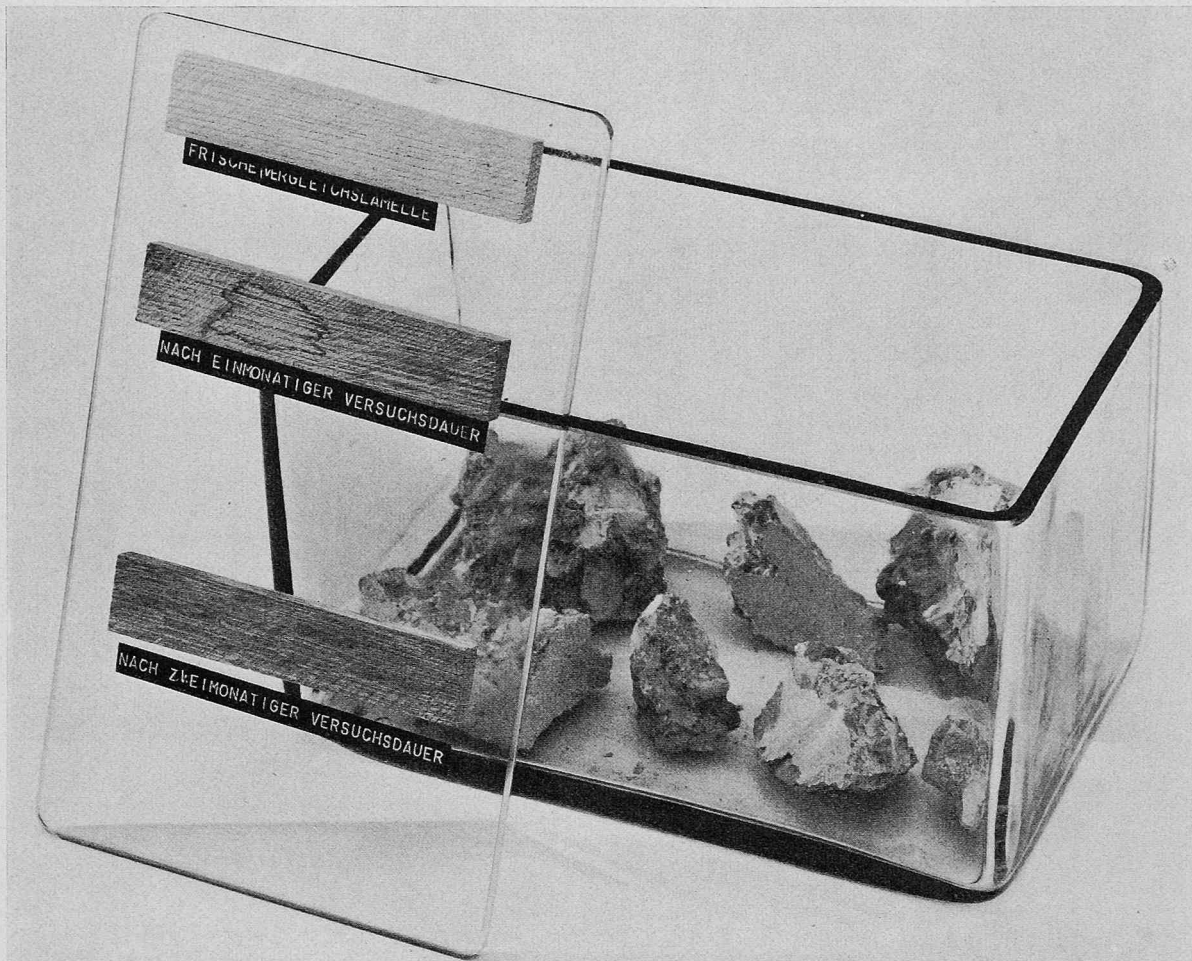


Bild 4. Analysengefäss mit Beton und verfarbten Lamellen

färbungen die Einwirkung von gasförmigem Ammoniak, seltener auch von anderen organischen Verbindungen der Amingruppe auf das Holz festgestellt werden. Bei einer einfachen, qualitativen Analyse (Übergiessen von Holzmehl der verfarbten Lamellen mit starker Lauge, welche die schwächeren, flüchtigen Basen aus ihren Bindungen mit den Holzbegleitstoffen verdrängt), war allerdings zu beachten, dass auch die im Holz natürlich vorhandenen, geringen Eiweissmengen unter Bildung flüchtiger Basen reagierten. Eine Voruntersuchung zeigte, dass sich nach Erwärmung von 2 g frischem Holzmehl mit etwa 1 cm<sup>3</sup> 50%iger Natronlauge ein flüchtiges Alkali entwickelte, dessen pH-Wert je nach Holzart schwankte. So konnte bei 10 waldfrischen Eichenholzproben eine mittlere Alkalität der freigewordenen Alkalien von  $\text{pH} = 8,6 \pm 0,2$ , bei der eiweisshaltigeren Buche [Lit. 1] von  $\text{pH} = 9,2 \pm 0,2$  bestimmt werden. Wurden dagegen die typisch verfarbten Eichenlamellen ebenso untersucht, so ergaben sich regelmässig Werte von  $\text{pH} > 11$ . Überdies trat hier die Reaktion der Abspaltung flüchtiger Basen auch ohne Erwärmung sehr rasch ein, im Gegensatz zu der langsamen Entwicklung bei waldfrischem Holz.

