

Universität Stuttgart

Zum Gedenken an
Otto Graf, universeller
Bauforscher in Stuttgart

Abschiedsvorlesung von
Prof. Dr.-Ing. H.-W. Reinhardt
am 4. Juli 2006

Reden und Aufsätze 71

Zum Gedenken an
Otto Graf, universeller
Bauforscher in Stuttgart

Abschiedsvorlesung von
Prof. Dr.-Ing. H.-W. Reinhardt
am 4. Juli 2006

Reden und Aufsätze
Herausgegeben im Auftrag des Rektorats der Universität Stuttgart
von Ottmar Pertschi

Redaktionsrat:
Prof. Dr.phil. Horst Thomé (Prorektor für Lehre und Weiterbildung)
Prof. Dr.-Ing. Frank Allgöwer
Prof. Dr.phil. Folker Reichert
Ottmar Pertschi

© Universitätsbibliothek Stuttgart 2006
Postfach 10 49 41, D-70043 Stuttgart
Telefon (07 11) 6 85-8 22 22; Telefax 6 85-8 35 02
www.ub.uni-stuttgart.de

Druck: Offizin Chr. Scheufele, Stuttgart

ISSN 0940-0710
ISBN-10: 3-926269-71-5
ISBN-13: 978-3-926269-71-3

Inhalt

Abschiedsvorlesung am 4. Juli 2006

Otto Graf, Rückschau im Licht von heute

Prof. Dr.-Ing. H.-W. Reinhardt

7

**Rede des Direktors der Materialprüfungsanstalt Universität
Stuttgart (MPA-Stuttgart / Otto-Graf-Institut (FMPI))
zur Verabschiedung von Herrn Prof. Dr.-Ing. H.-W. Reinhardt
am 4. Juli 2006**

Prof. Dr.-Ing. Christoph Gehlen

43

**Kurze Ansprache des stv. Sprechers des Deutschen
Ausschusses für Stahlbeton (DAfStb)**

Prof. Dr.-Ing. Gerd Thielen

57

Ansprache des stv. Geschäftsführenden Institutsdirektors

Prof. Dr.-Ing. Rolf Eligehausen

61

**Grußwort des Rektors der Universität Stuttgart
aus Anlass der Abschiedsvorlesung von
Herrn Prof. Dr.-Ing. Hans-Wolf Reinhardt**

Prof. Dr.-Ing. Dieter Fritsch

69

Lebenslauf Hans-Wolf Reinhardt

76

Lebenslauf Otto Graf

77

Aus der Presse

78

Die Autoren

79



**Prof. Dr.-Ing. Hans-Wolf Reinhardt
Institut für Werkstoffe im Bauwesen
der Universität Stuttgart**

Otto Graf, Rückschau im Licht von heute

Abschiedsvorlesung am 4. Juli 2006

Magnifizienz,
Herr Dekan,
liebe Kolleginnen und Kollegen,
ehemalige Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter,
Studentinnen und Studenten,
sehr geehrte Gäste,
meine Damen und Herren,

gerne hätte ich noch mehr von Ihnen persönlich begrüßt, aber in Anbetracht der vielen prominenten Gäste muss ich Abstand davon nehmen. Eine Ausnahme wollte ich jedoch machen, und zwar wollte ich die Tochter von Otto Graf, Frau Isolde Graf, persönlich begrüßen, die ihr Kommen zugesagt hatte. Wegen der Hitze befürchtete sie jedoch gesundheitliche Probleme und hat schließlich abgesagt.

Einleitung

1. Vor 50 Jahren, genau am 29.04.1956, starb Otto Graf¹. Ich will dies zum Anlass nehmen, einige Forschungsaktivitäten von Otto Graf rückblickend zu betrachten und mit heutigen Kenntnissen zu vergleichen. Es ist unmöglich, auf alle Aktivitäten von Graf einzugehen. In seinen 660 Veröffentlichungen berichtet er über Versuche an Beton, Stahlbeton, Holz, Mauerwerk, Stahl, Glas und Trümmerschutt nach dem 2. Weltkrieg. Ein sehr umfangreiches Kapitel seiner Forschungstätigkeit betrifft den Betonstraßenbau. Graf hat den Betonstraßenbau von den frühesten Anfängen mitgestaltet und an Versuchsstrecken erprobt. Mit seiner Mitwirkung entstand 1939 die „Anweisung für den Bau von Betonfahrbahndecken (ABB)“ [1], die den Betonstraßenbau in Deutschland standardisierte. Auf diese Tätigkeiten will ich heute nicht eingehen. Darüber wurde bereits an anderer Stelle berichtet [2]. Ich will auch nicht eingehen auf die umfangreichen Versuche zum Stahlbau, vor allem zum Bereich des Schweißens. Veranlasst durch das Versagen von Stahlbrücken stellte er einige Versuchsträger her, die so geschweißt waren, wie es bei den Bauwerken der Fall gewesen war. Dabei stellte er fest, dass sich in den Schweißraupen kurze Anrisse bildeten, die sich bei einem weniger geeigneten Werkstoff in den Grundwerkstoffen fortpflanzten, während sie in einem geeigneten Werkstoff zum Stillstand kamen. Daraus hat er gefolgert, dass die Kerbempfindlichkeit des Stahls die maßgebliche Größe für die Eignung ist. Es wurde ein Biegeversuch an einem Blech mit Schweißraupe entwickelt, der einwandfrei die Eignung der Stähle am Biegewinkel unterscheiden konnte, der bis zum Anriss erreicht werden konnte. Auch wurde die Kerbschlagzähigkeit als weiterer entscheidender Parameter festgelegt.

¹geb. am
15.4.1881

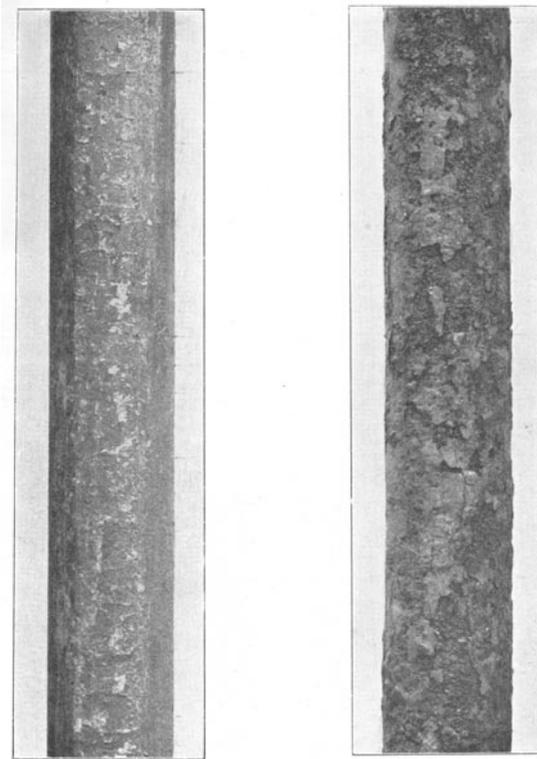
[1] Graf, O.:
Anweisung für
den Bau von
Betonfahrbahn-
decken (ABB),
Berlin 1939

[2] Reinhardt,
H.-W.: Otto Graf's
Fragen zum
Betonstraßenbau -
Noch heute aktuell.
Straße + Autobahn
55 (2004), Nr. 3, S.
142-150

Ich habe vier Beispiele ausgewählt, an denen ich die Forschertätigkeit von Graf illustrieren möchte und mit dem heutigen Stand des Wissens vergleichen möchte. Dies sind der Verbund zwischen Stahl und Beton, die Trümmerverwertung, der Hochfeste Beton und Holz.

2. Verbund zwischen Stahl und Beton

Schon früh wurde festgestellt, dass der Verbund zwischen Stahl und Beton eine entscheidende Größe für die Tragfähigkeit von Stahlbeton, oder wie es damals hieß Eisenbeton, ist. Graf hat daher an verschiedenen Stählen Versuche durchgeführt. Die Stähle waren als Zugbewehrung in einem Stahlbetonbalken eingelegt und gemessen wurde die Höchstlast, die Durchbiegung und der Schlupf der Bewehrung im Beton. Es handelte sich also um eine indirekte Bestimmung der Verbundfestigkeit von Stahl in Beton [3, 4]. Er verwendete Stähle mit Walzhaut, Stähle, die verrostet waren, und verformte Stähle aus amerikanischer Produktion.



[3] Bach, C., Graf, O.: Mitteilungen über Forschungsarbeiten auf dem Gebiet des Ingenieurwesens, insbesondere aus den Laboratorien der Technischen Hochschulen. Verein Deutscher Ingenieure (1909), Hefte 70 bis 74

[4] Bach, C., Graf, O.: Bericht über Versuche mit Eisenbetonbalken namentlich zur Bestimmung des Gleitwiderstandes, Berlin, 1909

Bild 1. Eisen mit Walzhaut und stark korrodiertes Eisen für die Verbundversuche [3]

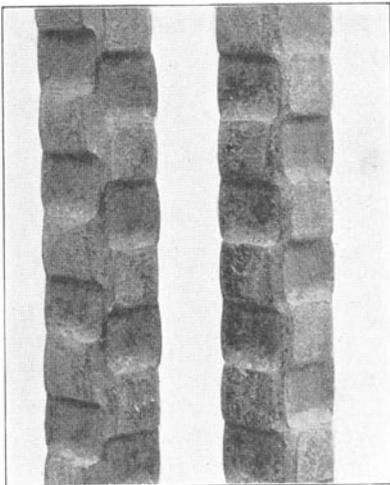


Bild 2. Johnson-Eisen [3]

Bild 3.
Diamond- und
Lug-Eisen [3]

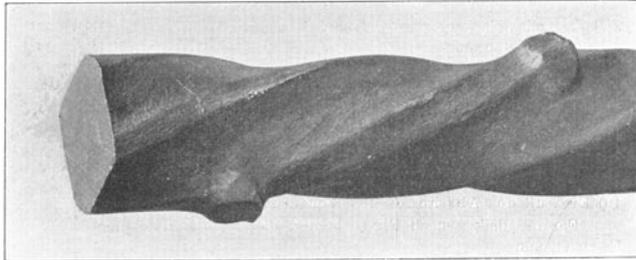
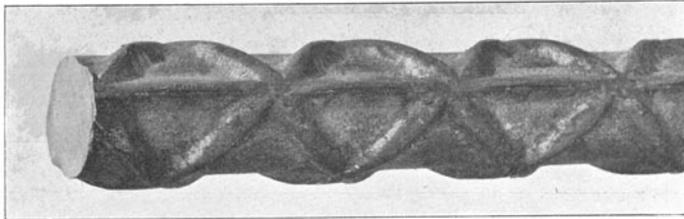


Bild 4. Cup-
Eisen und
Welleneisen [3]

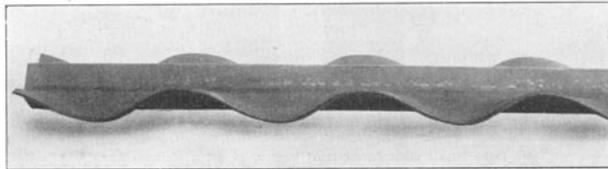
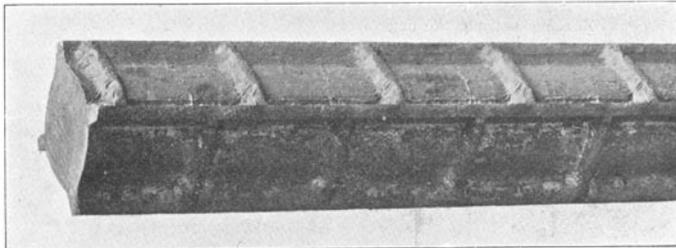
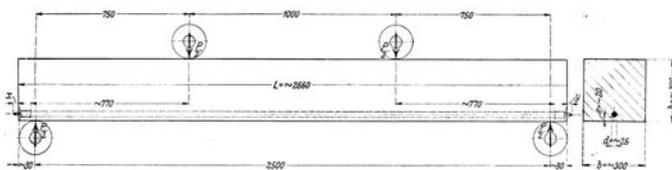


Bild 5.
Stahlbeton-
balken zur
Bestimmung
des Verbundes
des Stahl
und Beton [3]



Als Höchstlasten wurden die Werte nach Tabelle 1 gemessen.

Bewehrungsstahl	Höchstlast, kN	Gleitwiderstand, N/mm ²
Johnson	140	3,4
Diamond	145	3,6
Lug	145	3,6
Cup	148	3,1
Welleneisen	125	1,6

Tabelle 1.
Höchstlasten
der Balken und
Gleitwider-
stand ver-
schiedener
Bewehrungs-
stähle [3]

Daraus wurde gefolgert, dass die profilierten Stähle einen deutlich besseren Verbund aufwiesen als das Welleneisen und das Rundeisen. Der Gleitwiderstand wurde nach den damaligen amtlichen Bestimmungen errechnet. Festgestellt wurde auch, dass die profilierten Stähle eine so gute Verbundwirkung hatten, dass in den meisten Versuchen der Beton in der Verankerungszone abgesprengt wurde. Die Betondeckung von 20 mm war demnach nicht groß genug, um die durch Verbund erzeugten Spaltkräfte aufzunehmen. Über die Verbundfestigkeit als Funktion der Einbettungslänge wurde 1913 berichtet [5]. Bild 6 zeigt die übliche Versuchsanordnung zur Bestimmung des Gleitwiderstandes.

[5] Bach, C., Graf, O.: Widerstand einbetonierten Eisens gegen Gleiten. Einfluss der Haken. DAFStb Heft A, Berlin 1913

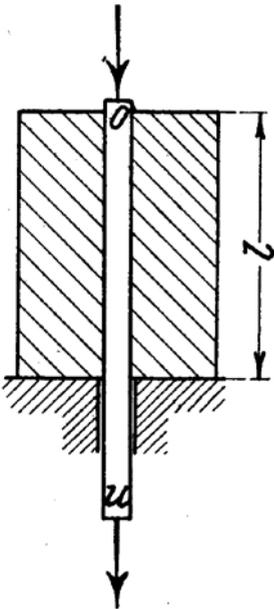


Bild 6.
Versuchs-
anordung
für Verbund-
versuch [5]

Die Autoren Bach und Graf schreiben: „diese Bestimmung kann zu der Auffassung verleiten, dass sich der Gleitwiderstand gleichmäßig über die Länge L verteile, was nicht zutrifft. Um das augenfällig nachzuweisen, wurden Versuche durchgeführt mit L = 3, 6, 15 und 40 cm“. Als Ergebnis wurde eine Funktion der folgenden Form ermittelt

$$t_1 = 100 e^{-(0,2+0,4\sqrt[3]{l/d})}$$

die im Bild 7 auch dargestellt ist. Bei dem Bewehrungsstahl handelte es sich um einen glatten Rundstahl mit Walzhaut mit der Dicke 2 cm.

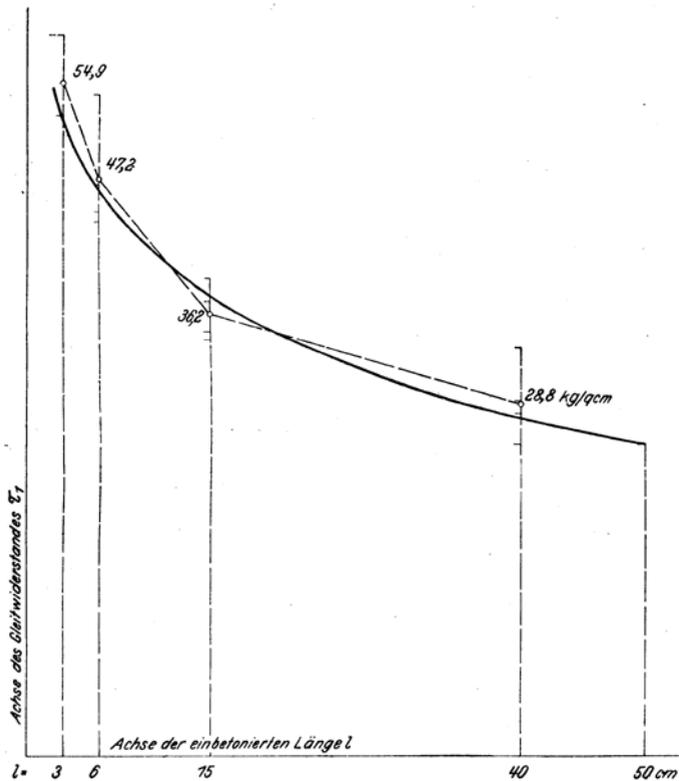


Bild 7.
Einfluss der
Verbundlänge
auf den Gleit-
widerstand [5]

Die Versuche hatten keinen Einfluss auf die Praxis. In der Praxis wurden weiterhin glatte Rundstäbe verwendet und um den Gleitwiderstand zu erhöhen, wurden Haken angeordnet. Es gibt zahlreiche Veröffentlichungen zu der Wirkung von Haken in Beton, Aufbiegungen von Stählen in Beton und der Wirkung von Bügeln und Umschnürungen. Auf diese Versuche will ich hier nicht eingehen. In den 20er und 30er Jahren des letzten Jahrhunderts wurden einige Sonderformen von Bewehrungsstählen entwickelt [6], z. B. der I-Steg-Stahl 1928 oder der Drillwulststahl im Jahr 1936. 1932 wurde das Baustahlgewebe baupolizeilich zugelassen.

[6] Graf, O., Weil, G.: Versuche mit verdrehten Bewehrungsstählen. Deutscher Ausschuss für Eisenbeton, 1940, Heft 94, Berlin, S. 13-55

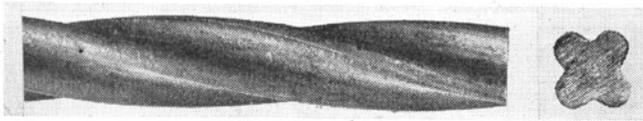


Bild 8.
Drillwulststahl
und Torstahl
[6]

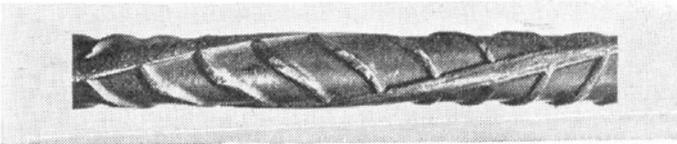
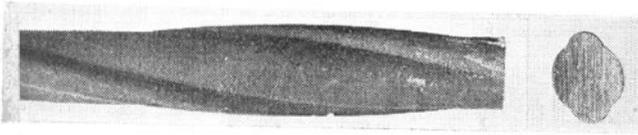
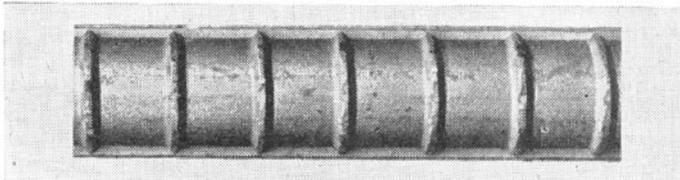


Bild 9.
Tentor-Stahl
und Deutscher
Rippenstahl [7]

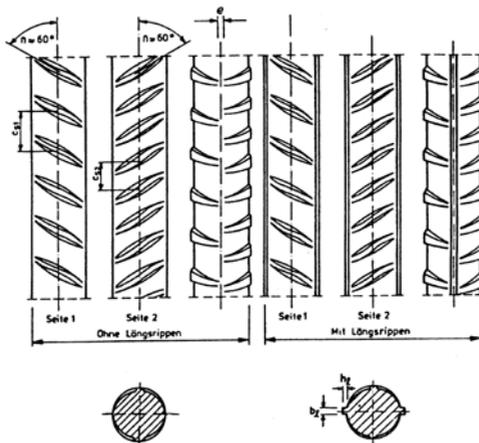


[7] Graf, O.: Über die Entwicklung der Eigenschaften der Betonstähle und über die zugehörigen zulässigen Anstrengungen. Bauwirtschaft 6 (1952), H. 27, S. 614-616; H. 28, S. 634-636; H. 29, S. 655-661

Kurz nach dem 2. Weltkrieg hat Graf wiederholt vorgeschlagen, die in den USA entstandenen besten Formen der Rippenstähle auch in Deutschland einzuführen. Deutsche Stahlwerke entwickelten dann den Tentor-Stahl und den Querrippenstahl (Queri-Stahl), der eine höhere zulässige Spannung erreichen durfte als die glatten Stähle. Graf hat

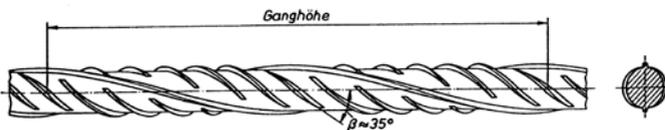
immer wieder deutlich gemacht, dass die Rissbreiten begrenzt werden müssen, um die Dauerhaftigkeit des Stahlbetons zu erhöhen. 1952 hat er vorgeschlagen, die Rissbreiten bei Bauteilen im Freien auf 0,2 mm und im Trockenen auf 0,3 mm zu begrenzen. Er fasste zusammen: „Im Ganzen zeigen unsere Feststellungen, dass mit sachgemäß gestalteten Rippenstählen eine bedeutend erhöhte Ausnützung des Stahls bei vereinfachten Einbaubedingungen möglich ist.“ Er hat sich sehr deutlich für die Einführung der Rippenstähle ausgesprochen und dafür plädiert, die Formen zu vereinheitlichen und zu beschränken [7]. Dies ist auch heute Stand der Technik.

Bild 10.
Heutige
Betonstähle
nach DIN 488
[8]



[8] DIN 488, T. 1
Betonstahl; Sorten,
Eigenschaften,
Kennzeichen. 1984

[9] Rehm, G.
Kriterien zur
Beurteilung von
Bewehrungsstäben
mit hochwertigem
Verbund, Stahl-
betonbau, Berichte
aus Forschung und
Praxis, Festschrift
Prof. Rüschi, Verlag
Wilhelm Ernst
& Sohn, Berlin,
(1969), pp. 79-96.



Die Entwicklung geht natürlich weiter. Mehrere Hersteller machen heute eine sog. Tiefrippung anstelle der gewöhnlichen Rippen. Der Vorteil liegt in der einfacheren Verarbeitung der Stähle. Für Tiefrippung bedarf es geringerer Kräfte und Energie zur Herstellung als bei den konventionellen Rippen. Die Verbundeigenschaften werden heute ja üblicherweise mit der bezogenen Rippenfläche [9] charakterisiert, die das Verhältnis zwischen projizierter Rippenfläche und der Mantelfläche zwischen zwei Rippen darstellt.

$$f_R = \text{Rippenfläche/Mantelfläche} \approx a_s/c_s$$

nach Bild 11. Wenn also die Rippenhöhen abnehmen, verringert sich die bezogene Rippenfläche, ebenso, wenn die Mantelfläche zunimmt, d. h. wenn der Rippenabstand größer wird.