Tabelle 1. Ergebnisse der orientierenden Schnelltests an Zusatzmitteln auf die Fähigkeit, bei Kontakt mit starken Basen flüchtige Alkalien zu entwickeln

Zusatzmitteltyp	Anzahl der Produkte, klassifiziert nach der Intensität der Entwicklung flüchtiger Alkalien				hiervon besonders gefährliche Mittel
	keine	schwach	mässig	stark	
Dichtungsmittel	3	1	5	4	2 (1)
Plastifizierer	3	1	1	2	
Luftporenbildner	3	2			
Gemische von Plastifizierern und Luftporenbildnern	2		3		
Abbindebeschleuniger	2	3	1	3	2 (1)
Abbindeverzögerer	2		2		
Frostschutzmittel		2	3	3	3 (1)
Summe	16	7	17	12	7 (3)

Eine deutliche analytische Kennzeichnung der verfarbten Eiche war folglich ohne Schwierigkeit möglich.

Die Frage, wie die flüchtigen Alkalien im Unterlagsboden entstehen können, lässt mehrere Beantwortungen zu:

- 1) Dem Zement für Betondecke oder Mörtel-Unterlagsboden sind Chemikalien beigemischt, die selbständig oder bei Kontakt mit den im Zement enthaltenen Kalium- und Calciumhydroxiden flüchtige Alkalien abspalten.
- 2) Die Ursache kann in Komponenten sonstiger Unterlagsboden-Elemente zu suchen sein, wie bituminöser Isolationen, besonderer Parkettleime oder Zusätze zu solchen.
- 3) Mehr oder minder zufällig ist vor, während oder nach der Parkettverlegung eine Substanz in den Boden gelangt, die flüchtige Basen abspaltet. Dies wäre zum Beispiel möglich durch örtliche Anreicherung des Bodens mit Harnstoff oder auch mit Salmiakgeislösungen, die vielfach von Malern zum Ablaugen von Holzwerk oder ähnlichem benutzt werden.

#### Bedeutung der Klassifizierung

Einstufung an Hand der Alkalität (pH-Wert), die im Gasraum des dichten Untersuchungsgefässes gemessen wurde, nachdem zu 10 g untersuchter Substanz 5 cm<sup>3</sup> 25%ige Kalilauge zugesetzt worden waren:

- pH-Wert  $> 7,2$  = «keine» Entwicklung
- pH-Wert  $7,2 \dots > 8,5$  = «schwache» Entwicklung
- pH-Wert  $8,5 \dots 11$  = «mässige» Entwicklung
- pH-Wert  $> 11$  = «starke» Entwicklung

In der letzten Spalte ist die Zahl der Mittel angegeben, die «stark» flüchtige Alkalien entwickeln und laut Herstellerangabe in den Beton bzw. Mörtel mit mehr als 1% bezogen auf das Zementgewicht einzubringen sind. Die eingeklammerten Zahlen geben die Mittel an, die in unterschiedlichen Mengen dosiert werden, also nur unter Umständen mit mehr als 1%.



Tabelle 2. Ergebnisse der quantitativen Analyse von Beton- und Mörtelzusatzmitteln auf freie Alkalien; Vergleich mit den Ergebnissen der andern beiden Tests

Nr.	Konsistenz	Dosierungsmenge gemäss Hersteller- angabe, bezogen auf das Zementgewicht in %	Ergebnis der quant. Analyse abdest., freie Alkalien		Ergebnis des Schnelltests (Intensität der Alkali-Entwicklung siehe Tabelle 1)	Ergebnis des praktischen Versuches: Verfärbung nach 1 Monat
			g NH <sub>3</sub> /kg	g NH <sub>3</sub> /Liter		
1	flüssig	0,1		nicht nachweisbar	—	—
2	flüssig	0,05		kaum nachweisbar	+	—
3	flüssig	0,05		> 0,02	+	—
4	Pulver	2,0	~ 0,3		++	—
5	flüssig	10,0		~ 0,3	++	+
6	flüssig	0,2		1,19	+++	—
7	Pulver	2,5	> 119,0		+++	+++

Klassifizierungssymbole: (siehe auch Tabelle 1)

—	keine	} Abspaltung von flüchtigen Alkalien (bzw. Verfärbung von Eichenholzlamellen)
+	schwache	
++	mässige	
+++	starke	

Die Häufigkeit und die sich gleichenden Erscheinungsformen der Parkettverfärbungen liessen auf eine systematische Ursache schliessen. In einem der von der EMPA untersuchten Fälle konnte nachgewiesen werden, dass ein dem Zement zugesetztes Mittel für Frostschutz im Kontakt mit den stark basischen Bestandteilen des Zementes stetig und über lange Zeit hinweg (mehrere Jahre) gasförmiges Ammoniak abspaltete. Diese Beobachtung führte dazu, aus der Vielzahl einen repräsentativen Querschnitt der Beton- und Mörtelzusatzmittel zu untersuchen hinsichtlich ihrer Fähigkeit, flüchtige Basen abzuspalten.

Zunächst wurde eine Liste aller in der Schweiz bekannten Zusatzmittel für Beton und Mörtel aufgestellt, wobei nur solche Mittel berücksichtigt wurden, die im Hochbau verwendet werden. Aus diesen ungefähr 160 Einzelerzeugnissen wurden die rund 50 gebräuchlichsten und einige weniger bekannte für Laborzwecke ausgewählt.

Es ist übrigens bekannt geworden, dass an der Bauwerk AG, St. Margrethen ähnliche Versuche mit anderen Produkten durchgeführt wurden, die zu gleichartigen Schlussfolgerungen wie in der hier vorliegenden Arbeit führen.

#### Laborversuche an Beton- und Mörtelzusatzmitteln. Ergebnisse

Vorversuche hatten gezeigt, dass der Nachweis, ob ein Mittel im verbauten Zustand genügend flüchtige Alkalien abspaltet, um Eichenholz zu verfärben, auf mehrerlei Weise möglich ist:

- 1) Praxisnahe Versuchsanordnung:  
Eichenparkettlamellen werden über Betonproben gelagert, die mit den zu untersuchenden Zusatzmitteln hergestellt wurden.
- 2) Chemische, quantitative Analyse der Zusatzmittel auf abspaltbares Ammoniak und flüchtige Aminverbindungen.
- 3) Qualitativer und überschlägig quantitativer «Schnelltest», mit dem auf einfache Weise bestimmt wird, ob und wie intensiv die Mittel flüchtige Alkalien entwickeln können.

Die grosse Zahl der Zusatzmittel liess aus versuchstechnischen Gründen eine Prüfung nach den ersten beiden Methoden nicht zu. Der «Schnelltest» dagegen war leicht durchzuführen:

10 g der zu analysierenden Substanz wurden im Erlenmeyerkolben mit 5 cm<sup>3</sup> 25%iger Kalilauge übergossen und eventuell entstehende, flüchtige Alkalien durch Geruch, pH-Wert-Messung sowie Nessler's Reagens bestimmt. Wenn auch diese Methode nur grob orientierte und zudem die Zusatzmittel einer intensiveren Einwirkung durch eine starke Lauge ausgesetzt wurden als im verbauten Beton und Mörtel, wo Calcium- und verhältnismässig wenig Kaliumhydroxid, ob in fester Konsistenz vorliegen, so kann doch der Schnelltest zeigen, ob überhaupt flüchtige Alkalien entwickelt werden oder nicht.

Tabelle 1 gibt die Ergebnisse dieser Vorversuche wieder. Die Klassifizierung «starke, mässige, schwache, keine» Abspaltung wurde so gewählt, dass eine eindeutige Einstufung der Mittel nach der Intensität, flüchtige Basen zu entwickeln, vorgenommen werden konnte.

Um zu prüfen, ob die Resultate der einfachen mit denen der genauen, quantitativen Analyse übereinstimmen und ausserdem durch den unter 1) beschriebenen praktischen Versuch bestätigt würden, schienen Kontrollversuche notwendig. Je zwei Mittel mit «starker», «mässiger», «schwacher» und ein Mittel mit «keiner» Reaktion im «Schnelltest» wurden gemäss Gebrauchsanweisung der Herstellerfirma einem Beton P 350 beigegeben; nach 5 tägiger Trocknung wur-

den schliesslich Proben von je 1 kg Gewicht des in grobe Stücke gebrochenen Betons in kleine Glaswannen gebracht, die mit Glasplatten (und an den Rändern mit Silikonfett) abgedichtet waren. In die geschlossenen Räume der Wannens wurden unter die Glasdeckel mit einem gebräuchlichen, neutralen PVA-Parkettleim frisch hergestellte, riftgeschnittene Eichenholzlamellen geklebt. Bild 4 zeigt ein offenes Analysengefäss mit zwei verfärbten und einer frischen Vergleichslamelle. In diesem Fall war dem Beton ein «stark» abspaltendes Frostschutzmittel zugesetzt (Dosierung: 2,5% bezogen auf das Zementgewicht). Diese Versuchsanordnung entspricht zwar ebenfalls nicht ganz den praktischen Gegebenheiten, weil der Gasraum über den Betonproben abgedichtet war. Andererseits hat das verlegte Parkett in der Praxis meist engeren Kontakt mit dem Unterlagsboden; auch hier dürfte der überwiegende Teil eines im Boden frei werdenden, flüchtigen Alkali in das Parkett diffundieren, besonders wenn das Parkett versiegelt ist. In dem beschriebenen Versuch wird die Reaktion lediglich beschleunigt, wie Vorversuche zeigten.