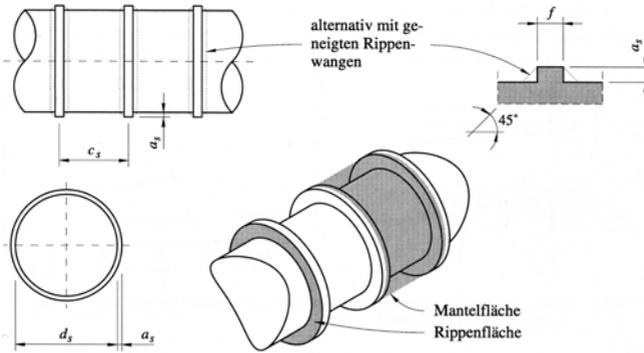


Bild 11.
Vereinfachte
Definition der
bezogenen
Rippenfläche
[9]

Bild 12 zeigt ein Beispiel einer typischen Tiefripplung eines Herstellers [10].

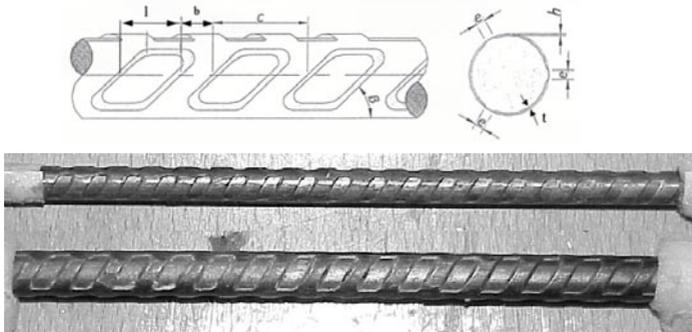


Bild 12.
Oberflächen-
geometrie und
tiefgerippte
Stähle des
Durchmessers
6 mm und
8 mm [10]

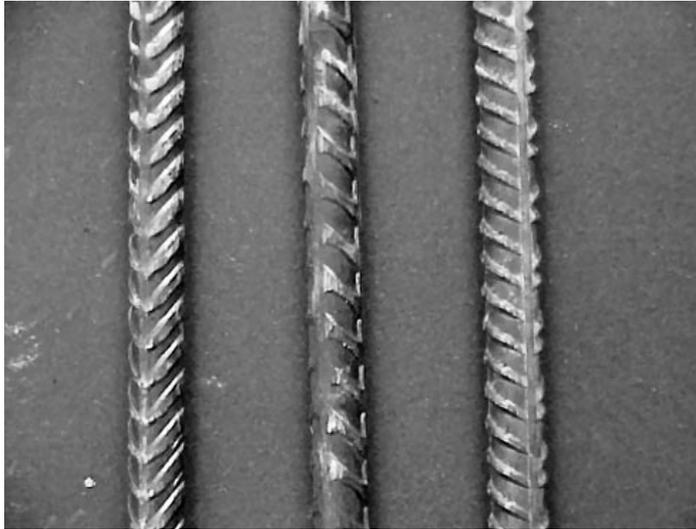
Angeblich weist kaltverformter Betonstahl mit Tiefripplung nicht nur eine Verbesserung der Werkstoffeigenschaften hinsichtlich dem Verhältnis Zugfestigkeit zu Streckgrenze und Dehnung bei Höchstlast auf, sondern erhöht auch die Rotationsfähigkeit von Stahlbetonkonstruktionen. Solche Stähle gibt es bisher nur als Mattenstähle, nicht als Stabstähle. Ein weiterer Vorteil der Tiefripplung wird vor allem bei hochfestem Beton

[10] Appl, J.
Auszugsversuche
mit sonderge-
rippten Be-
wehrungsstäben
- Durchmesser
6 mm und 8 mm.
Versuchsbericht,
IWB, Universität
Stuttgart, 2002

gesehen, denn der Verbund wird etwas weicher, und die Spaltgefahr nimmt dadurch ab.

Bild 13 zeigt die Oberflächengeometrie von Rippenstählen BSt 500 mit konventioneller Rippung und Tiefrippung.

Bild 13.
Oberflächen-
geometrie von
Rippenstählen
BSt 500 des
Durchmessers
12 mm,
von links nach
rechts:
kaltverformter
Stahl,
kaltverformter
Stahl mit Tief-
rippung,
warmge-
walzter Stahl



[11] Hofmann, J.
Theoretische und
experimentelle
Untersuchungen
zum Verhalten
des Verbundes
zwischen
Bewehrungsstahl
und Beton.
Diplomarbeit,
IWB, Universität
Stuttgart, 2001

Wie unterschiedlich die bezogene Rippenfläche dieser Stähle ausfällt, zeigt Tabelle 2.

Tabelle 2.
Kennwerte
der Rippen-
geometrie der
Stähle nach
Bild 13 [11]

Stahlsorte	Duktilit.- klasse	Stab-Ø [mm] [mm]	$a_{1/4}$ [mm]	$a_{1/2}$ [mm]	$a_{3/4}$ [mm]	c_s [mm]	Σe [mm]	Bezogene Rippen- fläche [-]
warm- gewalzt	H	12	0,84	0,88	0,84	7,3	2,3	0,086
kaltverformt	N		0,54	0,66	0,56	8,1	5,7	0,050
kaltverformt, tiefgerippt	N		0,55	0,56	0,46	9,9	8,9	0,033

Beim warmgewalzten Stahl ist $f_r = 0,086$, beim kaltverformten 0,050 und beim tiefgerippen 0,033. Die Unterschiede kommen hauptsächlich durch den Rippenabstand c_s zustande. Die tiefgerippten Stähle entsprechen nicht der DIN 488, sondern können nur mit einer allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung verwendet werden.

Wie gezeigt, hat sich Graf sehr intensiv mit dem Verbund auseinandergesetzt. Er hat sich aber auch schon 1910 mit dem Spannbeton beschäftigt. Er hat dabei Versuchsreihen mit normalen Bewehrungsstählen durchgeführt. Bild 14 zeigt ein Beispiel der Ergebnisse [12].

Dargestellt ist die Kraftverlängerungslinie eines Biegeversuchs an einem Balken. Deutlich ist erkennbar, dass die Rissbildung bei dem vorgespannten Balken später eintritt als bei dem schlaff bewehrten Balken. Obwohl schlussgefolgert wurde, dass die Vorspannung einen positiven Einfluss auf die Rissbildung hat, wurden offensichtlich keine weiteren

[12] Bach, C., Graf, O.: Versuche mit Balken, deren Eiseneinlagen Vorspannung besitzen, und mit Balken derselben Bauart ohne Vorspannung. Mitteilung über Forschungsarbeiten VDI, H. 90 und 91, 1910, S. 61-86

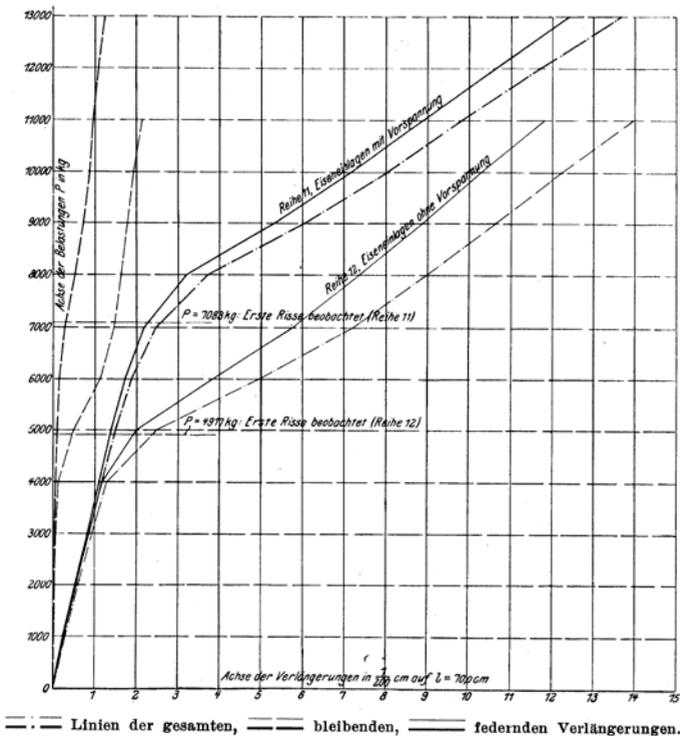


Bild 14. Lastverlängerungslinie eines bewehrten und eines vorgespannten Betonbalkens [12]

Anstrengungen unternommen, um den Spannbeton einzuführen. Erst Freyssinet hat den Einfluss des Schwindens und Kriechens des Betons richtig abgeschätzt und in die Bemessung von Spannbetonbauteilen aufgenommen.

3. Trümmerverwertung und Recycling

Ich komme jetzt zu einem anderen Themenbereich, der Trümmerverwertung nach dem Krieg und im Vergleich dazu, dem Recycling. Ich zitiere aus dem Nachrichtenblatt der Militärregierung für den Stadtkreis Stuttgart im November 1945 [13]. Da schreibt Graf: „Im Mai dieses Jahres hatte sich eine Arbeitsgruppe der Technischen Hochschule dem Oberbürgermeister zur Verfügung gestellt, die seither alle Fragen der Trümmerverwertung und Trümmerbeseitigung verfolgt und entwickelt hat, und zwar 1. durch Untersuchungen über die zweckmäßige Aufbereitung der Trümmer, 2. durch Versuche über die Verwertungsmöglichkeit der Trümmer, 3. durch Messungen und Beobachtungen in einem Probebetrieb, 4. durch Ermittlung eines einfachen Prüfverfahrens zur Bestimmung des Gipsgehalts, 5. durch Aufstellung von Plänen für einen Trümmeraufbereitungsplatz, 6. durch Aufstellen von Richtlinien für die Herstellung von Baustoffen und fertigen Bauteilen aus Trümmerschutt, 7. durch Aufstellung von Vorschlägen über die Herstellung von Massivdecken in beschädigten Wohnhäusern, 8. durch Feststellungen über die Möglichkeiten der Schuttbeseitigung.“ Als Ergebnis der ersten Versuche wurde festgestellt, dass für die Verwertung der Trümmer der Gipsgehalt entscheidend ist. Die Versuche

[13] Nachrichtenblatt der Militärregierung für den Stadtkreis Stuttgart. „Trümmerbeseitigung und Trümmerverwertung“, bearbeitet von O. Graf, Nr. 24, 15. Nov. 1945, S. 8

[14] Nachrichtenblatt der Militärregierung für den Stadtkreis Stuttgart, Richtlinien für die Aufbereitung von Trümmerschutt, Nr. 3, 17.01.1946, S. 4

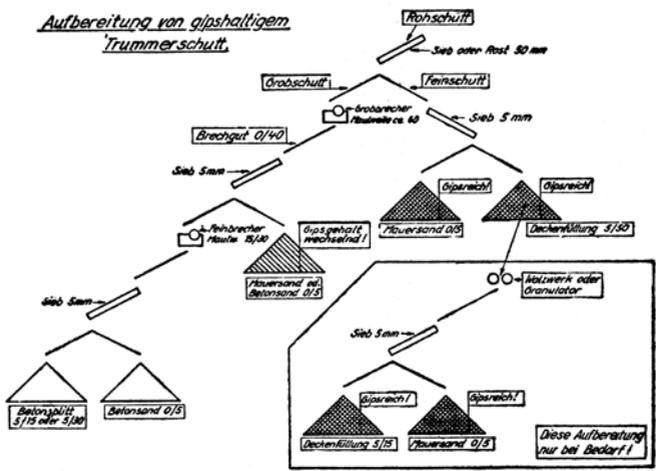


Bild 15. Aufbereitungsschema von gipshaltigem Trümmerschutt [14]

haben gezeigt, dass Betonzuschlagstoffe, die aus den Trümmern gewonnen wurden, nur dann für Zementbeton brauchbar sind, wenn sie nur einen geringen Gipsgehalt haben. Bereits 1946 [14] standen Richtlinien für die Aufbereitung von Trümmerschutt zur Verfügung. Das Bild zeigt ein Schema, wie Trümmerschutt aufbereitet wurde.

Ausgehend vom Rohschutt, der Gips enthält, wird er über Siebe in Grobschutt und Feinschutt getrennt. Schnell wurde festgestellt, dass im Grobschutt weniger Gips vorhanden ist als im Feinschutt. Der Grobschutt wird dann weiter gebrochen und über Siebe geteilt in Betonsplitt, Betonsand und der Teil, der noch mehr Gips enthält, zu Mauer sand aussortiert. Den bisherigen Erfahrungen zufolge konnte also aus dem gewöhnlich gipsreichen Rohschutt durch trockene Aufbereitung ein gipsarmer Zuschlagstoff gewonnen werden. Die aus Trümmerschutt aufbereiteten Zuschlagstoffe können zu Beton verarbeitet werden, wenn sie allein oder in Mischungen mit anderen Baustoffen weniger als 1 % SO_3 (entspricht 2,1 % Gips) enthalten und eine geeignete Körnung aufweisen. Bestehen die Zuschlagstoffe aus einem Gemenge von Natursteinen, gebrannten Mauersteinen und Altbeton, so lassen sich hiermit die Betongüten B160 und B225, das würde heute einem C12/15 und C20/25 entsprechen, herstellen. Zuschlagstoffe, welche vorwiegend aus gutem Ziegelsplitt bestehen, geben noch Betongüten von B120, also unserem heutigen C8/10, und B160, einem C12/15. Graf schreibt auch, „wird die Betongüte B300, heute ein C25/30, oder mehr für gewisse Einzelkonstruktionen, notwendig, so sind Trümmerbaustoffe in der Regel nicht geeignet“. Er gibt dann eine Betonzusammensetzung an für die verschiedenen Festigkeitsklassen, die nur über den Zementgehalt gesteuert werden.

Betonart	notwendiger Zementgehalt, kg/m^3	Rohdichte, t/m^3	Festigkeitsklasse nach heutiger DIN 1045
Ziegelsplittbeton und sonstiger Leichtbeton aus Trümmerschutt zu Deckensteinen etc.	150	1,4 - 1,6	< C8/10
Ziegelsplittbeton B120	200	1,6	C8/10
Ziegelsplittbeton B160	240	1,8	C12/15
Trümmerschuttbeton B160	240	2,0	C12/15
Trümmerschuttbeton B225	240	2,2	C16/20

Tabelle 3.
Betonarten aus
Trümmerschutt
[15]

[15]
Nachrichtenblatt
der Militärregierung
für den Stadtkreis
Stuttgart,
Richtlinien für
die Herstellung
massiver Decken,
bearbeitet von
O. Graf, Nr. 8,
21.02.1946, S. 4

Nach heutigem Sprachgebrauch würde die Mischungsanleitung einem sog. Standardbeton entsprechen, der auch nur über die Zementmenge eingeteilt wird. Dabei setzt man voraus, dass der Beton gut verarbeitet werden kann. Zum Vergleich gibt Graf einen Normalbeton an, sog. Kiesbeton B300, der 270 Zement benötigt und 2,4 t/m³ wiegt.

In mehreren Veröffentlichungen kommt Graf immer wieder auf die Frage des Gipsgehaltes zurück. Die Versuche an Probekörpern, die in dauernder feuchter Luft gelagert waren, bestätigen die Grenze des Gipsgehalts von



Bild 16.
Max-Kade-
Heim,
Stuttgart

2,1% oder 1% SO₃. Betone aus Trümmerschutt wurden umfassend für die Wiederherstellung von Wohnraum eingesetzt. Es wurden Wände damit hergestellt in Form von Schüttbodyen, aber auch in Form von Mauersteinen, es wurden Decken hergestellt, sowohl Massivdecken als auch Hohlkörperdecken. Schräge Dächer wurden aus Trümmerbeton hergestellt, da großer Holzangel herrschte. Man sieht also, dass die Verwertung wirtschaftlich sehr günstig war. Wir haben ja in Stuttgart ein hervorragendes Gebäude, das aus Trümmerschutt gebaut wurde, das Max-Kade-Heim in der Holzgartenstraße. Es wurde von Wilhelm Tiedje entworfen und 1952/53 gebaut.

Bis 1948 wurden umfangreiche Versuche durchgeführt. Außer der Festigkeit wurde jetzt auch die Wärmeleitfähigkeit, das Schwinden und der Abnutzwiderstand geprüft. Die Wärmeleitfähigkeit wird als Funktion der Rohdichte angegeben.

Rohdichte t/m ³	Wärmeleitfähigkeit kJ/(m · h · °C)
1,2	0,4
1,4	0,55
1,6	0,7

Tabelle 4.
Wärmeleitfähigkeit von Trümmer-schuttbeton [16]

Aus den Wärmeleitfähigkeiten wird dann eine notwendige Wanddicke für Klimazone II ausgerechnet, z. B. bei $\lambda = 0,65 \text{ kJ}/(\text{m} \cdot \text{h} \cdot \text{°C})$ wird eine Wanddicke von 38 cm benötigt.

Beim Schwinden wurde ein Schwindmaß ermittelt, das größer ist als bei Kiesbeton, aber kleiner als bei Porenbeton, Schaumbeton und Bimsbeton [16]. Zusammenfassende Darstellungen über die Eigenschaften von Baustoffen aus Trümmerschutt gibt Graf in [17] und interessanterweise auf holländisch in [18]. Damit war die Forschung auf diesem Gebiet abgeschlossen und Graf konnte wieder zu anderen Themen übergehen.

Das Thema ist ja heute wieder sehr aktuell, glücklicherweise nicht durch Kriegseinwirkung, sondern durch den allgemeinen Druck des Umweltschutzes. Deshalb hat sich der Deutsche Ausschuss für Stahlbeton dem Thema Wiederverwendung und Wiederverwertung angenommen. Es gibt mittlerweile eine Richtlinie für die Wiederverwendung von rezyklierten Baustoffen [19] und es gibt sogar eine Norm [20]. Im Anwendungsbereich der DIN 4226-100 steht, dass die Norm

[16] Graf, O.: Über Ziegelsplittbeton, Sandsteinbeton und Trümmerschuttbeton. Mitteilungen 2 der deutschen Studiengesellschaft für Trümmerverwertung, Bauwirtschaft 1948, H. 2, S. 6-15

[17] Graf, O.: Mitteilungen der deutschen Studiengesellschaft für Trümmerverwertung Nr. 24, Oktober 1949 „Otto Graf über Baustoffe und Bauteile aus Trümmern“, S. 170-177

[18] Graf, O.: De eigenschappen van korrelbeton. Cement 2 (1950), H. 21/22, S. 457-459

zusätzliche Anforderungen an rezyklierte Gesteinskörnungen mit einer Kornrohichte $\geq 1500 \text{ kg/m}^3$ für die Verwendung in Beton und Mörtel festlegt. Demnach können rezyklierte Gesteinskörnungen nach dieser Norm Ausgangsmaterialien sein für nach den allgemein anerkannten Regeln der Technik hergestellte Betone und Mörtel. In der Norm werden vier Typen von stofflicher Zusammensetzung unterschieden.

Tabelle 5.
Stoffliche
Zusammen-
setzung der
Liefertypen
nach DIN
4226-100 [20]

Bestandteile	Zusammensetzung Massenanteil in Prozent			
	Typ 1	Typ 2	Typ 3	Typ 4
Beton und Gesteinskörnungen nach DIN 4226-1	≥ 90	≥ 70	≥ 20	≥ 80
Klinker, nicht porosierter Ziegel	≤ 10	≤ 30	≥ 80	
Kalksandstein			≤ 5	
Andere mineralische Bestandteile a	≤ 2	≤ 3	≤ 5	≤ 20
Asphalt	≤ 1	≤ 1	≤ 1	
Fremdbestandteile b	$\leq 0,2$	$\leq 0,5$	$\leq 0,5$	≤ 1

^a Andere mineralische Bestandteile sind zum Beispiel: porosierter Ziegel, Leichtbeton, Porenbeton, haufwerksporiger Beton, Putz, Mörtel, poröse Schlacke, Bimsstein.
^b Fremdbestandteile sind zum Beispiel: Glas, Keramik, NE-Metallschlacke, Stückgips, Gummi, Kunststoff, Metall, Holz, Pflanzenreste, Papier, sonstige Stoffe.

[19] DAfStB-Richtlinie „Beton nach DIN 206-1 und DIN 1045-2 mit rezyklierten Gesteinskörnungen nach DIN 4226-100“, Dezember 2004

Die Typen unterscheiden sich hauptsächlich in der Menge an rezykliertem Beton. Je mehr Betonbruch enthalten ist, umso besser ist die rezyklierte Gesteinskörnung. In der Tabelle ist der bei Graf als so wichtig erkannte Gips nicht ausdrücklich erwähnt. Er kommt jedoch bei den Fußnoten a (andere mineralische Bestandteile) und b (Fremdbestandteile) vor. Hier steht z. B. bei Fußnote a, dass auch der Putz gemeint ist, der mit weniger oder gleich 2% enthalten sein darf beim Typ 1 und 3% beim Typ 2. Bei der Fußnote b erscheint Stückgips, der $< 0,2$, bzw. $0,5 \text{ M.-%}$ ausmachen darf. Also auch hier ist der Gipsgehalt streng geregelt. Will man nun Beton herstellen, der dieselben Eigenschaften hat wie Normbeton, dann gilt Tabelle 1 aus der Richtlinie [19].

[20] DIN 4226-100 Gesteinskörnungen für Beton und Mörtel, Teil 100 Rezyklierte Gesteinskörnungen, Februar 2002

Die Tabelle 6 zeigt die Maximalmenge, die an rezyklierter Gesteinskörnung $> 2 \text{ mm}$ verwendet werden kann. Man sieht also, der Feinsand ist schon einmal ausgeschlossen und es wird unterschieden in Gesteinskörnungstyp 1 und 2. Befindet sich das Bauteil in trockenen Innenräumen,

Anwendungsbereich		Gesteinskörnungstyp 1 nach DIN 4226-100	Gesteinskörnungstyp 2 nach DIN 4226-100
Alkali- richtlinie	DIN EN 206-1 und DIN 1045-2		
1	2	3	4
1	WO (trocken)	Carbonatisierung XC1	
2		kein Korrosionsrisiko X0 Carbonatisierung XC1 bis XC4	≤ 45
3	WF ¹⁾ (feucht)	Frost ohne Taumittleinwirkung XF1 ¹⁾ und XF3 ¹⁾ und in Beton mit hohem Wasser- eindringwiderstand	≤ 35
4		chemischer Widerstand (XA1)	≤ 25

¹⁾ zusätzliche Anforderungen s. Abschnitt 1, (3) und (4)

Tabelle 6.
Zulässige
Anteile
rezyklierter
Gesteins-
körnungen
> 2 mm,
bezogen auf
die gesamte
Gesteins-
körnung
(Vol.-%) [19]

was heute die Expositionsklasse XC1 ist, darf vom Typ 1 45% verwendet werden, von Typ 2 35%. Bei feuchter Umgebung und Frost reduzieren sich die Anteile auf 35 bzw. 25% und bei chemischem Widerstand (XA1) auf ≤ 25%. Man sieht also, die Menge an rezyklierter Gesteinskörnung wird begrenzt, so dass die Eigenschaften des Betons nach DIN 1045 sicher erreicht werden.