Es ergab sich aus diesem Test erwartungsgemäss folgendes: Von entscheidender Bedeutung für die Intensität der Verfärbung von Eichenholz ist die Stärke der Alkalität der flüchtigen Basen. Diese wird einerseits bestimmt durch die chemische Zusammensetzung des Zusatzmittels, andererseits durch die Menge, in welcher das Mittel dem Beton oder Mörtel beigemischt ist. Grundsätzlich zu Verfärbungen führen nach den vorliegenden Ergebnissen «starke» Entwickler von flüchtigen Alkalien, die im Beton oder Mörtel zu mindestens etwa 1% – was selbstverständlich keine starre Grenze ist – bezogen auf das Zementgewicht enthalten sind (siehe Tabelle 1). Für rund ein Fünftel der untersuchten Mittel traf dies zu. Aber auch solche «stark» abspaltende Mittel, die nur in geringen Mengen beigemischt werden, sowie auch «mässige» Abspalter können unter Umständen, zumal in grösserem Zeitraum, schwache Verfärbungen erzeugen. Dies gilt insbesondere dann, wenn die Konzentration des Mittels im Beton oder Mörtel zum Beispiel versehentlich erhöht wurde, eine Möglichkeit, die auf Baustellen durchaus eintreten kann. – Das Ergebnis dieses Versuches zeigt Tabelle 2.

Die gleichen im vorliegenden Versuch geprüften Mittel wurden ausserdem *quantitativ* auf ihre Fähigkeit untersucht, flüchtige Alkalien abzuspalten. Eine gewogene oder gemessene Probe des reinen Mittels wurde mit 200 ccm 10%iger Natronlauge versetzt und destilliert, bis etwa 100 ccm Flüssigkeit in gemessene, vorgelegte Salzsäure über-

Tabelle 3. Im Wasser absorbierte freie Alkalien, die von dem Zusatzmittel Nr. 7 entwickelt wurden, das zu 2,5% (gemäss Herstellerangabe), bezogen auf das Zementgewicht, einem Beton P 350 zugesetzt worden war

Versuchsdauer	Beton pulverisiert mg NH <sub>3</sub> /kg Beton	Beton-Stücke mg NH <sub>3</sub> /kg Beton
1. Ansatz		
nach 4 Tagen	2,3	1,3
nach 1 Monat	12,8	4,6
2. Ansatz		
nach 5 Tagen	2,2	1,9
nach 6 Wochen	12,6	6,0

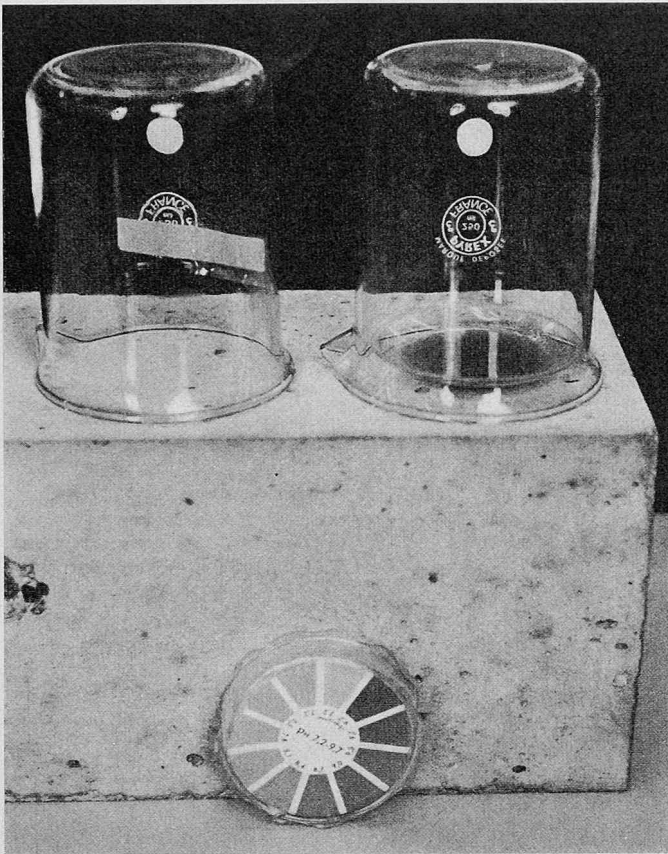


Bild 5. Einfache Vorrichtung zur Prüfung des Unterlagsbodens auf flüchtige Alkalien

destilliert waren. Der Säureüberschuss wurde wie üblich zurückdestilliert. Die Ergebnisse dieser Analyse sind ebenfalls in Tabelle 2 aufgeführt.

Zusätzlich wurde noch eine weitere, überschlägige, *quantitative* Analyse des Zusatzmittels Nr. 7 (Frostschutzmittel) in 30 Tage altem Beton vorgenommen. Je 250 g einer pulverisierten und einer in grobe Stücke gebrochenen Betonprobe mit Zusatzmittel wurden in je einen Exsiccator unten eingelegt, während auf den Mittelplatten jeweils eine Schale mit 100 ccm destilliertem Wasser stand. Nach 4 Tagen und später nach 1 Monat wurde der im Wasser absorbierte Ammoniak bestimmt, nach 1 Monat das Wasser erneuert und eine weitere  $\text{NH}_3$ -Bestimmung nach 5 Tagen und nach 6 Wochen durchgeführt. In Tabelle 3 finden sich die Ergebnisse dieses Versuches.

Eine grob orientierende, *qualitative* Analyse einiger Zusatzmittel ergab weiterhin, dass die meisten bei Kontakt mit starken Laugen Ammoniakgas entwickelten. Seltener konnten flüchtige, aliphatische Amine bestimmt werden. Ammoniak und Verbindungen der verhältnismässig stark alkalischen Amingruppe traten oft auch nebeneinander auf. Im übrigen führte Ammoniakgas bei Eichenholz zu den dunkelsten Beizerscheinungen.

Die Frage nach der chemischen Zusammensetzung der verschiedenen Zusatzmittel ist schwer zu beantworten. Die umfangreichen Analysen, die hierfür erforderlich wären, konnten im Rahmen der vorliegenden Untersuchung nicht durchgeführt werden. Jedoch ist seit einiger Zeit bekannt, dass oft zum Beispiel synthetische Eiweisse als Basis für Beton- und Mörtelzusatzmittel verwendet werden. Proteine aber werden bei Kontakt mit starken Laugen abgebaut und spalten im Laufe dieses Prozesses erheblich flüchtige Alkalien, besonders Ammoniakgas, ab. Ammoniak wird ausserdem auch von stärkeren Basen aus seinen Salzen verdrängt, die bei einigen Mitteln in beträchtlichen Mengen analysiert werden konnten.

#### Folgerungen aus den Versuchsergebnissen

Rund 13,5% der 52 geprüften, bis auf einige Ausnahmen in der Schweiz gebräuchlichsten Beton- und Mörtelzusatzmittel entwickeln im verbauten Zustand (bei genauer Berücksichtigung der vom Hersteller angegebenen Dosierungsmenge) flüchtige Alkalien in solcher Menge, dass deren Einwirkung auf Eichenfußböden innert einem mehr oder weniger grossen Zeitraum mit hoher Wahrscheinlichkeit

zu hässlichen, dunklen Verfärbungen führt. Etwa 5,5% bewirken das gleiche nur dann, wenn von den je nach beabsichtigter Wirkung unterschiedlichen Dosierungsangaben höhere Zusatzmittelkonzentrationen gewählt werden. Weitere etwa 11% der genannten Produkte vermögen unter Umständen im Laufe der Jahre Eichenholz (meist schwächer) zu verfärben, wenn zum Beispiel versehentlich die Dosierung erhöht wurde. Erwähnenswert ist, dass gerade unter den «starken» Abspaltern flüchtiger Alkalien einige besonders häufig gebrauchte Erzeugnisse zu finden sind.

Hiermit dürfte die entscheidende Ursache der in den letzten Zeit besonders häufigen Fälle von Parkettverfärbung bestimmt sein. Wie gross die wirtschaftliche Bedeutung dieses Ergebnisses sein kann, geht daraus hervor, dass heute mehr als 80% allen verlegten Parketts in der Schweiz aus Eichenholz besteht; zu weiteren, immerhin denkbaren Auswirkungen einer Entwicklung freier Alkalien aus Böden und Decken sei hier abgesehen.

*Damit in Zukunft die beschriebenen Verfärbungen vermieden werden können, sind für den Einsatz im Hochbau nur noch solche Beton- und Mörtelzusätze zu empfehlen, die weder selbständig noch bei Kontakt mit den Alkalihydroxiden des Zementes flüchtige Basen wie Ammoniak oder Amine entwickeln.* Eine andere Möglichkeit bestände darin, dass die Hersteller der Zusatzmittel die in Frage kommenden Chemikalien genauso offen in den Gebrauchsanweisungen angeben wie bisher schon die chlorhaltigen Zusätze. Selbstverständlich ist darauf zu achten, dass nicht auf andere Weise Substanzen wie Harnstoff oder Salmiakgeist an das Parkett gelangen.