Bei Graf war die Situation anders. Man hatte wenig natürliche Rohstoffe und verwendete 100% Rezyklat. Will man dies in Zukunft hier auch, dann gilt Teil 2 der Richtlinie des DAfStb mit sog. angepassten Bemessungskennwerten. Dieser Teil 2 ist zur Zeit in Bearbeitung.

Prinzipiell wurden für die Bearbeitung der Richtlinie dieselben Versuche durchgeführt, wie sie Graf auch durchgeführt hat, nämlich Bestimmung des E-Moduls, der Wasseraufnahme, der Wärmeleitfähigkeit, Schwinden, Kriechen. Alle diese Eigenschaften wurden untersucht und man hat sich entschlossen, solche Baustoffe in der Praxis anzuwenden. Ein gelungenes Beispiel ist die sog. Waldspirale, ein großer Wohnkomplex in Darmstadt entworfen von Friedensreich Hundertwasser, wo 12.000 m³ Beton aus rezyklierten Zuschlägen verarbeitet wurden.

Bild 17.
Waldspirale,
© Institut für
Massivbau,
TU Darmstadt



4. **Hochfester** **Beton**

Graf führte in den Jahren 1951 und 1952 Versuche durch mit Beton mit einem Wasserzementwert von 0,38 [21]. Der Beton wurde mit einem Portlandzement und Zementgehalten in der Größenordnung von 440 bis 475 kg/m³ hergestellt. Die erreichten Festigkeiten am 20 cm-Würfel betragen bei der Mischung mit Rheinsand und Rheinkies im Mittel 82 bzw. 76 N/mm² und beim Beton mit Rheinsand 0/3 mm und Basaltspplitt 33 mm 83 bzw. 79 N/mm². Es handelte sich somit nach unserer Definition des hochfesten Betons, der ja ab einer Festigkeit C55/67 beginnt, einwandfrei um einen hochfesten Beton. Es ging hier um steife Betone, die ohne Zusatzmittel und ohne Zusatzstoffe hergestellt wurden.

[21] Graf, O.:
Festigkeit und
Elastizität von
Beton mit hoher
Festigkeit.
DAfStb-Heft 113,
Berlin 1954

[22] DIN EN 206-1
"Festlegung,
Eigenschaften,
Herstellung und
Konformität",
Beuth Berlin, 2001

Die Untersuchungen von Graf wurden nicht zielstrebig fortgesetzt. Erst in den 80er und 90er Jahren des letzten Jahrhunderts wurde hochfester Beton wieder intensiv untersucht. Man entwickelte Mischungen mit sehr niedrigem Wasserzementwert bis herunter auf 0,30 und mit und ohne Zusatz von Silicastaub. 1995 war es soweit, dass eine Richtlinie des DAfStb erschien mit dem Titel DAfStb-Richtlinie für Hochfesten Beton. Darin wurden alle Punkte ergänzt, die für einen B65 bis B115 relevant waren. Die Richtlinie wurde bauaufsichtlich eingeführt und hat sich bewährt. Hochfester Beton ist mittlerweile ein Produkt, das jedermann anwenden kann, wenn er die DIN EN 206-1 [22] und DIN 1045-2 beachtet (siehe Tabelle 7).

Druckfestigkeitsklasse	charakteristische Mindestdruckfestigkeit von Zylindern $f_{ck,cyl}$ N/mm ²	charakteristische Mindestdruckfestigkeit von Würfeln $f_{ck,cube}$ N/mm ²
C8/10	8	10
C12/15	12	15
C16/20	16	20
C20/25	20	25
C25/30	25	30
C30/37	30	37
C35/45	35	45
C40/50	40	50
C45/55	45	55
C50/60	50	60
C55/67	55	67
C60/75	60	75
C70/85	70	85
C80/95	80	95
C90/105	90	105
C100/115	100	115

Tabelle 7.
Druckfestig-
keitsklassen
für Normal-
und
Schwerbeton
nach DIN EN
206-1 [22]

Dort sind die allgemeinen Regeln für die Herstellung, Verarbeitung und Prüfung von hochfestem Beton angegeben. Schaut man in diese Normenreihe hinein, wird man feststellen, dass gegenüber dem Normalbeton zusätzliche Prüfungen notwendig sind. Dies ist auch gerechtfertigt, denn es handelt sich beim hochfesten Beton um die Festigkeitsklassen C55/67 bis C100/115 und das Verhalten solcher Betone ist relativ spröde, so dass eine strenge Qualitätskontrolle gerechtfertigt ist.

Die Entwicklung geht natürlich weiter. Sie geht zum Ultrahochfesten Beton (UHFB). Solche Betone haben einen sehr hohen Zementgehalt, einen hohen Silicastaubgehalt und einen sehr niedrigen Wasserzementwert. Das Wichtigste dabei ist die große Packungsdichte aller Bestandteile. Die Zwickel zwischen den 5 bis 20 µm großen Zementkörnern werden mit ca. 0,1 µm großen Silicastaubkörnern (SF) ausgefüllt. Dazu werden Mengen von 10 bis 30% SF bezogen auf das Zementgewicht benötigt. Neben der Erhöhung der Packungsdichte wird als zweiter wesentlicher Effekt eine Reduktion des Calciumhydroxids in der Kontaktzone zwischen Zuschlag und Matrix erwartet. Das fast reine SiO₂ von SF konsumiert Ca(OH)₂, das bei der Hydratation des Zementklinkers entsteht, und bildet Calciumsilicathydrat (CSH). Das wenig feste Ca(OH)₂ wird ersetzt durch das feste CSH und außerdem wird die Porosität erniedrigt. Alle Effekte zusammen ergeben eine deutliche Festigkeitssteigerung. Erst

mit den Verflüssigern der dritten Generation, der Polycarboxylatether (PCE), ist es möglich, soviel Wasser einzusparen, das UHFB verarbeitbar wird. UHFB verhält sich wie dichter Naturstein elastisch und spröde. Um diesen baupraktischen Nachteil zu entschärfen, werden dem Beton Fasern zugegeben. Dies sind meist Stahlfasern kleiner Abmessungen. Als Fasermenge werden 2,5 bis 3,5 Vol.-% empfohlen. Eine typische Zusammensetzung von feinkörnigem UHFB zeigt Tabelle 8.

Tabelle 8.
Zusammen-
setzung von
DUCTAL® in
kg/m³ [23]

Zement	710
Silicastaub	230
Quarzmehl	210
Sand bis 0,5 mm	1020
Stahlfasern	160
Zusatzmittel	13
Wasser	140
Wasser-Zement-Wert	0,20
Wasser-Bindemittel-Wert	0,15

[23] Bouygues „Les bétons de poudres réactives », 1997

Bild 18 zeigt eine Spannungs-Dehnungslinie von UHFB im Druckversuch. Nach einem linear-elastischen Anstieg folgt ein spröder Bruch bei unbewehrtem UHFB. Bei faserverstärktem UHFB folgt eine weitere Laststeigerung mit einer abflachenden Kurve und der anschließenden Ver- oder Entfestigung.

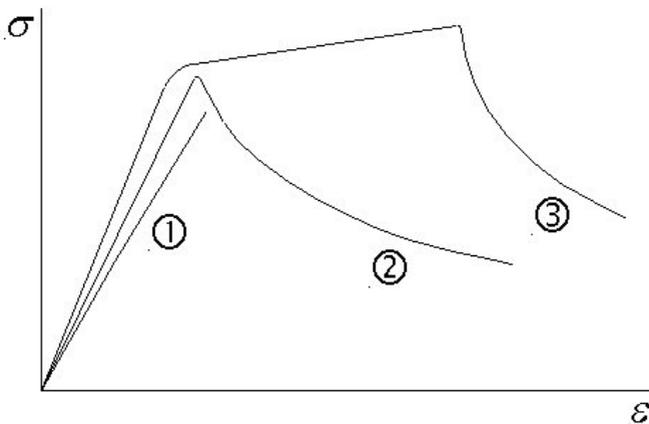


Bild 18.
Schematische
Druck-
spannungs-
dehnungslinie
von UHFB, 1)
ohne Fasern,
2) mit unter-
kritischem
Fasergehalt,
3) mit
überkritischem
Fasergehalt

Verfestigung kommt zustande, wenn ein überkritischer Fasergehalt vorhanden ist, entfestigendes Verhalten bei einem unterkritischen Fasergehalt. Der E-Modul liegt in der Größenordnung von 50000 N/mm², die Druckfestigkeit in der Größenordnung von 200 N/mm². Wird UHFB bei ca. 90°C wärmebehandelt, kann die Druckfestigkeit bis 400 N/mm² ansteigen. Unter Zugspannungen ergibt sich ein ähnlicher Verlauf im linear-elastischen Bereich, danach treten einzelne sehr kleine Risse auf und es entsteht ein plastisches Plateau. Die hohen Festigkeiten lassen sich natürlich aus der Porosität des UHFB erklären. Bild 19 zeigt die Porenverteilung von Normalbeton und anderen Betonsorten mit sehr hoher Festigkeit.

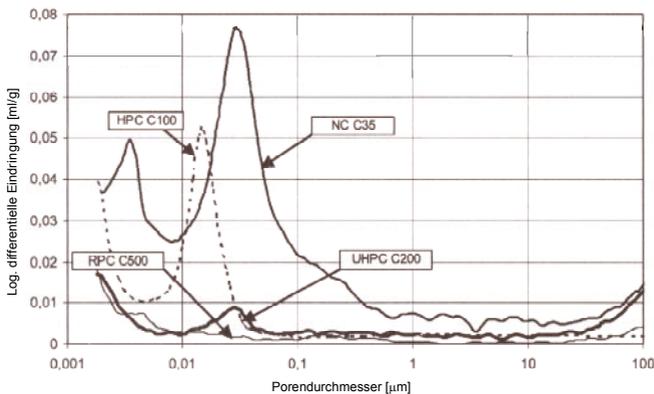


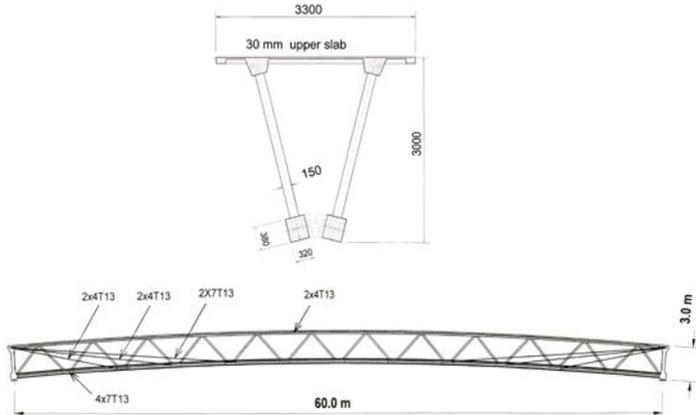
Bild 19.
Porendurch-
messer
verschiedener
Betone,
differenzielle
Darstellung
[24]

[24] Schmidt, M., Fehling, E.: Ultra high-performance concrete: Research, development and application in Europe. In H.G. Russell (Ed.) "Seventh Intern. Symposium on the Utilization of High-Strength/ High-Performance Concrete", Vol. II, ACI SP-228, Farmington Hills 2005, pp 51-77

Wie man sieht, erreicht der UHFB C200 nur noch geringe Porositäten und der Reaktionspulverbeton weist praktisch keine Poren im Bereich > 0,01 µm (das sind 10 nm) mehr auf. Das heißt, Kapillarporen gibt es praktisch nicht mehr in diesem Beton. Zur Abwechslung will ich ein paar Bilder von ausgeführten Bauwerken zeigen. Das erste Bild zeigt den Längs- und Querschnitt einer Fußgängerbrücke in Kanada. Unter- und Obergurt und Deck der Brücke bestehen aus UHFB, dazwischen ist ein Stahlfachwerk angeordnet.

Bild 20.
Fußgänger-
brücke in
Sherbrooke
[25]

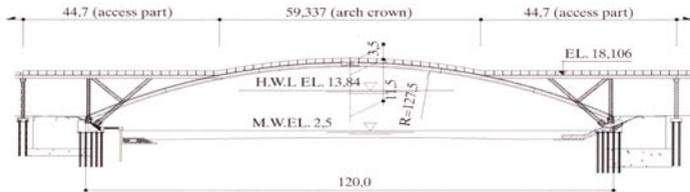
[25] Aïtcin, P.-C.,
Lachemi, M.,
Adeline, R.,
Richard, P.: The
Sherbrooke
reactive powder
concrete foot-
bridge. Structural
Engineering
International
8 (1998), No. 2,
pp 140-144



In Seoul wurde eine Fußgängerbrücke gebaut, die ebenfalls aus UHFB C200 besteht.

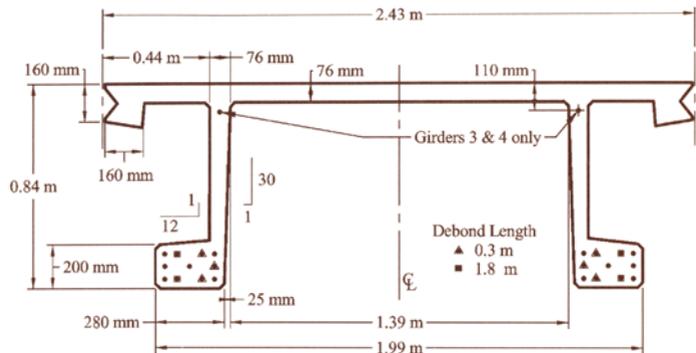
Bild 21.
Fußgänger-
brücke in
Seoul [26]

[26] Huh, S.-B.,
Byun, Y.-J.: Sun-Yu
pedestrian arch
bridge, Seoul,
Korea. Structural
Engineering
International
15 (2005), No. 1,
pp 32-34



Schließlich wurde eine Straßenbrücke in den USA aus einem UHFB mit einer Druckfestigkeit von 193 N/mm² gebaut. Bild 22 zeigt einen Querschnitt.

Bild 22.
Querschnitt
der
Straßenbrücke
in den USA
aus UHFB [27]



Die Brücke ist je nach Fertigung 21 bis 30 m lang und hat einen 0,84 m hohen π -förmigen Querschnitt. Zur Zeit entsteht eine Fußgängerbrücke aus UHFB in Kassel. Forschungsarbeiten zu den physikalischen Eigenschaften von UHFB wurden am IWB durchgeführt, zum mechanischen Verhalten vom ILEK der Universität Stuttgart [28-30].

Die Initiative zur Einrichtung einer bautechnischen Auskunftstelle ging offensichtlich auf den Generalbevollmächtigten für die Regelung der Bauwirtschaft, Minister Todt, zurück, der diese Einrichtung 1941 angeordnet hat [31]. Offiziell war die Auskunftstelle in Berlin angesiedelt, aber wie es in der Veröffentlichung heißt, wird die Post nach Stuttgart 13, Spittlerstr. 30 erbeten. Dies war die Privatadresse von Graf in der Nähe, wo sich die ehemalige MPA befand. Die Aufgabe wurde wie folgt formuliert: „Es erscheint zweckmäßig, dafür zu sorgen, dass die Erfahrungen in klarer Fassung und umfassend mit möglichst wenig Aufwand jedem Architekten und Ingenieur zugänglich werden. Dies ist durch eine Auskunftstelle möglich, die in der Lage ist, das Vorhandene zu ermitteln und damit anzugeben, wo und wie die Erfahrungen zu finden sind, und die dafür mitsorgt, dass die Lücken der Erkenntnisse festgestellt und ausgefüllt werden“. Erwartet wird, dass vor allem Arbeiten aus Versuchsanstalten und Forschungsinstituten des Staates, insbesondere der Technischen Hochschulen, und aus den Forschungsinstituten der Industrie gesammelt werden. Dies sollte an einer einzigen Stelle geschehen, damit dort viel Erfahrung zusammengetragen werden kann“. Weiter heißt es „Nicht minder wichtig als die Forschungen im Prüfraum ist die planmäßige Durchführung von Feststellungen im Baubetrieb und

5. Bau-technische Auskunft-stelle

[31] Graf, O.: Zum Aufbau der Bautechnischen Auskunftstelle. In: Die Bauindustrie 9 (1941), Nr. 25, S. 977-978

[27] Graybeal, B.A., Hartmann, J.L.: Construction of an optimized UHPC vehicle bridge. In H.G. Russell (Ed.) "Seventh Intern. Symposium on the Utilization of High-Strength/High-Performance Concrete", Vol. II, ACI SP-228, Farmington Hills 2005, pp 1109-1118

[28] Jooss, M., Reinhardt, H.-W.: Permeability and diffusivity of concrete as function of temperature. In: Cement and Concrete Research 32 (2002), Heft 9, pp 1497-1504

[29] Reinhardt, H.-W.; Jooss, M.: Permeability and self-healing of cracked concrete as a function of temperature and crack width. In: Cement and Concrete Research 33 (2003), pp 981-985

[30] Reineck, K.-H.; Greiner, S. (2004): Tests on ultra-high performance fibre reinforced concrete for designing hot-water tanks and UHPFRC-shells, pp. 361-374. in: Ultra High Performance Concrete (UHPC). Proceedings of the International Symposium on Ultra-High Performance Concrete 2004. Kassel, 13. - 15. Sept. 2004. Vol. 3 Schriftenreihe Baustoffe und Massivbau, Uni Kassel: (eds.: Schmidt, M.; Fehling, E.; Geisenhanslüke, C.)

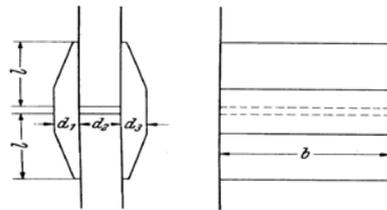
am fertigen Bauwerk, und bei der Erhaltung der Bauwerke“. Auch soll die Literatur aus dem Ausland ausgewertet werden und dem deutschen Ingenieur und Architekten zugänglich gemacht werden. Für eine regelmäßige Berichterstattung sollen Forschungshefte dienen, die die Auskunftsstelle erarbeitet.

Die Auskunftsstelle hat die Jahre überdauert und besteht heute als Bestandteil der Fraunhofer-Gesellschaft. Das Fraunhofer Informationszentrum Raum und Bau (IRB) ist in Deutschland die zentrale Serviceeinrichtung für den nationalen und internationalen Transfer von Baufachwissen. Es erschließt technisches, planungs- und wirtschaftsbezogenes Fachwissen aus Forschung und Praxis der Fachgebiete Bauingenieurwesen, Architektur, Bauplanung, Baurecht und -wirtschaft, Städtebau, Wohnungswesen und Raumordnung, Denkmalpflege.

**6. Geklebt
Holz**

Graf hat sich auf dem Gebiet des Holzbaus große Verdienste dadurch erworben, dass er zum ersten Mal eine Klassifizierung von Schnittholz vorgenommen hat, die in der Normung eingeführt wurde. Dabei ging es um die Festlegung der Größe von Wuchsabweichungen, z. B. von Ästen, Drehwuchs, Jahrringbreite u.a., und die Einteilung in Güteklassen. Diese Klassifizierung hatte sehr lange Bestand, bis die europäischen Normen eingeführt wurden und die Klassifizierung geändert wurde. Aber auch in den europäischen Normen ist von den Ideen Grafs vieles übernommen worden. Über diese für die technische Praxis wichtige Arbeit soll aber heute nicht gesprochen werden, vielmehr will ich mich auf den Holzleimbau (Klebertechnik) beschränken.

Bild 23.
Proben für die Untersuchungen über den Einfluss der Größe der Leimfläche auf die Scherfestigkeit [32]



1938 erschien der Aufsatz „Versuche mit geleimten Laschenverbindungen aus Holz“ [32]. Den Betrachtungen gingen ausführliche Versuche voraus, die Otto Graf und Karl Egner durchgeführt haben. Sie begannen mit einer zweischichtigen Laschenverbindung. Es wurde Kauritleim verwendet, der in die Gruppe der Harnstoffharze oder Aminoplaste gehört. Bild 23 zeigt die Konfiguration und Tabelle 9 zeigt die Abmessungen der geleimten Körper.

Reihe	l cm	d ₁ cm	d ₂ cm	d ₃ cm	b cm	f cm ²
1	5	1,25	2,1	1,25	20	200
2	10	2,5	4,25	2,5	20	400
3	20	5,0	8,5	5,0	20	800
4	40	10,0	17,0	10,0	20	1600

Tabelle 9.
Abmessungen
der geleimten
Körper [32]

[32] Graf, O., Egner, K.: Versuche mit geleimten Laschenverbindungen aus Holz. Holz als Roh- und Werkstoff 1 (1938), H. 12, S. 460-464

Bei den Versuchen wurde festgestellt, dass die Scherfestigkeit in der Leimfuge von der Größe der Leimfläche abhängt. Dies ist natürlich nicht verwunderlich, da die Spannungsverteilung in der Fuge nicht konstant ist. Als Versuchsparameter wurde dann die Laschendicke variiert. Nach Bild 24 sind die zwei Laschen zusammen etwas dicker als das Mittelholz.

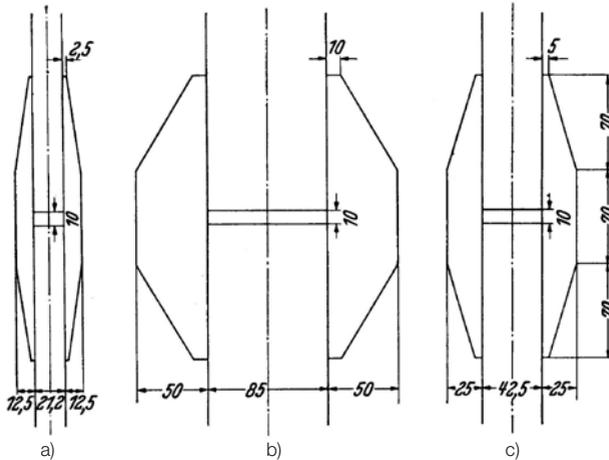


Bild 24.
Proben mit
verschiedenen
Laschendicken
[32]

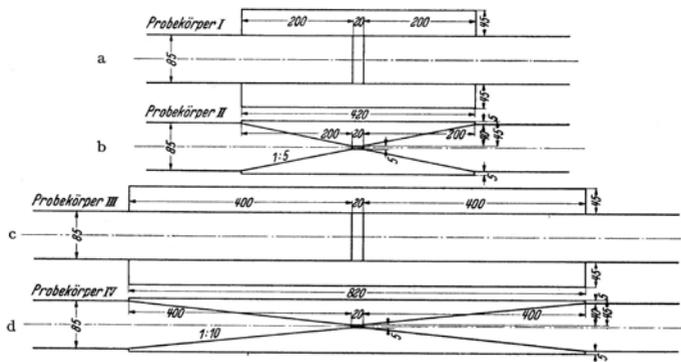
Die Laschenlänge war überall gleich, das bedeutet, dass der Winkel der Abschrägung von der Laschendicke abhängt. Die Bruchversuche ergaben die Ergebnisse nach Tabelle 10. Je nach Größe variieren natürlich die Spannungen im Mittelholz und in der Lasche, aber die Mittelwerte der Scherfestigkeit in der Leimfuge sind ziemlich ähnlich.

Tabelle 10.
Ergebnisse der
Zugversuche
mit den
Körpern nach
Bild 24 [32]

Bezeichnung der Probekörper	Abmessungen gemäß	Bruchlast kN	Scherfestigkeit τ in der Leimfuge		Bruchspannung	
			Einzelwerte	Mittelwert	in den Laschen	im Mittelholz
			N/mm ²	N/mm ²	N/mm ²	N/mm ²
5a	24a	135,4	3,38	3,21	27,1	31,9
5b		121,5	3,04		24,3	28,6
6a	24b	127,9	3,20	3,49	6,4	7,5
6b		150,8	3,78		7,5	8,9
2a	24c	109,5	2,74	2,84	10,9	12,9
2b		117,8	2,94		11,8	13,8

Ausgehend von den aufgeleimten Laschen wurden weitere Versuche durchgeführt, wobei jetzt die Laschen nicht aufgeklebt waren, sondern sie wurden praktisch zinkenartig in das Mittelholz eingeklebt, wie Bild 25 zeigt.

Bild 25.
Geklebte
Laschenver-
bindungen [32]



Es ergaben sich nach Tabelle 11 deutlich höhere Scherfestigkeiten in der Leimfuge als bei aufgeklebten Laschen. Bild 26 zeigt die Versuchskörper nach der Prüfung. Schräg eingeschnittene Laschen zeigen durchschnittlich 75% höhere Bruchlasten als die bisher üblichen aufgeklebten Laschen. Diese Versuchsreihe dürfte der Beginn der Keilzinkung gewesen sein.

Bezeichnung des Probekörpers	Ausführung nach Abb.	Bruchlast P_{max} kN	Scherfestigkeit in den Leimfugen N/mm^2	Zugbeanspruchung im ungeschwächten Mittelholz N/mm^2
la	22a	110	2,75	12,9
lb		99	2,41	11,6
			Mittel: 2,56 (1,00)	
IIa	22b	170	4,17	20,0
IIb		191	4,68	22,5
			Mittel: 4,42 (1,73)	
IIa	22c	107	1,34	12,6
IIIb		140	1,74	16,4
			Mittel: 1,54 (1,00)	
IVa	22d	212	2,64	24,9
IVb		221	2,75	26,0
			Mittel: 2,69 (1,75)	

Tabelle 11.
Ergebnisse der Zugversuche mit den Körpern nach Bild 25 [32]

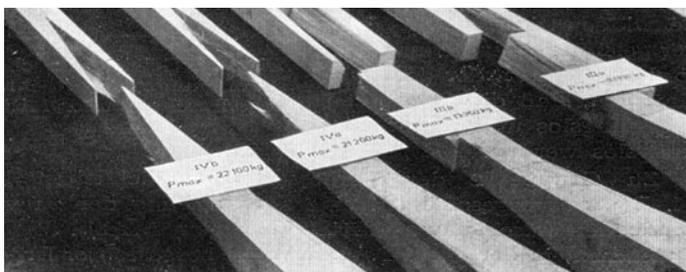


Bild 26.
Geklebte Probekörper nach dem Versuch [32]

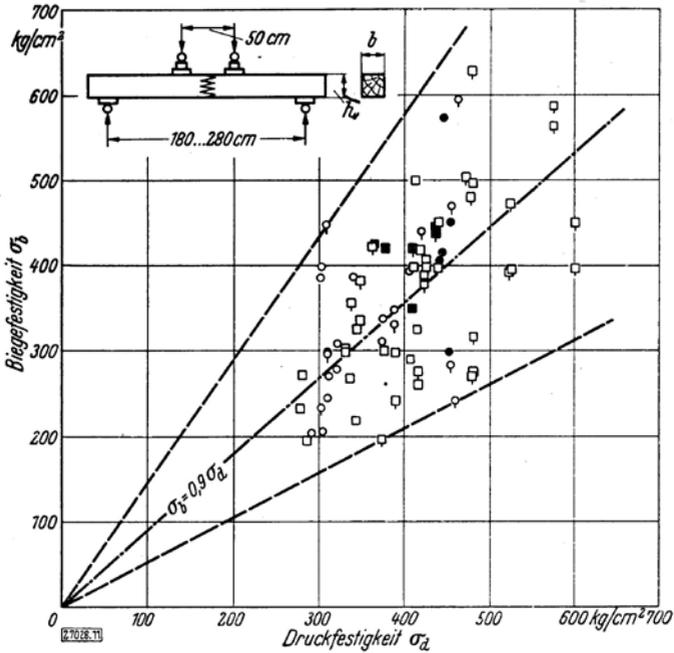
In umfangreichen Untersuchungen beschäftigte sich Graf mit der Holzfeuchte, dem Pressdruck und der Temperatur bei der Verleimung [33, 34]. Durch elektrische Fugenheizung konnte die Verleimung in wenigen Minuten gebrauchsfest gemacht werden. Bis zu einer Holzfeuchte von etwa 25% ergab sich keine deutliche Abhängigkeit der Scherfestigkeit von der Holzfeuchte. Ab etwa 25%, was dem Sättigungspunkt dieser Holzart entspricht, trat ein großer Abfall der Festigkeit auf. Bei gehobelten Brettern ist die Scherfestigkeit der Leimfuge ab einem Pressdruck von $0,4 N/mm^2$ etwa gleich. Gehobelte Leimflächen ergeben immer einen höheren Scherfestigkeitswert als sägeraue Leimflächen.

[33] Graf, O.: Sparsame Verwendung des Holzes im Bauwesen, Erkenntnisse und Maßnahmen. Z.-VDI 86 (1942), H. 21/22, S. 339-345

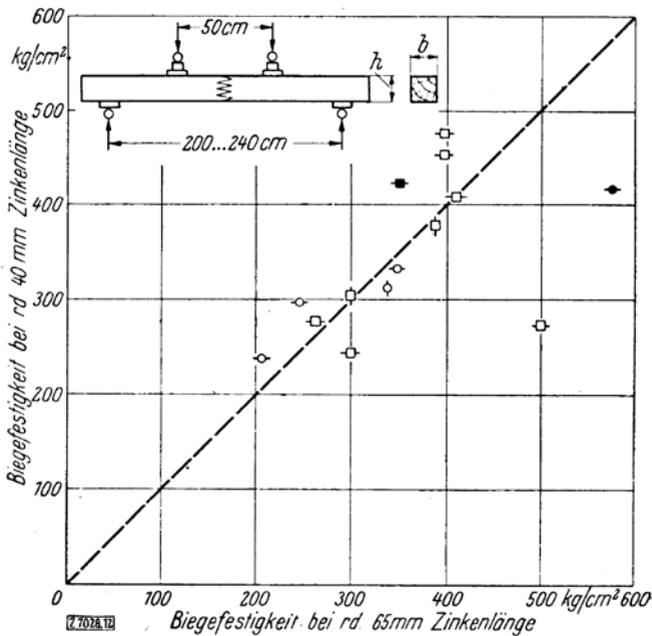
[34] Graf, O.: Der Baustoff Holz, herausgegeben von Hans Stolper, 3. Aufl. Stuttgart: Hoffmann 1941, S. 10-21

Zum ersten Mal erscheint bei Graf in diesem Aufsatz die Keilzinkung oder, wie sie damals noch genannt wurde, Schiftzinkung. Bild 27 zeigt Festigkeitswerte von Biegebalken, Bild 28 ebenfalls von Biegebalken bei Zinkenlängen der Keilzinkung von 65 mm und 40 mm. Dabei war der Unterschied zwischen den zwei Zinkenlängen verschwindend klein. Graf deutet in seiner Veröffentlichung darauf hin, dass die Schiftzinkung etwa 2/3 der Festigkeit des ungestoßenen Holzes betragen kann. Er spricht schon die Möglichkeit an, I-Profile und Kastenträger aus einfachen kunstharzverleimten Brettern zusammensetzen. Auch die Möglichkeit, hochwertige Rahmenecken durch Holzverleimung zu bauen, wird angesprochen.

Bild 27.
Abhängigkeit
der
Biegefestigkeit
schiftgezinkter,
mit Kauritleim
geleimter
Bauhölzer
von der
Druckfestigkeit
der
verbundenen
Hölzer [33]



- Fichtenholz ($h = 9,2$ bis $17,0$ cm, $b = 9,4$ bis $27,3$ cm)
- Kiefernholz ($h = 7,5$ „ $19,7$ „, $b = 7,4$ „ $16,6$ „)
- Buchenholz ($h = 8,7$ „ $17,2$ „, $b = 9,7$ „ $25,3$ „)
- Eichenholz ($h = 11,2$ „ $17,9$ „, $b = 11,2$ „ $24,1$ „)



- Fichtenholz ($h = 10,2$ bis $16,9$ cm, $b = 11,9$ bis $20,3$ cm)
- Kiefernholz ($h = 9,5$ „ $16,3$ „, $b = 10,7$ „ $19,3$ „)
- Buchenholz ($h = 8,7$ cm, $b = 20,0$ cm)
- Eichenholz ($h = 11,2$ „, $b = 19,8$ „)

Egner hat die Keilzinkung konsequent weiter erforscht [35, 36]. Er hat sich mit der Zinkengeometrie genau auseinandergesetzt hinsichtlich der Tragfähigkeit, aber auch hinsichtlich der maschinellen Fräsung. Am Anfang gab es Probleme mit den Fräsern, die zu heiß wurden und blau anliefen. Dadurch ging die Schnittleistung zurück. Nach einigen Nachbesserungen, vor allem hinsichtlich der Härtung der Fräser, ergaben sich zufriedenstellende Ergebnisse. Die optimale Schnittgeschwindigkeit an den Fräterspitzen betrug rund 15 m/s bei einer Vorschubgeschwindigkeit von 3 m/min. Die Weiterentwicklung der Zinkenform führte zu Bild 29. Die Form C ergab die höchsten Festigkeiten.

Bild 28.
Vergleich der Biegefestigkeit der gezielten Balken bei rd. 40 mm Zinkenlänge und bei rd. 65 mm Zinkenlänge [33]

[35] Egner, K.: Kunstharzverleimung im Bauwesen nach neuesten Untersuchungen. Mitt. des Fachausschusses für Holzfragen beim VDI. H. 29 (1941), S. 65-84

[36] Egner, K.: Schiftzinkung von Bauhölzern. Mitt. des Fachausschusses für Holzfragen beim VDI. H. 32 (1942), S. 1-24

Bild 29.
 Verschiedene
 Formen von
 Keilzinkungen
 [37]

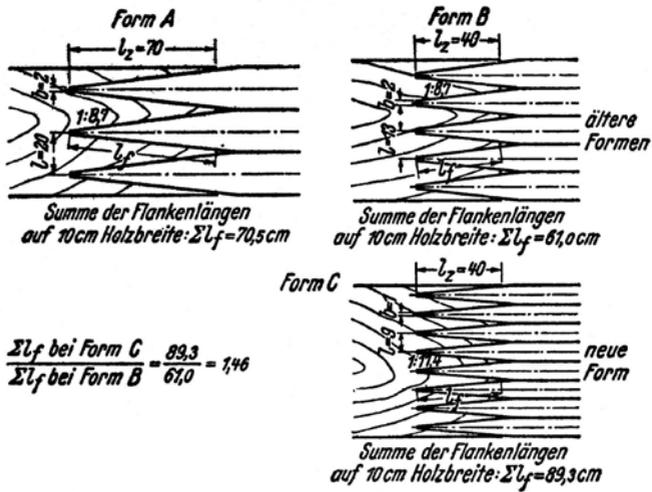
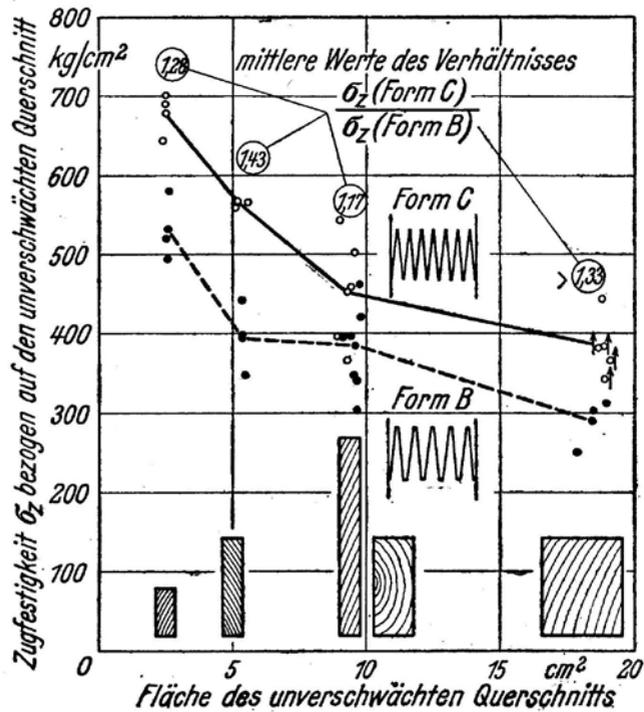


Bild 30.
 Zugfestigkeit
 von
 Kiefernholzern
 verschiedener
 Querschnitte
 mit
 Keilzinkungen
 [37]



[37] Egner, K.:
 Über den Stand
 der Holzleimung.
 Die Bautechnik 22
 (1944), H. 29/32,
 S. 127-134

Dabei ist die Summe der zur Verleimung kommenden Flankenlängen gegenüber den Formen A und B am größten [38]. Die Zugfestigkeit von Keilzinkenholzern zeigt Bild 30. Man sieht erstens, dass sich Form C besser verhält als Form B und zweitens erkennt man einen deutlichen Größeneinfluss, der heute mit der Weibull-Theorie erklärt wird.

[38] Egner, K.: Kunstharzleimung im Dienst der Bauholzeinsparung. Bauen und Wohnen, Jahrg. 1 (1946), H. 4/5, S. 96-111

Es wurden auch schon sog. Schichthölzer hergestellt. Diese bestanden aus 20 Lagen Furnier auf 1 cm Holzdicke, die zusammengeleimt waren. Diese wurden dann ebenfalls keilgezinkt und die Zugfestigkeit zeigt Bild 31.

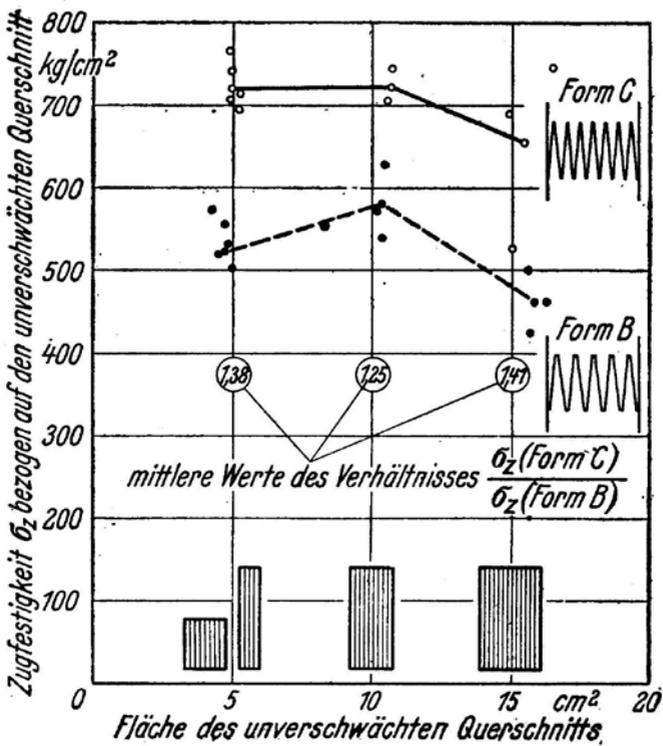
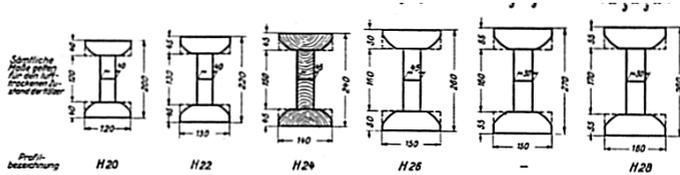


Bild 31. Zugfestigkeit von Schichthölzern verschiedener Querschnitte mit Keilzinkungen [37]

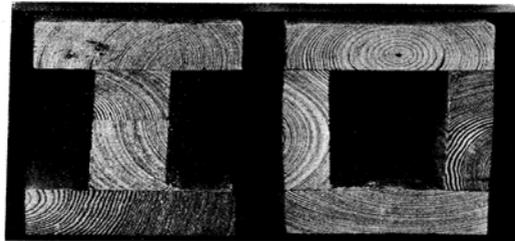
Hier erkennt man erstens eine höhere Zugfestigkeit, zweitens eine geringere Abhängigkeit von der Dicke, was darauf zurückzuführen ist, dass die Furniere eine gleichmäßigere Beschaffenheit haben als ein Vollholz [37].

Bild 32.
Möglicher
Einschnitt von
Rundhölzern
für die
Herstellung
von geleiteten
I-Trägern mit
20 bis 28 cm
Profilhöhe [38]



Neben der Keilzinkung wurden auch Möglichkeiten gefunden, einen Baum so zu zersägen, dass optimale Trägergeometrien gewonnen werden konnten. Bild 32 zeigt dazu eine Darstellung. Bild 33 gibt einen optischen Eindruck von solchen I-Trägern. Daneben sieht man auch einen Kastenträger, der mit gleichem Holzquerschnitt hergestellt wurde.

Bild 33.
Querschnitte
kunstharz-
verleimter
hölzerner
Profilbalken
(links I-
Profil, rechts
Kastenprofil)
[38]



Diese sog. Sparbalken wurden vor allem für den Wohnungsbau hergestellt.

Brettschichtholz gibt es seit dem Jahr 1910, als der Zimmermann Karl Friedrich Otto Hetzer diese Technik erfunden hatte. Zur Herstellung werden Bretter übereinandergelegt und vollflächig zusammengeleimt. Am Otto-Graf-Institut oder, wie es damals hieß Institut für die Materialprüfungen des Bauwesens an der TH Stuttgart, wurden ca. 1940 umfangreiche Versuche an geraden und gebogenen Balken durchgeführt.

Die Balken waren aus Brettern von 2 oder 4 cm Dicke lagenweise zusammengeleimt und im gebogenen Zustand gepresst. Sie hatten alle denselben Querschnitt von 16 cm x 16 cm und bestanden aus Fichtenholz. Die Auflagerentfernung betrug 5 m. Die gebogenen Balken besaßen Zugstangen, um die Horizontalkräfte aufnehmen zu können. Die Bruchlasten und rechnerischen Spannungen sowie die Druckfestigkeit und das Verhältnis zwischen Horizontalkraft und äußerer Last sind in Tabelle 12 wiedergegeben.

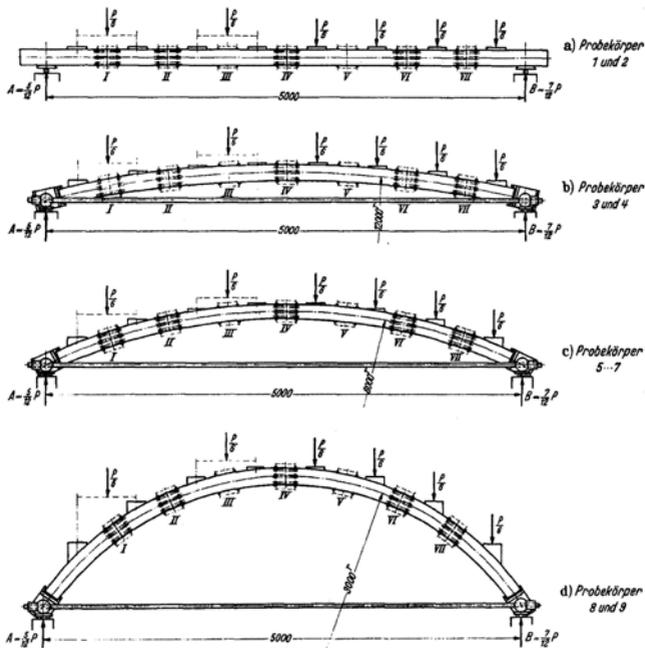


Bild 34.
Abmessung,
Prüfanordnung
und Lage der
Messstellen
bei geraden
und
gebogenen
Balken
aus Brett-
schichtholz
[39]

Balken	Bruchlast kN	Rechn. Druckspannung in Randfaser N/mm ²	Druckfestigkeit von Prismen N/mm ²	Horizontalkraft Äußere Last
1	80,0	76,7	42,2	-
2	177,6	44,2	43,0	2,24
3	322,5	45,3	42,4	1,24
4	583,5	75,5	42,9	0,47

Tabelle 12.
Bruchlasten,
rechnerische
Druck-
spannung in
Randfaser,
Mittelwerte
[39]

Beim Vergleich der rechnerischen Spannungen fällt auf, dass die Werte bei den geraden Balken und bei den stark gekrümmten Balken wesentlich höher sind als bei den übrigen Balken. Eine mögliche Erklärung für diese Erscheinung ist, dass bei den geraden Balken auf Zug- und Druckseite dieselben Spannungen vorhanden sind, soweit das Hooké'sche Gesetz gilt. Wenn sich die Spannungen auf der Druckseite der Druckfestigkeit nähern, sind wesentliche Umlagerungen des Spannungsverlaufs gegen die Zugseite hin möglich. Bei den Balken 2 und 3 treten überwiegend Druckspannungen auf. Spannungsumlagerungen sind hier nicht im selben Maße wie bei den anderen Balken möglich.

[39] Egner, K.:
Festigkeit von
aus Kunstharz
verleimten Brettern
zusammengesetz-
ten, geraden und
gebogenen Balken.
Holz als Roh- und
Werkstoff 4 (1941),
H. 2, S. 49-64

[40] Egner, K., Kolb, H.:
Leimbauweisen.
In: v. Halász, R.
(Hrsg.) Holzbau-
taschenbuch, 7.
Aufl., Ernst & Sohn,
Berlin 1974, S.
237-282

Die Klebetechnik wurde ständig weiterentwickelt. Die elektrische Widerstandsheizung in den Leimschichten eingelegter Drähte hat sich nicht durchgesetzt, da die Technik zu umständlich ist. Die Entwicklung ging zum Hochfrequenzverfahren. Bringt man einen schlechten Leiter (Dielektrikum) zwischen zwei Platten, an die Wechselstrom angelegt wird (Kondensator), so entsteht entsprechend der Wechselzahl des elektrischen Felds eine oszillierende Ausrichtung der mit elektrischem Moment versehenen Moleküle (Dipole). Die Summe kleinster Drehbewegungen ruft infolge der auftretenden Reibung elektrische Verluste, d. h. Erwärmung des Dielektrikums, hervor, die bei hinreichend gleichmäßigem Aufbau des Dielektrikums theoretisch an allen Stellen gleichzeitig wirkt (Mikrowelle). Die höchste Wirkung wird dort erreicht, wo das Material eine hohe Dielektrizitätskonstante und einen hohen Verlustfaktor hat. Dies ist vor allem bei Brettschichtholz im Leim der Fall. Also wird sich vor allem der Leim schnell erwärmen und dementsprechend schnell aushärten. Die Hochfrequenzverleimung wurde vor allem bei Keilzinkenstößen, bei der Herstellung von Wand- und Deckenelementen und bei der Herstellung von Bauteilen aus Brettschichtholz angewendet [40]. Heute erhärten die Leime so schnell, dass sie keine äußere oder innere Wärmezufuhr benötigen.