#### Behelfsmässige Prüfung des Unterlagsbodens auf flüchtige Alkalien

Für eine Prüfung vor der Verlegung besonders von Eichenparkett, mit deren Hilfe eventuell aus dem Unterlagsboden entweichende, freie Alkalien nachgewiesen werden können, wurde im Rahmen der vorliegenden Untersuchung ein einfaches Verfahren angewendet (siehe Bild 5). Ein farblos durchsichtiges Glas, zum Beispiel ein mittelgrosses Einmachglas, wird mit der Öffnung nach unten kurz vor der beabsichtigten Parkettverlegung auf den fertigen Unterlagsboden gestellt. Dies geschieht zweckmässigerweise am Rand des Bodens, da hier am ehesten Gase oder Dämpfe nach oben diffundieren können. Das Glas sollte dicht abschliessend auf dem ebenen Unterlagsboden stehen. In das Glas wird ein Streifen Indikatorpapier zum Beispiel mittels Klebeband so hineingeklebt, dass das Papier frei hängt und keinerlei Kontakt mit dem Boden hat. Das Indikatorpapier sollte möglichst empfindlich sein für den pH-Wertbereich 7...10. Wenn nach mindestens 3 Stunden – der Streifen muss während des Tests mit destilliertem Wasser leicht feucht gehalten werden – an Hand der beigelegten Indikator-Farbskala in dem Gasraum eine Alkalität von  $\text{pH} > 7,2$  gemessen werden kann, ist von einer Eichenparkett-Verlegung abzuraten, da im Laufe der Zeit Holzverfärbungen möglich sind. Sollte gar eine Alkalität von  $\text{pH} > 7,5 \dots 8$  beobachtet werden, ist grösste Vorsicht bei der Wahl der Parkettholzart geboten.

Es muss allerdings erwähnt werden, dass diese Prüfmethode nur ein Notbehelf sein kann und ausserdem bei unsachgemässer Anwendung, wenn zum Beispiel das Papier infolge mangelhafter Sorgfalt mit anderen alkalischen Substanzen wie Zement, Seife und sonstigen Waschmitteln in Berührung kommt, falsche Werte liefert. Überdies sind auch bei neutraler Reaktion des Indikators spätere Parkettverfärbungen nicht mit Sicherheit auszuschliessen. Darüber hinaus ist folgende Kontrolle der Ergebnisse angezeigt. Unter das gleiche Glasgefäss wird ein Uhrglas oder ein anderes, sauberes Schälchen gelegt, in das einige Tropfen von Nessler's Reagens gegeben wird. Dieses sehr empfindliche Reagens zeigt nur Ammoniumverbindungen an, also auch das von den Zusatzmitteln am häufigsten entwickelte Ammoniakgas. Wiederum darf das Reagens keinen Kontakt mit dem Unterlagsboden haben, und bei der Handhabung ist grösste Sauberkeit geboten. Wenn die farblose Nessler-Flüssigkeit unter dem Glasgefäss innerhalb von 3 Stunden einen dunkelgelben bis bräunlichen Farbton annimmt, so diffundiert aus dem Unterlagsboden Ammoniakgas. In Bild 5 wird rechts eine solche Prüfanordnung mit verfärbtem Nessler-Reagens gezeigt.

Die beschriebene, einfach durchzuführende Prüfung gibt dem Parkettunternehmer die Möglichkeit in die Hand, zumindest besonders gefährliche Fälle von Entwicklung freier Alkalien aus dem Unterlagsboden rechtzeitig zu erkennen und damit solche Holzverfärbungen weitgehend zu vermeiden. Solchen Argumenten wird sich auch die Bauleitung nicht verschliessen, wenn der Unternehmer durch das Ergebnis gezwungen wird, einen schriftlichen Vorbehalt zu machen.



## Zusammenfassung

Als weitaus häufigste Ursache der in der letzten Zeit zahlreich auftretenden dunklen Verfärbungen an Eichenparkett wurden flüchtige Alkalien gefunden, die aus dem Boden in das Holz diffundieren und in den meisten Fällen von Beton- oder Mörtelzusatzmitteln bei Kontakt mit den im Zement enthaltenen Kalium- und Calciumhydroxiden entwickelt werden. Vor einer Verwendung solcher freie Alkalien abspaltenden Mittel wird abgeraten, wenn Eichenparkett oder Fussböden aus anderen, gerbstoffreichen Hölzern verlegt werden sollen. Eine behelfsmässige Prüfeinrichtung zur Ermittlung von flüchtigen Alkalien aus Unterlagsböden wird beschrieben.