Einige Bemerkungen zu den Klebstoffen. Kaurit-Leim war schon in den 30er Jahren als Kunstharzkleber bekannt. Kaurit ist eine Harnstoff- bzw. Thioharnstoffverbindung, die durch Polykondensation mit Formaldehyd entsteht. Diese Klebstoffe sind besonders geeignet für dünne, sehr passgenaue Fugen, sie sind weniger geeignet für dickere Fugen von schlecht gehobelten Brettern. Um die Kleber fugenfüllend zu machen, werden sie meist mit einem Industriemehl oder mit Kunststoffmehl gemagert. Dann sind sie ebenfalls geeignet für dickere Fugen. Bis zum 2. Weltkrieg erschienen in den Veröffentlichungen nur Angaben zu Kaurit-Leim als Kunstharzkleber. Es wurden natürlich noch viele andere Klebstoffe auf natürlicher Basis verwendet so wie Glutin-Leime, Kasein-Leime, aber diese sind nicht wasser- und wetterbeständig. Bessere Leime als die Kaurit-Leime sind Kunstharzleime auf der Basis von Resorzin. Resorzin ist mit Harnstoff chemisch verwandt und wird auch mit Formaldehyd polykondensiert.

[41] Egner, K., Kolb, H.:
Versuche über das
Alterungsverhalten
von Leim
für tragende
Holzbauteile.
Holz als Roh- und
Werkstoff 24
(1966), S. 439-442

Was die Witterungsbeständigkeit betrifft, so sind die Harnstoffkleber nicht für Außenanwendungen geeignet. Sie sind geeignet für trockene Innenräume mit nicht zu hoher Temperatur und keiner ständigen Feuchte. Dazu wurden Langzeitversuche vom Otto-Graf-Institut durchgeführt [41]. Die Versuche zeigten, dass der Kaurit-Leim nach fünfjähriger Lagerung im feuchten Keller und anschließend rund sechs Jahre im

Normalklima bei Tanne keinen Festigkeitsabfall, bei Eiche dagegen einen Festigkeitsabfall auf 46% der ursprünglichen Festigkeit verursacht. Dies betrifft die Querkzugfestigkeit. Die Bindefestigkeit von Schiftverbindungen ging nach 17 Jahren Lagerung im Innenraum um etwa 20% zurück.

Bessere Klebstoffe für feuchte Umgebung sind die Resorzinharzkleber. Resorzin ist eine Verbindung, die Phenol und Harnstoff sehr nahe steht und ebenfalls mit Formaldehyd polykondensiert wird. Heute unterscheidet man zwei Klebstoffklassen. Die Klasse I ist für Witterungsbeständigkeit gedacht, Klasse II ist nicht notwendigerweise witterungsbeständig.

In Bild 35 ist eine Übersicht von heute zugelassenen Leimen zu sehen. Daraus geht hervor, dass der Phenol-Resorzin-Formaldehyd-Klebstoff (PRF) der mit Abstand meist verwendete Klebstoff ist. Danach folgen Melamin und Polyurethan (PUR). Emulsionspolymer Isozyanat (EPI) ist ein neuartiger Leim, der sehr schnell erhärtet und somit eine schnelle automatische Produktion ermöglicht. Dazu kommt noch ein Kleber auf Epoxidharzbasis. Nur für Innenanwendung ist Urea (Harnstoff-Formaldehyd) geeignet. Bei den Klebern wird angegeben, für welche Fugendicke sie in Frage kommen. PRF, Melamin, Epoxy und Urea sind im Millimeterbereich geeignet, die anderen können nur in sehr passgenauen Fugen im Zehntel Millimeter-Bereich eingesetzt werden.

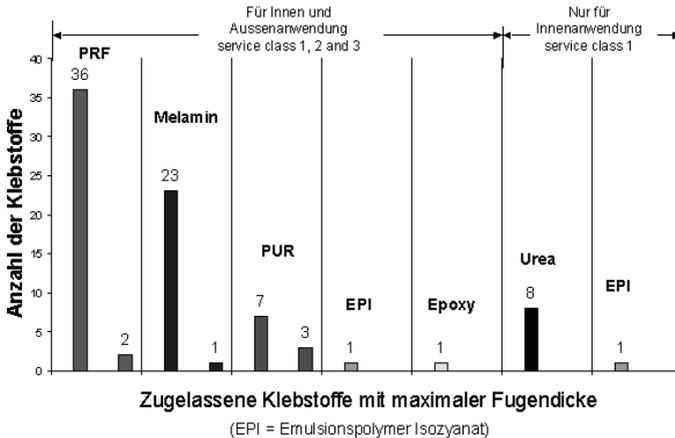


Bild 35.
 Zugelassene
 Klebstoffe mit
 maximaler
 Fugendicke

Zusammenfassung

7. Es wurde versucht, die Forschungstätigkeiten von Otto Graf zu würdigen. Dabei habe ich mich auf vier Gebiete beschränkt, auf den Verbund von Stahl und Beton, auf Hochfesten Beton, auf die Trümmerverwertung oder das Recycling, wie man heute sagt, und auf Klebeverbindungen im Holzbau. Graf hat auf allen diesen Gebieten Pionierarbeit geleistet. Zu seinen Ehren wurde der Teil der MPA Universität Stuttgart, der sich mit dem Bauwesen beschäftigt, mit dem Namen Otto-Graf-Institut versehen.

Schluß Zum Abschluss möchte ich noch ein paar persönliche Bemerkungen machen. Bei einer Abschiedsvorlesung hätte ich natürlich auch auf eigene Forschungsarbeiten eingehen können, was ich aber aufgrund der Erinnerung an die hervorragenden Arbeiten von Otto Graf hintangestellt habe. Da die Gegenwart von den Taten der Vergangenheit lebt, sollte man die Erfolge unserer Vorgänger nicht vergessen.

An der Universität Stuttgart habe ich die letzten 16 Jahre arbeiten dürfen, nicht ohne Erfolg, wie ich meine. Aber der Erfolg hat viele Väter und in erster Instanz möchte ich meine Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter nennen, die sich stets für die Sache eingesetzt haben. Meine Kolleginnen und Kollegen im IWB, der MPA und der Fakultät haben sich immer loyal gegenüber mir verhalten, wodurch eine konstruktive Arbeitsatmosphäre zustande kam. Trotz der Sparzwänge wurden Wege im Konsens gefunden. Studentinnen und Studenten wurden in der Grundvorlesung manchmal unruhig, wenn immer wieder physikalische und chemische Grundlagen bemüht werden mussten, die scheinbar nicht zur Bauingenieurausbildung passten. Erst in der Vertiefung und bei den Diplomarbeiten merkten sie aber, wie wichtig die Grundlagen zum Verständnis der Werkstoffe sind. Allen Genannten danke ich für das Verständnis und die Zusammenarbeit. Einen besonderen Dank möchte ich meiner Frau abstatten, die seit 42 Jahren unseren Haushalt so führt, dass ein produktives Arbeiten immer möglich war. Sie hat geholfen, die Umzüge nach Chicago, Den Haag, Darmstadt und wieder zurück nach Stuttgart erfolgreich zu gestalten. Daneben hat sie mit ihrer künstlerischen Tätigkeit auch Impulse für die wissenschaftliche Tätigkeit gegeben. Ihnen allen danke ich für Ihr Kommen.

Prof. Dr.-Ing. Christoph Gehlen
Geschäftsführender Direktor des Instituts für
Werkstoffe im Bauwesen der Univesität Stuttgart,
Diektor der Materialprüfungsanstalt Universität
Stuttgart (MPA-Stuttgart / Otto-Graf-Institut (FMPA))

Rede zur Verabschiedung von Herrn Prof. Dr.-Ing. H.-W. Reinhardt am 4. Juli 2006

Sehr geehrter, lieber Herr Reinhardt,

als Ihr Nachfolger habe ich nun die Ehre, Ihren wissenschaftlichen Werdegang nachzeichnen zu dürfen. Als ich meinem Sohn erzählte, was ich am Wochenende zu tun hätte, brachte er mich auf eine sehr schöne Idee, holte ein Kinderbuch heraus, in dem Spuren von Tieren im Schnee zu sehen sind und ich habe dies als Anregung genommen, diesen Vortrag auch unter dem Titel „Welches Tier lief denn hier? Eine spannende Spurensuche“ zu stellen.

Aus aktuellem Anlass wissen wir durch die Presse, dass in Bayern zum ersten Mal nach 170 Jahren ein Bär namens Bruno wieder zurückgekehrt ist und die Parallelen erschienen mir doch sehr einleuchtend. Auch ein (Hans-)Wolf Reinhardt ist nach einer längeren Abstinenz, die allerdings nicht so lange währte wie beim Bären, nach 15 Jahren wieder nach Stuttgart zurückgekommen, um hier im Jahre 1990 seinen Dienst als Hochschulprofessor aufzunehmen.





Die Spuren vom Bär Bruno wurden von der Presse verfolgt und können dort jederzeit nachgelesen werden. Von Italien kommend über Österreich ist dieser Bär nach Bayern gekommen, hat auf seinem Wege, der ein wenig chaotisch verlief, mehrere Schafe, Hühner, Kaninchen gerissen. Das Ende ist den meisten bekannt, am Spitzingsee kam es zum Abschuss.

 <p>Bär „Bruno“</p> <p>kehrt nach 170 Jahren nach Deutschland zurück</p> 	 <p>Hans-Wolf Reinhardt</p> <p>war nur 15 Jahre fort, bevor er wieder nach Stuttgart kam</p> 
---	--

Hans-Wolf Reinhardts Stationen seiner wissenschaftlichen Karriere



(Hans-)Wolf Reinhardts Stationen seiner tierisch beeindruckenden wissenschaftlichen Karriere sind hier auf dieser Weltkarte wiedergegeben. Man findet die einzelnen Sternchen und erkennt, dass er im Vergleich zum Bär unglaublich große Strecken überbrückt hat. Angefangen in Stuttgart, wo er sich von 1964 bis 1969 wissenschaftlich betätigte, über Chicago von 1969-70, wieder zurück nach Stuttgart von 1970 bis 1975, um dann als Professor in Delft in den Niederlanden von 1975 bis 1986 also gute 11 Jahre zu wirken, kehrte er über den Weg Darmstadt, wo er sich 4 Jahre aufhielt, 1990 endlich wieder nach Stuttgart zurück.

Bilanz



- mind. 6 Schafe
- 10 Hühner
- diverse Tauben
- ein Kaninchen
- ein Meerschweinchen
- zwei Bienenstöcke

...ganz schön aktiv !

→ Problembar
Abschuss

Bilanz



- über 600 Veröffentlichungen
- über 10 Bücher
- rd. 120 betreute Dissertationen
- mehrere 10.000 Flugmeilen

... das ist ganz schön viel !

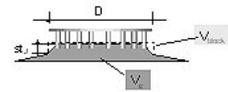
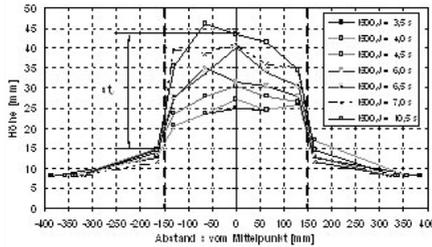
→ Auszeichnungen
zum RILEM Fellow,
Prof. h.c., Dr.-Ing. E.h.,
ACI Fellow
Abschied

Nun, bilanziert man das Ganze, vielleicht mit Bär Bruno beginnend, stellt man fest, dass Bruno mindestens 6 Schafe gerissen hat, 10 Hühner mussten daran glauben, diverse Tauben, ein Kaninchen, ein Meerschweinchen, 2 Bienenstöcke. Das heißt, der Bär war ganz schön aktiv. Bei (Hans-)Wolf Reinhardt sah das nicht viel anders aus. Seine wissenschaftlichen Aktivitäten waren außerordentlich: über 600 Veröffentlichungen, über 10 Bücher, über 120 betreute Dissertationen als Mitbetreuer und Erstreferent, mehrere 10000 Flugmeilen. Nun wir wissen, Bär Bruno wurde aufgrund seiner Aktivitäten dann aber von der Bayerischen Landesregierung als Problembär eingestuft. Wir wissen auch, Bär Bruno wurde tatsächlich abgeschossen, und das lässt Schlimmes befürchten, wenn man die Bilanz von (Hans-)Wolf Reinhardt zu Ende führt. Was wird wohl dort passieren? Auch hier hatten wir große Aktivitäten festgestellt, aber anders als beim Bär Bruno hagelte es bei (Hans-)Wolf Reinhardt Auszeichnungen zum RILEM Fellow, Prof. h.c., Dr.-Ing. E.h., ACI Fellow und ein ehrenvoller Abschied, der heute auch durch die Anwesenheit der vielen, vielen Wegbegleiter, die z. T. von fern gekommen sind, um heute hier sein zu können, zum Ausdruck gebracht wird.

Nun, was hat zu dieser sehr unterschiedlichen Bewertung geführt? In Bayern Abschuss, in Baden-Württemberg ein ehrenvoller Abschied. Ich denke nicht, dass es die gleichfarbigen Landesregierungen waren, die sich hier zu einem solch unterschiedlichen Verhalten entschieden haben. Es muss irgendwo etwas anderes gewesen sein. Bei Bär Bruno stand immer im Vordergrund, auch das war in der Presse nachzulesen, dass er nicht in die Tiefe gedrungen ist, dass er sich atypisch für einen Bär verhalten hat, er hat Schafe nur angerissen und sein Geschäft, den anschließenden Verzehr, nicht zu Ende gebracht. Bei (Hans-)Wolf Reinhardt ist es insofern anders gelaufen, dass er eben in die Tiefe gegangen ist. Er hat wissenschaftlich Dinge nicht nur angerissen, sondern ist in die Tiefe vorgedrungen und das macht den Wert seiner Arbeit aus. Das könnte doch die sehr unterschiedliche Bewertung vordergründig ähnlicher Bilanzen verursacht haben.

Nun möchte ich gerne die Stationen, die ich anfangs erwähnte, von Hans-Wolf Reinhardt nochmal wissenschaftlich Revue passieren lassen. Welche Forschung stand im Vordergrund, was ist der übergeordnete Schwerpunkt oder was sind die übergeordneten Themen gewesen? Ich fange mit der letzten Station Stuttgart an. So hat sich Herr Reinhardt neben vielen, vielen Themen sehr intensiv mit selbstverdichtendem Beton (SVB) beschäftigt und dieses kleine Bildchen, das stellvertretend einen Spot auf seine vielen Forschungsaktivitäten wirft, belegt, mit welcher einfachen Ideen/Handgriffen man Forschung erlebbar machen kann.

Station 6: Stuttgart

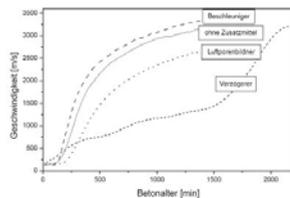
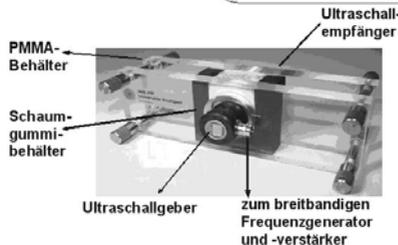
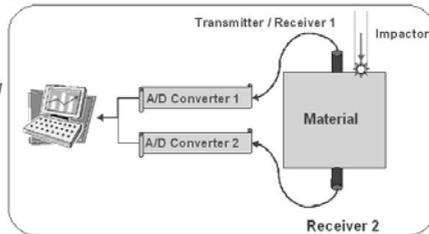


SVB

Sie sehen hier im Bild das Verhalten von selbstverdichtendem Beton, der durch Bewehrungsstäbe fließen soll, die über einen solchen Prüfabau künstlich abgebildet werden. Darüber soll die Blockierneigung charakterisiert werden, d. h. die Frage beantwortet werden, ob der SVB sich unter Umständen entmischt oder blockiert. Diesen „Blockierversuch“ hat Herr Reinhardt über das, was sonst in der Welt an Versuchen zu diesem Aspekt durchgeführt wird, durch einen Zusatz modifiziert, dass er eben auf diesen sich in der Mitte bildenden Kuchen noch ein Holzstückchen gelegt hat. Über dieses Holzstückchen war man in der Lage, das Verhalten von SVB noch detaillierter und für den Betrachter deutlicher hervorzuheben.

Station 6: Stuttgart

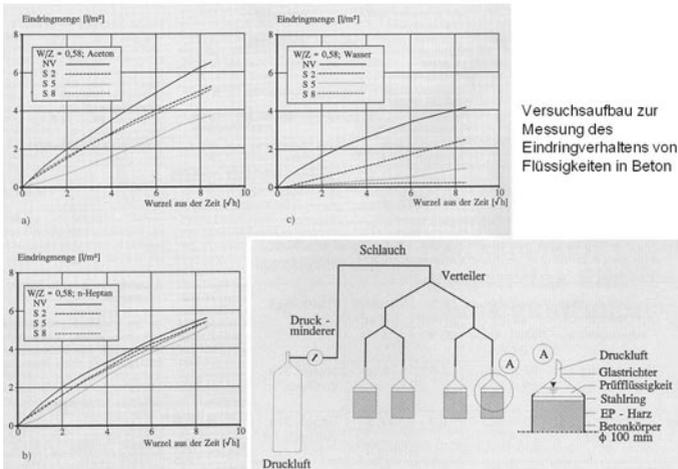
ZfP im Zusammenhang mit SVB



Ein anderes Thema, das in Stuttgart führend behandelt wurde, ist die zerstörungsfreie Prüftechnik, auch natürlich im Zusammenhang mit SVB. Sie sehen eine Apparatur, die Herr Reinhardt maßgeblich mitentwickelt hat, und zwar zur Beobachtung des Erstarrungsverhaltens von SVB. Quasi eine Kombination aus Betontechnologie und zerstörungsfreier innovativer Prüftechnik. Auch das ein ganz wesentlicher Beitrag, der hier in Stuttgart entstanden ist und auch in der Außenwahrnehmung als stuttgartspezifische Forschung wahrgenommen wird.

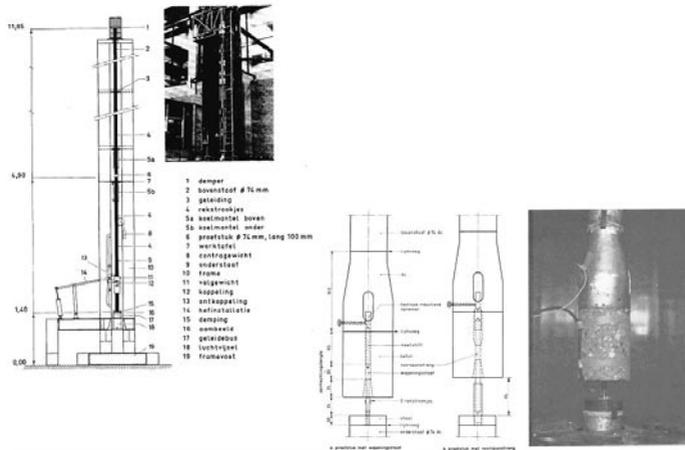
Nun die Stationen davor: in Darmstadt, das hat die Zeit damals so mit sich gebracht, hat man sehr viel hinsichtlich Dauerhaftigkeit und auch Transportverhalten von Beton geforscht. Herr Reinhardt war führend mit an den Forschungsarbeiten beteiligt, die sich mit dem Eindringverhalten von Flüssigkeiten in Beton beschäftigt haben, also neben Wasser auch das Eindringverhalten organischer Flüssigkeiten wie Aceton oder n-Heptan. Sie sehen hier das \sqrt{t} -Verhalten dieser Flüssigkeiten und auch das unterschiedliche Eindringverhalten dieser Substanzen im Vergleich. Auch hier eine Arbeit, die von großer Bedeutung in der damaligen Zeit gewesen ist.

Station 5: Darmstadt



Eindringmenge als Funktion der Zeit in Beton mit w/z = 0,58
a) Aceton, b) n-Heptan, c) Wasser

Station 4: Delft, NL

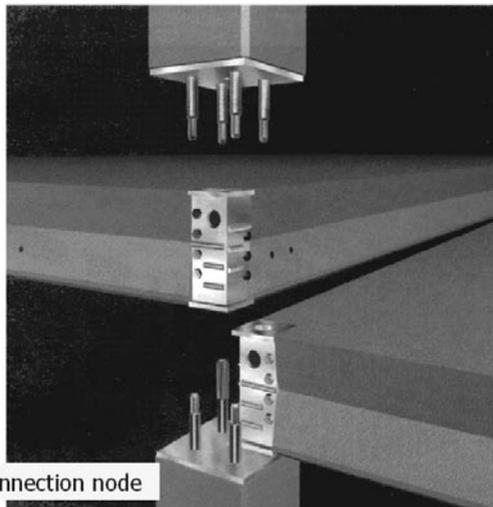


Station 4: wir gehen noch weiter zurück in die Geschichte. Ein Versuchsaufbau, den ich jetzt ausgewählt habe zur Präsentation seiner Wirkungsstätte Delft. Also dem Ort, wo Herr Reinhardt zunächst von Stuttgart kommend seine erste Professur antrat. Auch hier hat sich Herr Reinhardt mit Problemstellungen, die sich aus der Praxis ergaben, wissenschaftlich auf sehr hohem Niveau befasst. Hier sehen sie eine Versuchseinrichtung, die zur Lösung eines Problems, was sich beim Rammen von Pfählen ereignete, entwickelt wurde. Die Besonderheit dieser Konstruktion ist anschaulich über die Höhe zu erkennen, wo man eben über diesen Trick sicherstellen konnte, dass (Ramm-)Impulse, die eingetragen wurden, durch Reflexionen nicht das Messergebnis am Prüfling verfälschen.

Demontabel Bauen ist auch ein sehr bedeutender Schwerpunkt in Delft gewesen, der auch bis heute nachwirkt. Denn noch heute ist dies noch ein sehr nachgefragtes Thema in Europa (Sustainable Bridges), viele Forschungsvorhaben, die in diesem Zusammenhang zu diesem Thema laufen, belegen dies. Herr Reinhardt hat sich demnach schon vor zwei Jahrzehnten in Delft mit diesen Fragenstellungen befasst und auch erfolgreich in den Niederlanden in die Praxis einführen können.

Nun, in der Zeit vor Delft, also während seines Wirkens noch in Stuttgart, hat sich Herr Reinhardt sehr viel mit Flächentragwerken bzw.

Station 4: Delft, NL (Demontabel Bauen)



CD-20 System, connection node

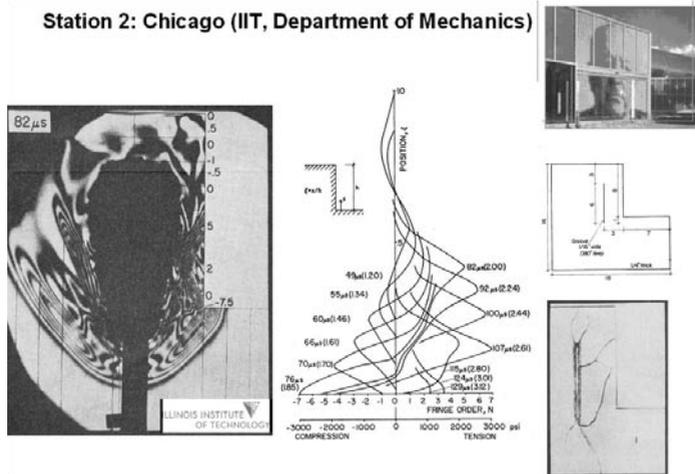
Station 3: Stuttgart



dem dazu benötigten Material auseinandergesetzt. Hier sehen sie ein wunderschönes Bauwerk, das heute noch in Mannheim steht, die Multifunktionshalle, wo Herr Reinhardt durch seine Materialforschung einen wesentlichen Beitrag dafür leisten konnte, dass solche Konstruktionen materialtechnisch beherrschbar sind.

Eine Station davor, Chicago, am IIT, Department of Mechanics: hier sehen Sie auch das Department, wie es sich heute darstellt mit dem Konterfei von Mies van der Rohe. Früher gab es, nach Herrn Reinhardts Auskunft, dieses Gesicht noch nicht am Institut. Nun, unter nicht ständiger Beobachtung des van der Rohe Mies hat Herr Reinhardt sich eben an diesem besagten Institut sehr intensiv mit Stoßbeanspruchungen auf Beton, insbesondere explosionsartigen Beanspruchungen auf Beton, auseinandergesetzt. Sie sehen hier ein Bild aus seinen Forschungsarbeiten, wo Druck- und Zugspannungen in Abhängigkeit des Ortes und der Zeit dargestellt werden.

Station 2: Chicago (IIT, Department of Mechanics)



Nun zu Station 1, Stuttgart. Da möchte ich gerne aus Ihrer Dissertation ein kleines Rechenprogramm dem Auditorium hier zeigen. Ihre Arbeit war der Spannungsoptik gewidmet bzw. das ist das Thema dieses Rechenprogramms gewesen. Dort haben Sie sich auch zeitabhängigen Prozessen, räumlichen Spannungszuständen in Abhängigkeit der Zeit auseinandergesetzt, allerdings nicht in der Geschwindigkeit, wie ich das eben mit den „Explosionsbildern“ aus dem IIT vorgeführt habe. Ein wunderschönes Programm, sehr kurz und bündig und sicherlich sehr wichtig für die Arbeiten gewesen.

Station 1: Stuttgart (Start und Ziel)

Rechenprogramm

```

* 1285 SPANNUNGSOPTIK REEHLICHER SPANNUNGSZUSTAND
C
C REAL N1,N2,N3,N1,N2,N3
K BLEICHEN ANCHER DER PUNKTE
READ(2,111) K
111 FORMAT(13)
DO 10 I=1,K
C EINLESEN DER SPANNUNGSOPTISCHEN WERTE
READ(2,100)M1,F11,M2,F12,M3,F13,S1
WRITE(1,100)M1,F11,M2,F12,M3,F13,S1
100 FORMAT(4F7.3,F8.5)
NOVO
AA1=S1*HD
N1=M1/HD
N2=M2/HD
N3=M3/HD
AA1=AA1/HD
B1=A1 - M1
D=COS(F11)**2
B=1/N1*(1+D)
F=COS(F12)**2
D=COS(F13)**2
B=1/N1*(1+D)
M=COS(F13)**2
B=1/N1*(1+D)
RECHNUNG VON A2
A2=0
1 ZHIS2=(A1+B1)**2/(A2+(A2-N2))**2
ZHIS2=A2**2*(B2+D)**2
ZHIS3=A2**2*(F2+(A2-N2))**2
ZHIS1=ZHIS2-ZHIS3/DWIS5
IF(ABS(ZHIS1)-.135,25,31
21 A2=A2+.1
20 IF(ABS(ZHIS1)-0.00015,5,7
2 A2=A2+0.0001
IF(ABS(A2-2)),A,A
3 GO TO 1
4 WRITE(1,101)
101 FORMAT(2M WERT VON A2 UNMOEGLICH)
GO TO 10
5 3Z=A2-N2
RECHNUNG VON A3
A3=0
6 ZHIS1=(A2+B1)**2/(A3+(A3-N3))**2
ZHIS1=B1**2*(B2+D)**2
ZHIS3=A2**2*(F2+(A3-N3))**2
ZHIS1=ZHIS1-ZHIS3/DHIS5
IF(ABS(ZHIS1)-.6,72,72,25
25 A3=A3+.1
GO TO 6
22 IF(ABS(ZHIS1)-0.00013,10,7
7 A3=A3+0.0001
IF(ABS(A3-2),8,9,9
8 GO TO 6
9 WRITE(1,102)
102 FORMAT(2M WERT VON A3 UNMOEGLICH)
GO TO 10
10 8Z=A3-N3
WRITE(1,103)A1,A2,A3,B1,B2,B3
103 FORMAT(3H A1=,F8.3,3H A2=,F8.5,3H A3=,F8.5,,3H B1=,F8.5,
3H B2=,F8.5,3H B3=,F8.5)
Y000=(A1+B1)**2/(B1**2+D*A1**2+E)
Z000=(A1+B1)**2/(A1**2+D*B1**2+G)
X000=(A2+B2)**2/(B2**2+F*A2**2+G)
Y100=1/(1/A1**2+1/B1**2+(1/A1**2-1/B1**2)*SIN(2*F11))
Z100=1/(1/A2**2+1/B2**2+(1/A2**2-1/B2**2)*SIN(2*F12))
X100=1/(1/A3**2+1/B3**2+(1/A3**2-1/B3**2)*SIN(2*F13))
RECHNUNG DER KOFFIZIENTEN DER QUADRATISCHEN GLEICHER
A=1/X000
B=1/Y000
C=1/Z000
C BESTIMMUNG DER KOFFIZIENTEN DER GEHSCHTEN GLIEDER
ALFA2=1/Y000-1/X000-1/Z000
BETA2=1/Z000-1/X000-1/Y000
GAM2=1/X000-1/X000-1/Y000
WRITE(1,104)A,B,C,ALFA2,BETA2,GAM2
104 FORMAT(20H ZENTRISCHE QUADRAT.,F8.5,'X2',F8.5,'Y2',
F8.5,'Z2',F8.5,'T2',F8.5,'X2',F8.5,'Y2',
F8.5,'X2',F8.5,'Y2')
ALF10=(ALFA2/2)**2
BET10=(BETA2/2)**2
GAM10=(GAM2/2)**2
ZHIS2=ALF10+BET10+GAM10+A*C+B*C+A*B
ZHIS3=C*A*B-ALFA2*BETA2-GAM2/B-A*ALF10+B*BET10+C*GAM10
RECHNUNG DER WIRKLICHEN HAUPTACHSEN
THA3=0
T=0.00000
I=1
11 P=7+A*B*ZHIS1+T*A*B*ZHIS2+T*ZHIS3
IF(ABS(P)-0.1E-05,13,12
12 T=0.05001
IF(T-THA3),8,18,17
18 GO TO 11
13 IF(T-THA3),15,15,14
14 WRITE(1,105)
105 FORMAT(2M WERT VON T UNMOEGLICH)
GO TO 10
15 HACHS=1/(SQRT(T))
HGF=HACHS-1+HD
WRITE(1,106)I,T

```

Zum Abschluss meines Vortrags mache ich nun noch den Versuch, auch die Zusammenhänge zwischen den einzelnen wirklich sehr auszugswiese, und ich muss mich dafür entschuldigen, rudimentär vorgestellten Arbeiten, nachzuzeichnen. Sie haben Forschungsarbeiten zum Thema Frischbetoneigenschaften gemacht; ZfP; Sie haben sich mit

Vorausschauender Wissenschaftler – Auszug Dissertation 17.04.1968

```

106 FORMAT('T(',15,')')=,F8.5)
WRITE(1,108)I,HSPA
108 FORMAT('HAUPTSPANNUNG(',13,')')=,F8.5,'ORDNUNGEN/CH')
C
C RECHNUNG DER RICHTUNGSKOSINUSSE
X13=C
DETER=(A-T)*(B-T)-GAM1Q
X13=-X13/DETER*(SQRT(1-EL1**2))/(EL1)*180./3.1415926536
X12=-X13/DETER*(ALFA2/2-(B-T)-ALFA2+GAM2/B)
RHO=SQRT(X11**2+X12**2+X13**2)
EL2=X12/RHO
EL3=X13/RHO
WRITE(1,109)I,EL1,EL2,EL3
109 FORMAT(15H, 'RICHTUNGSKOSINUSSE(',13,')')=3(X3,F8.5)
C
C UNRECHEN INS WINKELMASS
WINK1=ATAN((SQRT(1-EL1**2))/(EL1))*180./3.1415926536
WINK2=ATAN((SQRT(1-EL2**2))/(EL2))*180./3.1415926536
WINK3=ATAN((SQRT(1-EL3**2))/(EL3))*180./3.1415926536
WRITE(1,110)I,WINK1,WINK2,WINK3
110 FORMAT(19H ENDE DER RECHNUNG)
CALL DATSW(3,K1)
IF(K1-1)19,19,31
31 IF(1-99)16,17,17
16 I=I+1
GO TO 12
17 WRITE(1,107)
107 FORMAT(19H ENDE DER RECHNUNG)
10 CONTINUE
CALL EXIT
END

```

Dauerhaftigkeitsproblemen mineralischer Baustoffe auseinandergesetzt, insbesondere mit der Transportmodellierung; Nachhaltiges Bauen (Demontabel Bauen), das ist eine visionäre Forschungstätigkeit gewesen, die heute noch sehr sehr aktuell ist. Sie haben Forschung an modernen Baustoffen für überdauernd beeindruckende Architektur gemacht, Sie haben sich mit Stoßproblemen (hohe Dehnraten) und räumlichen Wärmespannungsproblemen mit langsamen Spannungsänderungen auseinandergesetzt. Also in allen Themen findet sich der Parameter Zeit: Frischbetoneigenschaften, das ist das frühe Alter eines Betons, Dauerhaftigkeitsprobleme, da geht es um das fortgeschrittene Alter von mineralischen Baustoffen, Transportmodellierung ist etwas, was immer zeitabhängig zu betrachten ist, Nachhaltiges Bauen ist visionär, der Zeit voraus gedacht, ebenso Forschung an modernen Baustoffen mit der Zeit gehend, auch in die Zukunft schauend; Stoßprobleme und räumliche Wärmespannungsprobleme, schnelle und langsame Dehnraten, also auch von der Zeit abhängende Problemstellungen. Das heißt, die Zeit kommt bei Ihnen in allen Forschungsvorhaben, die Sie gemacht haben, vor und das ist vielleicht auch die herausragende Klammer Ihrer Forschungsaktivitäten, die ich versucht habe, so gut es ging in der kurzen Zeit, die mir zur Verfügung stand, zu präsentieren.

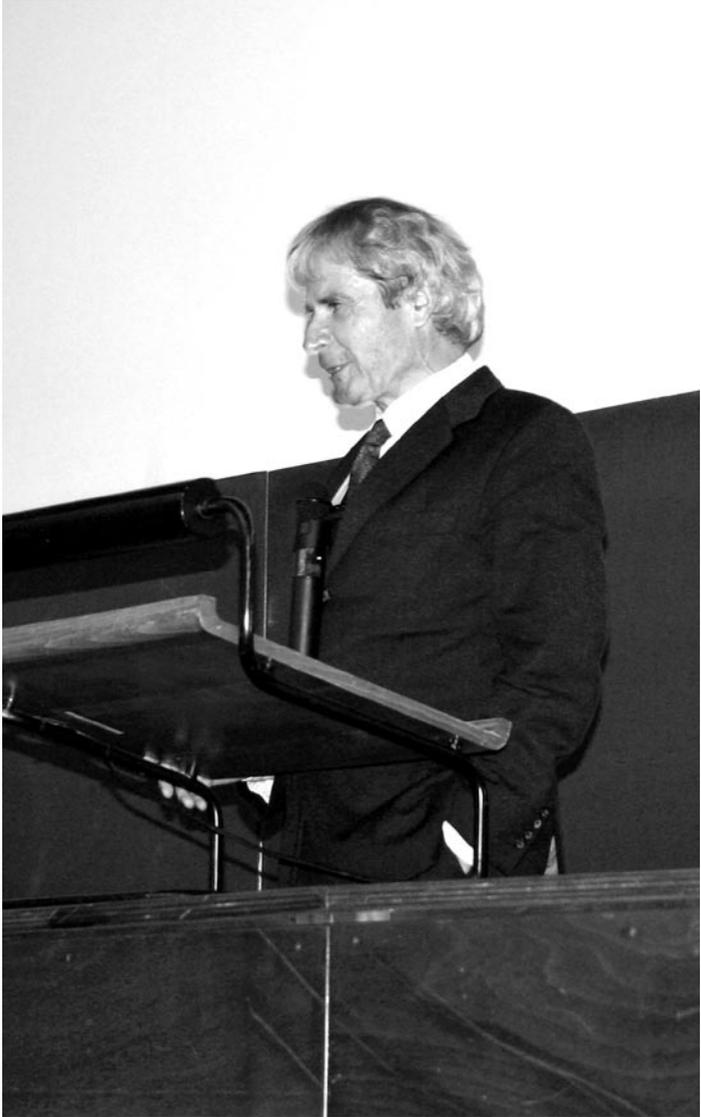
Lieber Herr Reinhardt, ich weiß, dass Sie hier sehr große Spuren hinterlassen haben, sehr große Fußabdrücke, die ich zu füllen haben werde. Ich habe mir überlegt, Ihnen symbolisch ein paar Schuhe



überreichen zu wollen, die zeigen, dass die Spuren, die Sie hinterlassen haben, tatsächlich sehr groß sind. Ich werde in sie hineinwachsen wollen und in der Hoffnung, dass mir das gelingt, habe ich mir als jecker Rheinländer überlegt, dass ich das vielleicht auch schon relativ bald schaffen könnte, indem ich geistreich dort eine Flasche Wein hineinfülle. Wenn man uns auf die Dauerhaftigkeit dieser Befüllung ansprechen würde, wissen Sie, genauso wie ich, dass diese Schuhe das nicht lange aushalten würden, insofern keine gute Idee. Es geht also darum, Ihre Fußstapfen dauerhaft und nachhaltig auszufüllen. Ich hoffe, dass mir das gelingt und möchte Ihnen als Zeichen dafür, auch als Anerkennung, einen Schuh dieses Paares überreichen zusammen mit dem Wein und den anderen für mich behalten, um immer daran erinnert zu werden, wo ich hin will.

Lieber Herr Reinhardt, vielen Dank für Ihre Tätigkeit hier in Stuttgart. Ich hoffe, dass Sie uns noch lange bei bester Gesundheit erhalten bleiben und mir als Ratgeber in der einen oder anderen Frage noch zur Verfügung stehen. Vielen herzlichen Dank, Herr Reinhardt.





Prof. Dr.-Ing. Gerd Thielen
Stv. Sprecher des Deutschen Ausschusses für
Stahlbeton (DAfStb)

Kurze Ansprache

Akademische Festversammlung,
hochverehrter Herr Professor Reinhardt,
sehr geehrte Frau Reinhardt!

Es ist für mich eine große Freude, den Reigen der Lobreden auf viele Jahrzehnte erfolgreicher Tätigkeit als Hochschullehrer durch einige Worte zu ergänzen, die Ihre über viele Jahre verdienstvolle Tätigkeit im Deutschen Ausschuss für Stahlbeton beleuchten. Der Deutsche Ausschuss für Stahlbeton wirkt in seiner fast hundertjährigen Geschichte als „Runder Tisch“, an dem alle am Betonbau beteiligten Kreise zusammenkommen, um durch Forschung, Regelsetzung und Normung die Betonbauweise zu fördern. Bauherren, Planer, Bauausführende, Baustoffindustrie und Wissenschaft bringen ihr Wissen und ihre Erfahrung in die Arbeit dieses Ausschusses ein, und die lange Tradition hat gezeigt, dass trotz manchmal unterschiedlichen Interessen durch gemeinschaftlich erarbeitete Lösungen der gemeinsamen Sache am besten gedient wird.

Für den Erfolg der Arbeit des Deutschen Ausschusses für Stahlbeton ist die Mitwirkung unserer namhaften Kollegen in Forschung und Lehre von großer Bedeutung. Und so war es selbstverständlich, an Herrn Professor Reinhardt heranzutreten, als dieser nach seinen Jahren als Hochschullehrer an der TU Delft 1986 zunächst als Nachfolger von

Herrn Professor Weigler an die TH Darmstadt berufen wurde und vier Jahre später den Weg nach Stuttgart fand. Eine ansehnliche Anzahl von erfolgreichen Jahren in Forschung und Lehre lagen bereits hinter Herrn Reinhardt, als er in Nachfolge von Herrn Professor Rehm als Ordinarius für Baustoffkunde und Direktor des Otto-Graf-Instituts nach Stuttgart kam. An dieser renommierten Universität hatte Herr Reinhardt auch studiert und seine Lehrjahre als Assistent und Oberassistent bei den Professoren Weil und Rehm absolviert, bevor er nach Delft berufen wurde.

Im Jahr 1987 berief der Deutsche Ausschuss für Stahlbeton Herrn Professor Reinhardt als Mitglied in einen seiner wichtigsten Ausschüsse, den Arbeitsausschuss Betontechnik, dessen Vorsitz er dann 1995 übernahm und immer noch inne hat. Die engagierte Mitarbeit in diesem Ausschuss legte es nahe, Herrn Reinhardt als Mitglied in die deutsche Delegation des Technischen Komitees Betontechnik in der Europäischen Normenorganisation CEN aufzunehmen. Es waren die Jahre, als die Arbeiten an der ersten europäischen Betonnorm, der EN 206, in ihre entscheidende Phase traten und Herr Professor Reinhardt in dem dafür zuständigen Ausschuss sein Wissen und seine Erfahrung erfolgreich einbringen konnte. Im Jahr 2000 wurde er zum Obmann dieses für den Betonbau wichtigen europäischen Komitees gewählt. Nach der Neustrukturierung des Deutschen Ausschusses für Stahlbeton Ende der neunziger Jahre letzten Jahrhunderts wurde Herr Professor Reinhardt als Obmann des Arbeitsausschusses Betontechnik in den Vorstand berufen und gleichzeitig zum Mitglied des Forschungsbeirats als ein Vertreter der Wissenschaft gewählt.

Die umfangreichen Aufgaben des Arbeitsausschusses Betontechnik hatten zur Folge, dass mehrere Unterausschüsse eingerichtet werden mussten, um das Arbeitsprogramm zu bewältigen. Als Obmann des übergeordneten Ausschusses brachte Herr Reinhardt sein Engagement auch in die Arbeit dieser Unterausschüsse ein. Besonders zu nennen ist die Leitung des Unterausschusses, der einen Sachstandsbericht zum nachhaltigen Bauen mit Beton erarbeitete. Diese Arbeit war deshalb so wichtig, weil wir alle über Nachhaltigkeit redeten, aber keiner wusste, was daraus für das Bauen mit Beton zu folgern ist. Inzwischen haben diese Vorarbeiten dazu geführt, dass der Deutsche Ausschuss für Stahlbeton unter aktiver Beteiligung von Herrn Professor Reinhardt ein umfangreiches, vom Bundesminister für Forschung gefördertes Forschungsprojekt durchführen kann. Daneben seien weiterhin die Obmannschaft in Unterausschüssen zur Erarbeitung einer Richtlinie zum selbstverdichtenden Beton und eines Sachstandsberichts zum

Verhalten von Beton unter Frostbeanspruchungen genannt. Weiterhin ist die Mitwirkung an der Ausarbeitung von Sachstandsberichten z.B. zum ultrahochfesten Beton oder zum Sulfatwiderstand von Beton, sowie an der Ausarbeitung von Richtlinien zum Umgang mit wassergefährdenden Stoffen, zum wasserundurchlässigen Beton, zum Trockenbeton bzw. zu massigen Bauteilen anerkennend zu erwähnen.

Voraussetzung für dieses umfangreiche und erfolgreiche Engagement im Deutschen Ausschuss für Stahlbeton ist die hohe wissenschaftliche Qualifikation, mit der Herr Professor Reinhardt seine Arbeit als Hochschullehrer und Forscher beflügelt. Grundsätzliche Zusammenhänge in der Bruchmechanik werden von Herrn Reinhardt ebenso weiterentwickelt, wie Grundlagen zu zerstörungsfreien Prüfverfahren, zur Umweltverträglichkeit von zementgebundenen Baustoffen und zum Recycling von Beton. Ein weiteres Anliegen, das von Herrn Reinhardt aufgegriffen worden ist, sind praxismgerechte Informationssysteme, mit denen die sonst kaum noch zu überblickenden wissenschaftlichen Erkenntnisse und praktischen Erfahrungen in Expertensystemen für die Fachöffentlichkeit aufbereitet werden.

Die Beendigung seiner Tätigkeit als Hochschullehrer nach fast vier Jahrzehnten ist deshalb auch für den Deutschen Ausschuss für Stahlbeton ein Anlass, Herrn Professor Reinhardt für sein erfolgreiches und international anerkanntes Wirken in Forschung, Lehre und Praxis unsere hohe Anerkennung auszusprechen und ganz besonders, ihm zu danken für die immer hoch engagierte und verantwortungsvolle Tätigkeit in unserem Deutschen Ausschuss für Stahlbeton. Wir freuen uns, dass Herr Professor Reinhardt versprochen hat, noch einige Zeit für unseren Ausschuss tätig sein zu wollen. Nun wird für ihn ein Teilzeit-Ruhestand beginnen. Dafür wünschen wir Ihnen lieber Herr Professor Reinhardt weiterhin geistige Frische, ungebrochene Neugier für Neues, körperliches Wohlbefinden und privates Glück in Ihrer Familie, wobei wir auch ganz besonders Sie, sehr geehrte Frau Reinhardt in unsere Wünsche miteinbeziehen.



Prof. Dr.-Ing. Rolf Eligehausen
Stv. Geschäftsführer des Instituts für Werkstoffe im
Bauwesen der Universität Stuttgart

Ansprache

Lieber Herr Reinhardt,
liebe Frau Reinhardt,
Magnifizenz,
meine Damen und Herren,

vor mehr als 30 Jahren habe ich Sie, Herr Reinhardt, kennengelernt, als ich im Gefolge von Prof. Rehm, dem Vorgänger von Ihnen, mit fünf weiteren Kollegen nach Stuttgart kam. Sie waren Oberassistent am damaligen Lehrstuhl für Baustoffkunde und haben uns neue Kollegen – im Gegensatz zu einigen anderen Stuttgarter wissenschaftlichen Mitarbeitern, die uns sehr kritisch gegenüberstanden - sehr geholfen und bereitwillig in die Geheimnisse des Otto-Graf-Instituts eingeführt. Dadurch wurde mir die Eingewöhnung in das Stuttgarter Institut sehr erleichtert.