## Literatur

- [1] F. Kollmann: Technologie des Holzes und der Holzwerkstoffe. 2. Aufl. Bd. I, Springer-Verlag Berlin/Göttingen/Heidelberg, 1951, Seite 174.
- [2] W. Sandermann: Grundlagen der Chemie und chemischen Technologie des Holzes. Akademische Verlagsgesellschaft Geest & Pornick KG, Leipzig, 1956, Seite 171 ff.
- [3] W. Sandermann und M. Lüthgens: Untersuchungen über Verfärbungen von Hölzern. Holz als Roh- und Werkstoff 11 (1953) 11, Seite 435.
- [4] K. Seifert: Angewandte Chemie und Physikochemie der Holztechnik. VEB Fachbuchverlag Leipzig, 1960, Seite 181 ff.

Adresse der Verfasser: Eidg. Materialprüfungsanstalt, Überlandstrasse 129, 8600 Dübendorf.

## Mitteilungen

**Arbeiten im Bereich elektrischer Leitungen.** Die Schweiz. Unfallversicherungsanstalt (SUVA) teilt mit, dass sich in den letzten Monaten des vergangenen Jahres mehrere tödliche Unfälle ereignet haben, weil Ausleger oder Hubseile von Kranen und Hebezeugen mit Starkstromleitungen in Berührung kamen. Durch die vermehrte Benützung von Pneu-kranen auf allen Gebieten haben die elektrischen Unfälle alarmierend zugenommen. Diese Unfälle könnten indessen durch eine überlegte Organisation der Arbeiten, durch genaue Anweisungen beim Arbeiten mit Kranen im Bereiche elektrischer Leitungen, durch eine bessere Instruktion und geeignete Auswahl der Kranführer sowie durch besondere Aufmerksamkeit vermieden werden. Die Erfahrung zeigt aber, dass die genannten Massnahmen in der Praxis nicht genügen. Um menschlichem Versagen zu begegnen, müssen die folgenden *technischen Vorkehrungen* getroffen werden:

— Wird längere Zeit mit einem Kran oder Hebezeug in der Nähe elektrischer Leitungen gearbeitet, so sind die stromführenden blanken Leitungen im Tätigkeitsbereich der Hebezeuge zu verlegen (eventuell zu verkabeln) oder

— es sind Schutzgerüste zu erstellen, die ein Berühren der blanken Leitungen mit dem Ausleger oder mit dem Kranseil verhindern.

— Bei kurzdauernden Arbeiten ist nach Rücksprache mit dem zuständigen Elektrizitätswerk zu veranlassen, dass die Leitungen während dieser Zeit ausgeschaltet werden.

**Fachverband Schweizerischer Betonvorfabrikanten.** Am 16. März 1967 wurde in Bern der Fachverband Schweizerischer Betonvorfabrikanten (FSB) (Association suisse des professionnels du béton préfabriqué) gegründet. Das Hauptgewicht der Tätigkeit wird auf die gemeinsame Behandlung der technischen und wirtschaftlichen Fragen, die sich im Zusammenhang mit der Vorfabrikation und der Industrialisierung ergeben, gelegt werden in Zusammenarbeit mit anderen Berufsverbänden, insbesondere dem SIA, dem Schweizerischen Bau-meisterverband und dem Schweizerischen Verein für Vorfabrikation. In den Statuten des neuen Verbandes ist für alle Mitglieder eine unabhängige Preisgestaltung festgelegt, so dass Preisvereinbarungen irgendwelcher Natur unter den Mitgliedern ausgeschlossen sind und damit das freie Konkurrenzverhältnis gewährleistet ist. Dem FSB gehören bereits 18 Firmen an, darunter die Igeco SA in Etoy, Lyssach und Volketswil und die Element AG in Tafers und Veltheim. Zum Präsidenten ist Ständerat Paul Torche, Freiburg, gewählt worden. Das Sekretariat befindet sich bei Fürsprecher Hans Kellerhals, 3011 Bern, Bundesplatz 4.

**Eidg. Technische Hochschule.** Der Bundesrat hat auf den 1. April 1967 folgende Lehrstühle neu besetzt: die a.o. Professur für Baustatik, Stahlbeton und Brückenbau durch *Jörg Schneider*, dipl. Bau-Ing. ETH, deutscher Staatsangehöriger, zurzeit in Firma Stahlton AG, Zürich; die Assistenzprofessur für Regelung und Dampfanlagen durch *Peter Hemmi*, dipl. Masch.-Ing. ETH, von Trimmis GR, zurzeit wissen-

schaftlicher Mitarbeiter am Institut für Regelung und Dampfanlagen der ETH. Für die o. Professur für Strömungslehre hat der Bundesrat gewählt, mit Amtsantritt auf den 1. September 1967: Dr. sc. techn. *Hans Heinrich Thomann*, von Märwil TG, zurzeit Mitarbeiter an der Flugtechnischen Versuchsanstalt Bromma, Schweden und Dozent an der Königlichen Technischen Hochschule Stockholm; mit Amtsantritt auf den 1. Oktober 1967: Dr. sc. techn. *Nikolaus Rott*, amerikanischer Staatsbürger, zurzeit Professor an der University of California, Los Angeles. Ferner hat der Bundesrat auf den 1. April 1967 befördert: *Heinrich Nerhard Hösli*, von Glarus und *Werner Jaray*, von Luzern, beide bisher a.o. Professoren für architektonisches Entwerfen, zu o. Professoren für das gleiche Fachgebiet.