Schon damals waren Sie ein erfolgreicher Forscher. Trotz Ihrer hohen Arbeitsbelastung haben Sie sich begeistert an den Feiern des Instituts beteiligt, wie dieses Bild aus dem Sommer 1975 beweist, das Sie beim Tanzen zeigt (Bild 1). Feste, auf denen getanzt wird, sind bei der derzeitigen Generation weniger gefragt.

Bild 1



Nach Stationen in Delft – hier ein Foto von der Antrittsvorlesung (Bild 2) – vornehm im Cut – und Darmstadt – das Bild 3 zeigt Sie bei der Abschiedsvorlesung – wurden Sie 1990 in Personalunion Direktor des IWB und der FMFA.



Bild 2 und 3

Sie haben sich gleich intensiv um die Verstärkung der Forschung gekümmert. Zunächst haben Sie sich auf die sog. Innovationsforschung konzentriert, die vom Land gefördert wurde, was heute kaum noch vorstellbar ist. Die Arbeiten wurden in der Gruppe „Zerstörungsfreie Prüfverfahren“ fortgesetzt, gefördert u. a. durch den SFB 381 „Schädigungsverlauf in Faserverbundwerkstoffen untersucht mit zerstörungsfreien Prüfverfahren“. In Bild 4 sind Sie bei der Einweihung des ZfP-Labors in 2003 zu sehen. Sie nennen es ZfP-Atelier.



Bild 4

Seit 1990 leiten wir das IWB gemeinsam, was problemlos funktioniert. Das IWB besteht aus zwei Abteilungen, der von Ihnen geleiteten Abteilung „Werkstoffe und Konstruktion“ und der von mir geleiteten Abteilung „Befestigungstechnik“. Das Institut hat derzeit etwa 50 Mitarbeiter, die sich etwa gleich auf die beiden Abteilungen verteilen. Die im Vergleich zum Gesamtbudget geringen Haushaltsmittel des IWB sind schnell und einvernehmlich verteilt. Jede Abteilung muss selbst dafür sorgen, dass ausreichend Drittmittel eingeworben werden. In zahlreichen gemeinsamen Forschungsvorhaben haben wir die Stärken der beiden Abteilungen gebündelt.

Wichtig ist uns die Information der Mitarbeiter über die laufenden Arbeiten. Zu diesem Zweck findet während des Semesters monatlich eine Forschungsbesprechung statt, an der alle wissenschaftlichen Mitarbeiter teilnehmen. In der Regel werden dabei Vorträge aus beiden Abteilungen gehalten. Dadurch werden die Informationen ausgetauscht

und öfters geschieht es, dass Anregungen aus der anderen Abteilung für die eigene Arbeit nutzbar gemacht werden. Als wichtiger Nebeneffekt werden die Mitarbeiter im freien Vortrag und der Diskussion geschult.

Weitere gemeinsame Aktivitäten betreffen das Sommerfest, den Tag der offenen Tür, den Betriebsausflug und die Weihnachtsfeier. Diese Aktivitäten werden von den neu eingetretenen Institutsmitgliedern organisiert. Da an der Universität Zeitverträge üblich sind, gibt es jährlich einen ausreichenden Wechsel, so dass die Organisation immer gesichert ist. Auf dem Sommerfest gibt es traditionell gegrilltes Lamm, das Wetter ist regelmäßig sehr schön (Bild 5) und Sie waren meist einer der Letzten, der gegangen ist.

Bild 5



Das IWB liegt abseits der Hauptgebäude der Uni. Daher mussten sich die Organisatoren zum Tag der offenen Tür einiges einfallen lassen (Bild 6), um Interessenten anzulocken, den Nachwuchs an den Beruf des Bauingenieurs heranzuführen (Bild 7) und um zu gewährleisten, dass bei Ihren Führungen durch das IWB und die FMPA genügend Besucher teilnahmen.

Auch an den sportlichen Aktivitäten während der Betriebsausflüge – seien es Wanderungen, Fahrradtouren oder Paddelbootfahrten - haben Sie sich gern beteiligt. Leider habe ich keine Fotos gefunden, die das belegen. Sie sind wohl kamerascheu. Auf eine Fahrt mit dem Kajak auf



Bild 6

der reißenden Donau haben Sie jedoch verzichtet. Offenbar war Ihnen die Gefahr des Kenterns zu groß. Nicht unbegründet, wie der Verlauf der Tour gezeigt hat.

Während der Weihnachtsfeiern ist Gruppenarbeit gefragt. Hier haben Sie sich hervor getan, wie z. B. beim Bau dieser Hängebrücke aus einfachsten Materialien und bei der Erläuterung des Entwurfs (Bild 8).



Bild 7



Bild 8

Durch diese und viele andere Aktivitäten, wie z.B. Doktorfeiern – im Schnitt ca. 3 bis 4 pro Jahr – entstand ein offenes und kooperatives Betriebsklima, das sich durch Synergieeffekte zwischen den zwei Abteilungen auszeichnet. Die Mitarbeiter werden auf die Arbeit in der Industrie vorbereitet. Die guten Stellen, die Mitarbeitern angeboten werden, wenn sie das Institut meist nach erfolgreicher Promotion verlassen, geben diesen Bemühungen offensichtlich Recht.

Lieber Herr Reinhardt,

ich durfte 16 Jahre im IWB mit Ihnen zusammenarbeiten. Nach der Institutsordnung konnten Sie letztendlich alles entscheiden, denn bei Stimmengleichheit im Vorstand, der aus uns beiden besteht, entscheidet die Stimme des Direktors, also Ihre. Ich kann mich jedoch nicht erinnern, dass Sie von dieser Regelung Gebrauch gemacht haben. Wahrscheinlich hatten wir auch mal Meinungsverschiedenheiten – es wäre fast unnatürlich, wenn nicht – aber es gab keine erregten Diskussionen und alle Probleme wurden einvernehmlich gelöst. Für diese gute Zusammenarbeit, die nicht selbstverständlich ist, wie Beispiele an der Universität Stuttgart zeigen, danke ich Ihnen sehr herzlich. Aus meiner Sicht war es eine sehr angenehme, aber auch erfolgreiche Zeit.

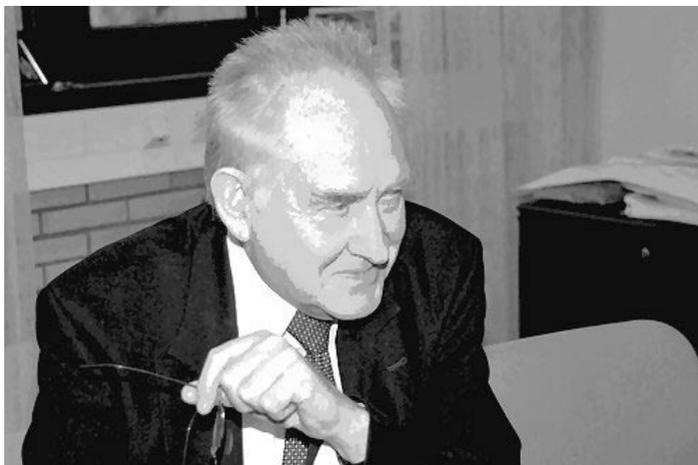


Bild 9

Sie haben zwar die Leitung des Instituts und der MPA und damit viele der eher lästigen Aufgaben eines Professors abgegeben. Den Teil des Professorenberufs, der meist Spaß macht, nämlich die Forschung, führen Sie am IWB weiter. Dazu wünsche ich Ihnen viel Freude (Bild 9) und Erfolg. Ich wünsche Ihnen jedoch auch mehr Zeit als bisher für sich und für gemeinsame Aktivitäten mit Ihrer Frau. Alles Gute für die Zukunft und bleiben Sie gesund!

Es ist bekannt, dass Sie ein Freund des Dixielands sind und als Postdoc in Chicago waren. Daher möchte ich Ihnen Alben mit einem Querschnitt durch den Dixieland-Jazz, auch mit Bands aus Chicago überreichen. Ich wünsche Ihnen viel Freude beim Anhören der Lieder.



Prof. Dr.-Ing. Dieter Fritsch
Rektor der Universität Stuttgart

Grußwort aus Anlass der Abschiedsvorlesung von Herrn Prof. Dr.-Ing. Hans-Wolf Reinhardt

am Dienstag, den 4. Juli 2006,
17.30 Uhr, Pfaffenwaldring 7, V 7.02

Sehr geehrter, lieber Herr Kollege Reinhardt,
liebe Frau Reinhardt,
sehr geehrter Herr Dekan Ressel,
sehr geehrter Herr Kollege Gehlen
verehrte Gäste,
liebe Kolleginnen und Kollegen,
liebe Mitglieder unserer Universität,

am heutigen Tag beginnt „eine neue Zeit“, die Zeit einer Persönlichkeit I.
des universitären Lebens, die sich aus dem aktiven Geschehen der
Universität Stuttgart zurückzieht und somit in einen für sie voraussichtlich
zunächst gewöhnungsbedürftigen Lebensabschnitt, den Ruhestand
– vielleicht auch den „Unruhestand“ – eintritt.

Ein Wissenschaftler, Hochschullehrer und Forscher, einer, der in den Kommissionen und Gremien dieser Hochschule die Geschicke unserer Universität mit gestaltet hat, verabschiedet sich heute von uns – und wir uns von ihm.

Was auch immer er in Zukunft tun wird, heute wollen wir ihn gemeinsam verabschieden und ihm für sein jahrzehntelanges, umfassendes Engagement an der Universität Stuttgart danken!

Sie, verehrter Herr Kollege Reinhardt, halten heute Ihre Abschiedsvorlesung.

Dieses Wort enthält den Bestandteil „Abschied“, und üblicherweise verbindet man dies mit „Abschied nehmen“, „verabschieden“.

Nun, verabschieden kann man nur jemanden, der etwas verlässt. Daher wäre es folgerichtig, wenn ich meine Grußworte heute mit den Worten eingeleitet hätte:

„Lieber Herr Reinhardt, nach mehr als 26 Jahren überaus erfolgreicher Arbeit verlassen Sie nun unsere Universität.“

Ob mir das irgend jemand der hier Anwesenden glauben würde?

Nun, ich bin skeptisch, denn das wäre doch äußerst untypisch für Sie. Für jemanden wie Sie, Herr Reinhardt, der vor 48 Jahren zum ersten Mal den Boden dieser Hochschule betreten hat und nach Unterbrechungen, um an anderen Stellen zu wirken, immer wieder an seine Alma Mater zurückgekehrt und schließlich auch geblieben ist, ist dies schlicht nicht vorstellbar.

Nun, in jedem Fall hören wir uns heute Ihre Abschiedsvorlesung an, und hierzu begrüße ich Sie alle im Namen des Rektorats der Universität Stuttgart sehr herzlich!

Ich freue mich, dass Sie, verehrte Gäste, so zahlreich erschienen sind: Das volle Haus ist ein unübersehbares Zeichen der Wertschätzung, die der heutige Redner an unserer Universität genießt.

Lieber Herr Reinhardt, dies sind Ihre Gäste, die heute sicher nicht nur hergekommen sind, um etwas über das unbestritten spannende und sehr zukunftsweisende Thema unseres geschätzten Kollegen und Ihres Nachfolgers, Herrn Gehlen, zur Bedeutung der Materialprüfung zu hören. Nein, sie alle sind überdies heute hier, um Ihnen ihre Sympathie zu bezeugen.

Meine Damen und Herren,

II.

lassen Sie mich zunächst einen Blick zurück auf die Geschichte werfen.

Die Werkstoffe wurden weit bis ins 19. Jahrhundert fast ausschließlich aus der Erfahrung heraus beurteilt. In der Wissenschaft hatte sich die Meinung verankert, dass Technik nur mit Theorie voranzubringen sei. Erst allmählich fing man an, die Theorie mit Experimenten abzustützen.

Damit begann die Entwicklung der Materialprüfung.

Die Gründung eigener Institute, den Materialprüfanstalten, entsprach einer seinerzeitigen Notwendigkeit. Werkstoffe und Konstruktionen wurden bis zu jener Zeit nämlich vorwiegend auf empirischer Grundlage hergestellt und beurteilt. Das zugrunde liegende Wissen war von Generation zu Generation meist mündlich weitergegeben worden und bildete bis an die Schwelle der Neuzeit die Grundlage für Handwerk und Industrie. Aus dieser Situation heraus wurden im damaligen Königreich Württemberg Anstrengungen unternommen, durch die Einrichtung eines Lehrstuhls für Maschinenelemente, Dampfmaschinen, Dampfkessel und Elastizitätslehre am Königlichen Polytechnikum eine richtungsweisende Einrichtung zu schaffen.

Im Jahre **1878** wurde Carl von Bach auf diesen Lehrstuhl berufen. Auf sein Betreiben hin wurde dann im Jahre **1884** durch Bekanntmachung des „Departements des Kirchen- und Schulwesens“ im Staatsanzeiger für das Königreich Württemberg die Gründung der Materialprüfungsanstalt für die Bereiche Maschinenbau und Bauwesen am Polytechnikum Stuttgart angezeigt. In der damaligen Verfügung steht: „Die Materialprüfungsanstalt ist bestimmt, den Interessen der Industrie wie auch denjenigen des Unterrichts zu dienen“.

Die erfolgreiche Erfüllung dieser Aufgabenstellung, die bis heute als unverändert aktuell angesehen wird, bedeutet die enge Verknüpfung zwischen der akademischen Ausbildung im Rahmen der heutigen Universität Stuttgart und der praxisorientierten Tätigkeit der Materialprüfungsanstalt. Im Hinblick auf diesen Anspruch erwies sich bis heute die enge Personalverknüpfung zwischen der MPA und dem Lehrstuhl für Materialprüfung, Werkstoffkunde und Festigkeitslehre sowie dem Institut für Werkstoffe als besonders wichtig.

Nach dem Ausscheiden des Gründers Staatsrat Carl von Bach im Jahre 1922 und nach dem Tod seines Nachfolgers, Professor Baumann, 1927 wurde die Aufgliederung der Prüfungsanstalt in die Abteilungen Maschinenbau und Bauwesen durchgeführt.

1930 erfolgte auch eine verantwortungsmäßige Trennung beider Abteilungen in zwei eigenständige Anstalten.

Die Abteilung Maschinenbau behielt den ursprünglichen Namen „**Staatliche Materialprüfungsanstalt**“ (MPA). Nach dem Tode Baumanns wurde die Anstalt kommissarisch von **Professor Otto Graf** geleitet, der sein Wirken an der 1884 gegründeten Materialprüfungsanstalt der Königlichen Technischen Hochschule Stuttgart als Mitarbeiter von Carl von Bach begann.

Man hatte erkannt, dass die neue Bauweise nur erfolgreich werden könnte, wenn die offenen Fragen wissenschaftlich durch Theorie und Experiment beantwortet würden. Graf wurde als Sachbearbeiter für die Versuche eingesetzt. Dass er sich als Maschinenbauingenieur mit dieser neuen Materie kritisch und erfolgreich auseinandersetzte, beweisen die zahlreichen Veröffentlichungen, zunächst mit Carl von Bach zusammen, später alleine oder mit wichtigen Fachkollegen zusammen. Circa zwanzig Jahre lang hat **Graf** richtungsweisende Forschung auf dem Gebiet des Eisenbetons (heute: Stahlbeton) betrieben.

Obwohl der Beton schon seit einigen Jahrzehnten bekannt war, war er wenig definiert und nicht zielsicher herzustellen. Graf widmete sich dieser Aufgabe zielstrebig und untersuchte systematisch die Zusammensetzung des Betons hinsichtlich Verarbeitbarkeit und Gefüge.

Ein Spezialgebiet des Betonbaus war der Straßenbau. Unter Grafs Leitung wurden Laborversuche zur optimalen Auswahl des Zements und der Zuschläge durchgeführt, deren Ergebnisse beim Bau der ersten Autobahnen beachtet wurden. Die neuen Erkenntnisse bildeten die Grundlage für den Entwurf, die Bemessung und den Bau von Betonstraßen für mehrere Jahrzehnte.

Der Werkstoff Stahl war dem Maschinenbauingenieur Graf natürlich bekannt; aber es gab zahlreiche Probleme im Bauwesen, die einer Behandlung harrten. In Zusammenarbeit mit dem damaligen Abteilungsleiter bei den Königl.-Württ. Staatseisenbahnen und Brückenbauer wurden Forschungsprogramme über das Dauerverhalten von Nietverbindungen und über das Schwingverhalten von Stählen durchgeführt.

Es gab damals natürlich keine genormten Prüfmethode und Prüfmaschinen, sondern diese mussten beiläufig mitentwickelt werden. Spektakuläre Schadensfälle an geschweißten Brücken zwischen 1936 und 1940 haben die Ursachenforschung beschleunigt. Graf hat grundlegende Ergebnisse in den Berichten des Deutschen Ausschusses für Stahlbau veröffentlicht und damit wesentlich zur Erhöhung der Sicherheit von Brücken beigetragen

1936 wurde die Abteilung Bauwesen in „**Institut für Bauforschung und Materialprüfungen des Bauwesens**“ umbenannt und von Prof. Otto Graf von 1927 bis 1950 geleitet.

1952 wurde das Institut in „**Amtliche Forschungs- und Materialprüfungsanstalt für das Bauwesen (FMPA-Bauwesen)**“ umbenannt.

1953 erhielt die FMPA in Würdigung der Verdienste ihres langjährigen Leiters von der Universität Stuttgart den Beinamen Otto-Graf-Institut.

1980 wurde die FMPA-Bauwesen dem Ministerium für Wirtschaft, Mittelstand und Technologie Baden Württemberg als „**Forschungs- und Materialprüfungsanstalt Baden-Württemberg (Otto-Graf-Institut)**“ zugeordnet. Gleichzeitig wurde das Chemisch-Technische Prüfamt mit Abteilungen in Stuttgart und Karlsruhe Teil der FMPA Baden-Württemberg.

Unter **Prof. Reinhardt** (seit 1990) erfolgte 2000 die Wiedereingliederung des Otto-Graf-Instituts in die Universität Stuttgart als „**Forschungs- und Materialprüfungsanstalt für das Bauwesen, Otto-Graf-Institut (FMPA)**“.

Mit Wirkung vom 01.07.2003 wurden die „Staatliche Materialprüfungsanstalt (MPA) Universität Stuttgart“ und die Forschungs- und Materialprüfungsanstalt für das Bauwesen, Otto-Graf-Institut (FMPA) zur „**Materialprüfungsanstalt Universität Stuttgart (MPA Stuttgart, Otto-Graf-Institut (FMPA))**“ wiedervereinigt. Mit dem Zusammenschluss der beiden Einrichtungen zu einer zentralen Universitätseinrichtung verfolgte die Universität Stuttgart das Ziel, die vorhandenen Ressourcen zu bündeln und die Effizienz und Effektivität auf dem Gebiet der Materialprüfung und -forschung durch Nutzung von Synergien zu steigern. Mit der neuen Einrichtung soll darüber hinaus den Instituten des konstruktiven Ingenieurbaus ein verbessertes experimentelles Arbeiten ermöglicht werden.

Lieber Herr Reinhardt, Sie sind in die Fußstapfen der beiden „Väter der Materialprüfanstalten“ gestiegen und haben deren große Schuhe mehr als würdig ausgefüllt. Und was mich als Rektor dieser Universität natürlich besonders freut, ist die Tatsache, dass Sie ein „Spross“ unserer Hochschule sind. Sie haben hier studiert und promoviert, waren fünf Jahre als Oberassistent und akademischer Rat in der Abteilung Lehre am Otto-Graf-Institut tätig, bevor Sie 1990 nach Aufhalten an anderen Hochschulen im In- und Ausland endgültig an Ihre Hochschule zurückkehrten. Als ordentlicher Professor für Werkstoffe im Bauwesen wurden Sie zunächst Direktor der Forschungs- und Material-

prüfungsanstalt Baden-Württemberg (FMPA) - Otto-Graf-Institut -, und – ich erwähnte es eben – ab Juli 2003 Direktor in der MPA Universität Stuttgart.

Neben Ihrem fachlichen Renommee, das Sie sich in den vielen Jahren Ihrer Tätigkeit erworben und mit dem Sie deutlich auch zu dem unserer Universität beigetragen haben – Herr Kollege Gehlen ging vorher näher darauf ein –, haben Sie sich als Dekan Ihrer Fakultät auch in die akademische Selbstverwaltung der Universität Stuttgart eingebracht. Sie haben über 100 Doktoranden betreut, und die Liste Ihrer Veröffentlichungen weist mehrere hundert aus. Außerdem haben Sie uns ebenfalls einen neuen Rektor beschert! Sie waren nämlich Vorsitzender der Berufungskommission, die Herrn Kollegen Ressel, unseren zukünftigen Rektor, berufen hat. Herzlichen Dank auch dafür!

- IV. Unsere Hochschule steht zurzeit vor vielen Herausforderungen: Globalisierung, exzellente Ausbildungs- und Internationalisierungsprogramme, Sprach- und Kulturkompetenz sowie die vorsichtige Integration von internationalen Systemelementen der Ausbildung wie Master- oder Bachelor-Abschlüssen.

Sie, lieber Herr Reinhardt, haben sich immer den Herausforderungen der Zeit gestellt und dazu beigetragen, dass die MPA Stuttgart – Otto-Graf-Institut (FMPA) heute da steht, wo sie hingehört: Eine der führenden Materialprüfanstalten in Deutschland, die überaus stark nachgefragt ist.

An Ihrer nun heute angesagten letzten Vorlesung, die ein Versuch des Abschiednehmens von der Universität ist, erlaube ich mir, Ihnen im Namen der Universität öffentlich Dank zu sagen für Ihr Engagement an und für unsere Hochschule.

Abschiedsvorlesungen sind ein guter akademischer Brauch. Sie läuten im Allgemeinen einen neuen Abschnitt im Leben eines Hochschullehrers ein. In diesem Lebensabschnitt erholen sich die Professorinnen und Professoren gemütlich zu Hause vom lebenslangen Schaffen und Wirken...

Wirklich?

Ich bin mir nicht so sicher, dass Sie nun wirklich die Hände in den Schoß legen und den Dingen einfach so ihren Lauf lassen.

Meine sehr verehrten Damen und Herren,
lieber Herr Reinhardt,

ein chinesisches Sprichwort lautet:

„Wenn der Himmel einen Menschen erschaffen hat, muss es für ihn auch eine Aufgabe geben.“

Ich denke – liebe Kollegen und Gäste – der Himmel hat es besonders gut mit Hans-Wolf Reinhardt gemeint, denn er hat ihm unzählige Aufgaben gegeben, die er alle mit Bravour gemeistert hat. Ich wünsche Ihnen, lieber Herr Reinhardt, dass der Himmel noch viele weitere spannende Aufgaben für Sie bereithält.