**Transporterleichterung durch Aluminium-Rollpaletten.** Die Rationalisierung des Güterumschlages verlangt nach leichten und robusten Transportmitteln, welche ausserdem bei Nichtbenutzung wenig Platz beanspruchen. Diese Bedingungen werden von Aluminium-Rollpaletten mit klappbaren Wänden in vorzüglicher Weise erfüllt. Eine aus «Alusuisse»-Spezialprofilen zusammengeschwemmte Zwei-Wand-Rollpalette hat eine Tragfähigkeit von 400 kg bei einem Eigengewicht von nur 35 kg, kann standsicher gestapelt und mit einer einsteckbaren Rolldeichsel mühelos verschoben werden (DK 621.869: 658.788.5.011).

## Nekrologe

Der SIA meldet den Tod seiner folgenden Mitglieder:

† **Giuseppe Ghisler**, dipl. El.-Ing., GEP, von Bellinzona, geboren am 26. Okt. 1897, ETH 1916 bis 1920, 1920 bis 1924 bei BBC in Baden, dann bis 1927 bei den Skodawerken in Pilsen, hierauf bis 1938 bei der AEG in Berlin und dann endgültig bei BBC in Baden.

† **Max Werner Zollikofer**, Arch., geboren 1903, Mitinhaber des Büros M. et C. Zollikofer in Genf.

† **Georges Peloux**, Arch. SIA in Genf, geboren 1881, ist gestorben.

## Buchbesprechungen

**Grundlagen für kraftschlüssige Verbindungen in der Vorfabrikation.** Von *E. Basler* und *E. Witta*. 140 S. mit zahlreichen Abb. Wildegg 1966, Technische Forschungs- und Beratungsstelle der Schweizerischen Zementindustrie. Kostenlos.

Die Konstruktion und Bemessung kraftschlüssiger Verbindungen bei vorgefertigten Betonbauten bereitet oft noch grosse Schwierigkeiten. Viele Rückschläge, welche sich bei dieser Bauweise bisher einstellten, sind auf mangelhafte Verbindungen zurückzuführen. Andererseits hat das einschlägige Schrifttum einen derartigen Umfang erreicht, dass es vom Einzelnen kaum noch überblickt werden kann. Es ist das grosse Verdienst der Verfasser, den heutigen Stand des Wissens auf diesem Gebiet zusammengefasst und auch mit eigenen Beiträgen bereichert zu haben.

Die Arbeit gliedert sich in sechs Kapitel. Im ersten Kapitel über den *Verbund zwischen Ortsbeton und Fertigteil* wird einleitend versucht, den Bruchmechanismus des in einem Guss hergestellten Betons theoretisch zu erfassen. Ausgehend von der Haftung zwischen Zementstein und Zuschlagstoffen wird die Coulombsche Reibungshypothese zu einer Bruchhypothese erweitert. Dabei werden die vorwiegend lastunabhängigen Einflüsse in der Kohäsionskonstanten berücksichtigt. In analoger Weise können die Verhältnisse in der Verbundfläche zwischen verschieden altem Beton erfasst werden. Es ergibt sich u.a. die interessante Einsicht, dass gegenüber einer nicht verzahnten Verbundfläche durch eine Schubverzahnung nur ein weniger sprödes Brechen der Verbindung, jedoch kein Zuwachs an Verbundfestigkeit erreicht wird. Nützlicher ist eine die Verbundfläche senkrecht durchdringende Bewehrung. Damit diese wirksam wird, sind allerdings stets grössere plastische Verschiebungen in der Verbundfläche nötig. Aufgrund von Versuchsergebnissen werden für die Bemessung von Verbundflächen mit und ohne Bewehrung einfache und praktische Regeln angegeben. Der Einfluss des Schwindens kann ebenfalls berücksichtigt werden.

Im zweiten Kapitel wird das Verhalten der *unbewehrten Mörtelfuge* bei Beanspruchung durch Normal- und Querkraft dargelegt. Auch besondere Schubverzahnungen und Bolzen zur Aufnahme reiner Querkraftbeanspruchungen werden behandelt. Die praktischen Angaben zur Technologie und Verarbeitung von Mörtel sowie über das Ausgiessen und Ausbetonieren der Fugen sind insbesondere für die Baustelle nützlich.