Auch im Namen des Rektorats wünsche ich Ihnen noch viel Freude, Kraft und Erfolg bei Ihren künftigen Vorhaben und alles erdenklich Gute für Ihren neuen Lebensabschnitt.

Lebenslauf

Hans-Wolf Reinhardt

28.11.1939	geb. in Breslau, Schlesien
1940	Umzug nach Sigmaringen, Hohenzollern
1945 - 1958	Schulbesuch
1958 - 1964	Studium des Bauingenieurwesens an der TH Stuttgart
Januar 1964	Diplomingenieur, Fachrichtung Konstruktiver Ingenieurbau
1964 - 1969	Wissenschaftlicher Mitarbeiter am Lehrstuhl für Baustoffkunde der Universität Stuttgart
1968	Promotion zum Dr.-Ing. zum Thema „Beitrag zur spannungsoptischen Bestimmung instationärer räumlicher Wärmespannungszustände“
1969 - 1970	Forschungsaufenthalt am Illinois Institute of Technology, Chicago, USA
1970 - 1975	Oberassistent und Akad. Rat am Otto-Graf-Institut, Abteilung Lehre
1975 - 1986	Professor für Massivbau, TU Delft, Niederlande
1986 - 1990	Professor für Baustoffe und Bauphysik im Institut für Massivbau, TH Darmstadt
April 1990 bis April 2006	o.Professor für Werkstoffe im Bauwesen, Universität Stuttgart, Direktor der Forschungs- und Materialprüfungsanstalt Baden-Württemberg (FMPA) - Otto-Graf-Institut -, ab Juli 2003 Direktor in der MPA Universität Stuttgart
Auszeichnungen:	09/1996 RILEM Fellow 09/2002 Prof. h.c. von der Universität Dalian, China 07/2004 Dr.-Ing. E.h. von der TU Braunschweig 04/2005 ACI Fellow 09/2006 RILEM Honorary Member

Lebenslauf

Otto Graf

- 15.4.1881 geboren in Vordersteinwald bei Schömburg,
Gemeinde Loßburg, Lkr. Freudenstadt
- bis Herbst 1896 Realschule Stuttgart (Mittlere Reife)
- 1897 - 1899 Mechanikerlehrling bei der Fa. C. Terrot, Stuttgart-
Bad Cannstatt
- 1899 - 1900 Maschinenbauschule Stuttgart
- 1900 - 1901 Maschinentechner in der Maschinenfabrik
Augsburg-Nürnberg, Werk Nürnberg
- 1902 - 1903 Maschinenbauschule Stuttgart
- 1903 Eintritt als Ingenieur in die Materialprüfungsanstalt an
der Königlichen TH Stuttgart
- 1914 - 1918 Teilnahme als Unteroffizier im 1. Weltkrieg
- 1919 zurück in die Materialprüfungsanstalt (MPA) Stuttgart
- 1922 Lehrauftrag für Baustoffkunde und Baustoffprüfung
an der TH Stuttgart
- 1927 Ernennung zum Privatdozenten; Leiter der Abteilung
Bauwesen der MPA Stuttgart
- 1930 a.o. Professor
- 1936 o.Prof. für Baustoffkunde und Materialprüfung des
Bauwesens (neugeschaffene Professur); Umbenen-
nung der Abteilung Bauwesen der MPA in Institut für
Bauforschung und Materialprüfung des Bauwesens,
dessen Direktor Graf wird.
- 1936 - 1937 Studienreisen in die USA, nach Belgien und England
- 1941 Gründung der Bautechnischen Auskunftstelle (heute:
Informationszentrum Raum und Bau) auf Grafs
Initiative
- 1942 Gründung der Deutschen Gesellschaft für
Holzforschung
- 1950 Dr.-Ing. E.h., TH Karlsruhe; Emeritierung
- 1952 Dr.-Ing. E.h., TH München
- 29.4.1956 gestorben in Stuttgart

Die Autoren

Prof. Dr.-Ing. Rolf Elgehausen

Universität Stuttgart

Stv. Direktor des Instituts für Werkstoffe im Bauwesen

Pfaffenwaldring 4, 70569 Stuttgart

Tel. 07 11/6 85-6 33 22 Fax 07 11/6 85-6 33 49

E-Mail: iwb@iwb.uni-stuttgart.de

Prof. Dr.-Ing. Dieter Fritsch

Universität Stuttgart

Direktor des Instituts für Photogrammetrie

Geschwister-Scholl-Str. 24 D, 70174 Stuttgart

Tel. 07 11/6 85-8 33 86 Fax 07 11/6 85-8 32 97

E-Mail: dieter.fritsch@ifp.uni-stuttgart.de

Prof. Dr.-Ing. Christoph Gehlen

Universität Stuttgart

Geschäftsführender Direktor des Instituts für Werkstoffe im Bauwesen

Direktor der Materialprüfungsanstalt Universität Stuttgart

(MPA Stuttgart / Otto-Graf-Institut (FMPA))

Pfaffenwaldring 4, 70569 Stuttgart

Tel. 07 11/6 85-6 33 23 Fax 07 11/6 85-6 76 81

E-Mail: iwb@iwb.uni-stuttgart.de

Prof. Dr. -Ing. Hans-Wolf Reinhardt

Universität Stuttgart

Institut für Werkstoffe im Bauwesen

Pfaffenwaldring 4, 70569 Stuttgart

Tel. 07 11/6 85-6 33 23 Fax 07 11/6 85-6 76 81

E-Mail: reinhardt@iwb.uni-stuttgart.de

Prof. Dr.-Ing. Gerd Thielen

Stv. Sprecher des Deutschen Ausschusses für Stahlbeton (DAfStb)

im DIN Deutsches Institut für Normung e.V.

Burggrafenstr. 6, 10787 Berlin Tiergarten

Tel. 030/2601 2039 Fax 030/2601 1723

E-Mail: dafstb@din.de

„Reden und Aufsätze“

Die Bände 1 bis 38 der Schriftenreihe „Reden und Aufsätze“ erschienen im Zeitraum 1924 bis 1971.

Bd 1 (1926)

Reden, gehalten bei der Übergabe des Rektorats am 2. Mai 1925 und 5. Mai 1926 / Veessenmeyer, E.: Der Anteil der Technischen Hochschulen am Wiederaufbau der deutschen Wirtschaft / Meyer, Th.: Friedrich Vischer und der zweite Teil von Goethes Faust

vergriffen

Bd 2 [1927]

Reden, gehalten bei der Übergabe des Rektorats am 7. Mai 1927 / Schmoll von Eisenwerth, K.: Die Kunst und die Gegenwart

vergriffen

Bd 3 [1928]

Reden, gehalten bei der akademischen Jahresfeier am 5. Mai 1928 / Woernle, R.: Technische Hochschulen und Forschungsstätten in den Vereinigten Staaten von Nordamerika

vergriffen

Bd 4 (1929)

Schmoll von Eisenwerth, K.: Ansprachen des Rektors während der Studienjahre 1927/28 und 1928/29

vergriffen

Bd 5 (1929)

Grammel, R.: Technik und Kultur. Festrede bei der Hundertjahrfeier der Technischen Hochschule Stuttgart im Landestheater am 16. Mai 1929

vergriffen

Bd 6 (1929)

Häbich, Wilhelm: Rationalisierung. Vortrag vor der Vereinigung der Freunde der Technischen Hochschule Stuttgart am 15. Mai 1929 zur Jahrhundertfeier

vergriffen

Bd 7 [1930]

Reden, gehalten bei der Übernahme des Rektorats der Technischen Hochschule am 7. Mai 1930

vergriffen

Bd 8 (1932)

Reden, gehalten bei der Übernahme des Rektorats der Technischen Hochschule am 30. April 1932

Bd 9 (1932)

Pongs, Hermann: Goethe und der junge Mensch. Festrede, gehalten bei der Goethefeier der Technischen Hochschule Stuttgart am 8. Mai 1932

vergriffen

Bd 10 (1935)

Pongs, Hermann: Der Dichter im Reich. Rede, gehalten bei der Reichsgründungsfeier der Technischen Hochschule Stuttgart am 30. Januar 1935

vergriffen

Bd 11 (1935)

Stortz, Wilhelm: Technische Hochschulbildung im alten und neuen Reich : Rede bei der Rektorats-Übernahme der Technischen Hochschule Stuttgart am 5. Juni 1935

vergriffen

Bd 12 (1939)

Stortz, W.: Der Weg der deutschen Technik : 2 Vorträge, gehalten im Rahmen eines Vorlesungsringes über „Die Gesamtentwicklung des 19. Jahrhunderts als Grundlage des Dritten Reiches“

vergriffen

Bd 13 [1938]

Reden bei der Rektoratsübergabe am 19. November 1939

vergriffen

Bd 14 (1946)

Winning, Charles D.: Ansprachen beim Festakt der Technischen Hochschule Stuttgart zur Feier ihrer Wiedereröffnung am 23. Februar 1946

vergriffen

Bd 15 [1948]

Reden, gehalten bei der Übergabe des Rektoramtes am 3. Mai 1948 / Schmitt, O.: Kunstgeschichte im Hochschulunterricht

vergriffen

Bd 16 (1950)

Reden bei der Rektoratsübergabe am 3. Mai 1950

Bd 17 (1951)

Ansprachen anlässlich der Akademischen Trauerfeier für Otto Schmitt : Mittwoch, den 25. Juli 1951

vergriffen

Bd 18 (1952)

Reden bei der Rektoratsübergabe am 31. Oktober 1951

Bd 19 (1953)

Reden bei der Rektoratsübergabe am 4. Mai 1953 / Rudolf Mehmke zum Gedenken

Bd 20 (1954)

Reden im Jahre des 125jährigen Bestehens der Hochschule 1954

Bd 21 (1956)

Reden bei der Rektoratsübergabe am 4. Mai 1955 / Erich Regener zum Gedenken / Carl Pirath zum Gedenken

Bd 22 (1957)

Zum Gedenken an Erwin Marquardt, Otto Graf, Karl Deininger, Alfred Widmaier, Helmut Göring

Bd 23 (1957)

Paul Bonatz zum Gedenken

Bd 24 (1957)

Reden bei der Rektoratsübergabe am 6. Mai 1957

Bd 25 (1958)

Reden bei der Rektoratsübergabe am 2. Mai 1958 / Reden zum 17. Juni 1958 / Wilhelm Häbich zum Gedenken / Ulfert Janssen zum Gedenken

Bd 26 (1959)

Reden bei der Rektoratsübergabe am 2. Mai 1959

Bd 27 (1961)

Reden bei der Rektoratsübergabe am 8. Mai 1961 / Max-Erich Feuchtinger zum Gedenken / Otto Cranz zum Gedenken / Georg Mayer zum Gedenken

Bd 28 (1963)

Zum Gedenken an Otto Cranz, Georg Mayer, Otto May, Erich Siebel, Friedrich Pfeiffer, Hans Graner, Ernst Braun, Dagobert Frey, Hermann Maier-Leibnitz, Günther Schulz

Bd 29 (1963)

Reden bei der Rektoratsübergabe am 2. Mai 1963

Bd 30 (1965)

Spaemann, Robert: Politisches Engagement und Reflexion; Kiesinger, Kurt Georg: Elite in der Demokratie; Gehring, Paul: Die Technische Hochschule Stuttgart. Ein Abriß ihrer Entwicklung

Bd 31 (1965)

Zum Gedenken an Eduard Gottfried Steinke, Alfred Ehrhardt, Karl Bräuer, August Wewerka, Richard Grammel, Kurt Bennewitz / [Mitarb.] Artur Weise.

Bd 32 (1965)

Reden bei der Rektoratsübergabe am 19. Mai 1965

Bd 33 (1967)

Meckelein, Wolfgang: Reden bei der Rektoratsübergabe am 5. Mai 1967. Hans Volkart zum Gedenken, Georg Grube zum Gedenken, Wunibald Kamm zum Gedenken / hrsg. von Jürgen Hering

Bd 34 (1968)

Max Kade zum Gedenken / hrsg. von Jürgen Hering

Bd 35 (1970)

Leonhardt, Fritz: Not und Hoffnung der Universität. Leopold Rothmund zum Gedenken / Arthur Röhnisch u.a. / hrsg. von Jürgen Hering

Bd 36 (1970)

Blenke, Heinz: Dank an den scheidenden Rektor Fritz Leonhard. Vom Werken und Wirken neuer Disziplinen / hrsg. von Jürgen Hering

Bd 37 (1970)

Timm, Bernhard: Die Wechselwirkung in den Beziehungen zwischen Hochschule und Wirtschaft / hrsg. von Jürgen Hering

Bd 38 (1971)

Hanns Voith zum Gedenken / hrsg. von Jürgen Hering

Soweit nicht „vergriffen“, sind Einzelbände auf Bestellung zum Preis von € 3,00 bei der Abteilung Erwerbung Hochschulschriften / Tausch der Universitätsbibliothek erhältlich.

1991 wurde die Reihe fortgeführt:

vergriffen

Bd 39 (1995)

Prof. Dr.-Ing. Karl Heinz Hunken. Prof. Dr. rer. nat. Hartmut Zwicker. Prof. Dr. rer. nat. Franz Effenberger: ihre Rektorate in Reden und Würdigungen / hrsg. von Ulrich Sieber
ISBN 3-926269-15-4

vergriffen

Bd 40 (1991)

Jürgen Giesecke: Umweltforschung mit Schwerpunkt Wasserwirtschaft an der Universität Stuttgart. Vortrag anlässlich der Rektoratsübernahme an der Universität Stuttgart am 31. Oktober 1990
ISBN 3-926269-04-9

Bd 41 (1991)

125 Jahre Institut für Kunstgeschichte, Universität Stuttgart / hrsg. von Johannes Zahlten
ISBN 3-926269-06-5 EUR 13,-

vergriffen

Bd 42 (1992)

Beiträge zur Zeit. Vorträge, gehalten am 8. November 1991 aus Anlaß des 65. Geburtstages von August Nitschke / hrsg. von Herwarth Röttgen
ISBN 3-926269-07-3

Bd 43 (1993)

Käte Hamburger. Reden bei der Akademischen Gedenkfeier der Universität Stuttgart für Frau Prof. Dr. phil. habil. Käte Hamburger am 8. Dezember 1992 / hrsg. von Jürgen Hering
ISBN 3-926269-08-1 EUR 6,-

Bd 44 (1993)

Baukultur und Technikfolgen. Vorträge, gehalten beim Fakultätsabend der Fakultät Bauingenieur- und Vermessungswesen aus Anlaß des 70. Geburtstages von Prof. Dr.-Ing. Volker Hahn / hrsg. von Jürgen Hering
ISBN 3-926269-10-3 EUR 6,-

Bd 45 (1993)

Erstes Stuttgarter Bildungsforum. Reden bei der Veranstaltung der Universität Stuttgart am 18. Juni 1993 / hrsg. von Andreas Reuter
ISBN 3-926269-11-1 EUR 7,-

Bd 46 (1994)

Jürgen Joedicke: Architekturlehre in Stuttgart. Von der Real- und
Gewerbeschule zur Universität

ISBN 3-926269-12-X EUR 9,-

Bd 47 (1994)

Hans L. Merkle. Reden bei der Festveranstaltung aus Anlaß der
Ernennung von Prof. Dr. h. c. Hans L. Merkle zum Ehrenbürger der
Universität Stuttgart; 4. Februar 1994 / hrsg. von Heide Ziegler

ISBN 3-926269-13-8 EUR 7,-

Bd 48 (1996)

Die Borgia zwischen Wissenschaft und Kunst. Ein Kongreß in Schwäbisch
Hall / hrsg. von Marion Hermann-Röttgen

ISBN 3-926269-16-2

vergriffen

Bd 49 (1995)

Artur Fischer. Reden beim Symposium aus Anlaß der Verleihung der
Ehrendoktorwürde (Dr.-Ing. E. h.) an Senator E. h. Prof. Dr. phil. h. c.
Artur Fischer durch die Universität Stuttgart am 9. Dezember 1994 /
hrsg. von Jürgen Hering

ISBN 3-926269-14-6

vergriffen

Bd 50 (2004)

Chul Park. Reden bei der Akademischen Feier aus Anlaß der Verleihung
der Ehrendoktorwürde (Dr.-Ing. E. h.) an Prof. Dr.-Eng. Chul Park durch
die Universität Stuttgart am 5. November 1999 / hrsg. von Ottmar
Pertschi

ISBN 3-926269-50-2 EUR 3,-

Bd 51 (1995)

Zweites Stuttgarter Bildungsforum: Orientierungswissen versus
Verfügungswissen. Die Rolle der Geisteswissenschaften in einer
technologisch orientierten Gesellschaft. Reden bei der Veranstaltung der
Universität Stuttgart am 27. Juni 1994 / hrsg. von Ulrich Engler

ISBN 3-926269-17-0 EUR 6,-

Bd 52 (1996)

Richard von Weizsäcker. Reden bei der Festveranstaltung aus Anlaß
der Ernennung von Dr. Richard von Weizsäcker zum Ehrenbürger der
Universität Stuttgart. 18. Dezember 1995 / hrsg. von Heide Ziegler

ISBN 3-926269-19-7

vergriffen

Bd 53 (1996)

Richard Döcker (1894-1968). Ein Kolloquium zum 100. Geburtstag / hrsg. von Dieter Kimpel und Dietrich Worbs

ISBN 3-926269-20-0 EUR 11,-

Bd 54 (1996)

Mäzene, Stifter und Sponsoren. Symposium anlässlich des 70. Geburtstags von Dr. Dr. h. c. Marcus Bierich. Reden bei der Veranstaltung der Universität Stuttgart am 3. Mai 1996 / hrsg. von Heide Ziegler

ISBN 3-926269-21-9 EUR 8,-

Bd 55 (1996)

Christian Menn. Reden bei der Akademischen Feier aus Anlaß der Verleihung der Ehrendoktorwürde (Dr.-Ing. E. h.) an Prof. Dr. sc. techn. Christian Menn durch die Universität Stuttgart am 2. Februar 1996 / hrsg. von Jürgen Hering

ISBN 3-926269-22-7 EUR 6,-

Bd 56 (2004)

30jähriges Jubiläum des Studiengangs Technische Kybernetik. Reden zum Festakt am 23. Juni 2001 / hrsg. v. Ottmar Pertschi

ISBN 3-926269-56-1 EUR 5,-

Bd 57 (1996)

Günter Pritschow. Reden zur Amtseinführung als Rektor der Universität Stuttgart am 6. November 1996 / hrsg. von Ulrich Sieber

ISBN 3-926269-24-3 EUR 5,-

Bd 58 (1997)

Hideo Nakamura. Reden bei der Akademischen Feier aus Anlaß der Verleihung der Ehrendoktorwürde (Dr.-Ing. E. h.) an Prof. Dr.-Ing. Hideo Nakamura durch die Universität Stuttgart am 24. Oktober 1997 / hrsg. von Ulrich Sieber

ISBN 3-929269-25-1 EUR 5,-

Bd 59 (1998)

Mamoru Kawaguchi. Reden bei der Akademischen Feier aus Anlaß der Verleihung der Ehrendoktorwürde (Dr. Ing. E.h.) an Prof. Dr.-Eng. Mamoru Kawaguchi durch die Universität Stuttgart am 24. Oktober 1997 / hrsg. von Ulrich Sieber

ISBN 3-926269-26-X EUR 5,-

vergriffen

Bd 60 (1999)

Festreden. Ansprachen bei der Feier des sechzigsten Geburtstags von
Rektor Prof. Dr. Günter Pritschow / hrsg. von Ulrich Sieber

ISBN 3-926269-29-4 EUR 6,-

Bd 61 (1999)

Drittes Stuttgarter Bildungsforum. Kolloquium „Ingenieurausbildung im
Umbruch“ am 13. November 1998 / hrsg. von Dieter Fritsch ...

ISBN 3-926269-27-8 EUR 6,-

Bd 62 (2000)

Ehrungen. 1998 und 1999 / Fakultät Bauingenieur- und Vermessungs-
wesen / hrsg. von Ulrich Sieber

ISBN 3-926269-30-8

vergriffen

Bd 63 (2000)

Ortsnamenforschung in Südwestdeutschland. Eine Bilanz. Fest-
kolloquium anlässlich des 65. Geburtstages von Dr. Lutz Reichardt am
10. Dezember 1999 / hrsg. von Ulrich Sieber

ISBN 3-926269-31-6 EUR 6,-

Bd 64 (2000)

Zum Gedenken an Max Bense. Reden und Texte an seinem 90.
Geburtstag / hrsg. von Ulrich Sieber

ISBN 3-926269-32-4 EUR 6,-

Bd 65 (2003)

Norbert Conrads: Die Abdankung Kaiser Karls V. Abschiedsvorlesung
gehalten am 23. Juli 2003 in der Universität Stuttgart / hrsg. von Ulrich
Sieber

ISBN 3-926269-33-2 EUR 5,-

Bd 66 (2004)

Hermann Schmalzried. Reden anlässlich der Verleihung der Ehrenpromotion
(Dr. rer. nat. E. h.) an Prof. Dr. rer. nat. Hermann Schmalzried / hrsg. von
Ottmar Pertschi

ISBN 3-926269-66-9 EUR 3,-

Bd 67 (2005)

175-jähriges Jubiläum der Universität Stuttgart. Reden anlässlich des
Festakts am 9. Juli 2004 / hrsg. von Prof. Dr.-Ing. Dieter Fritsch

ISBN 3-926269-67-7 EUR 3,-

Bd 68 (2005)

Suzanne Mubarak. Reden anlässlich der Ernennung zur Ehrenbürgerin der Universität Stuttgart am 26. November 2004 / hrsg. von Prof. Dr.-Ing.

Dieter Fritsch

ISBN 3-926269-68-5 EUR 5,-

Bd 69 (2005)

Geschichte und Buch - Festkolloquium aus Anlaß des 65. Geburtstages von Herrn Bibliotheksdirektor Dr. Ulrich Sieber / hrsg. von Ottmar

Pertschi

ISBN 3-926269-69-3 EUR 3,-

Bd 70 (2005)

Manfred Rommel : Reden anlässlich der Ernennung zum Ehrenbürger der Universität Stuttgart am 18. Mai 2005 / hrsg. von Prof. Dr.-Ing. Dieter

Fritsch

ISBN 3-926269-70-7 EUR 5,-

Bd 71 (2006)

Zum Gedenken an Otto Graf, universeller Bauforscher in Stuttgart. Abschiedsvorlesung von Prof. Dr.-Ing. H.-W. Reinhardt am 4. Juli 2006 /

hrsg. von Ottmar Pertschi

ISBN 3-926269-71-5 EUR 5,-

Bd 72 (2006)

Festakt zur Übergabe des Kanzleramtes an der Universität Stuttgart am Freitag, dem 2. Dezember 2005 / hrsg. von Ottmar Pertschi

ISBN 3-926269-72-3 EUR 3,-

Bd 73 (2006)

Verabschiedung von Herrn Prof. Dr. Stürner am 13. Februar 2006 / hrsg. von Ottmar Pertschi

ISBN 3-926269-73-1 EUR 3,-

Soweit nicht „vergriffen“, sind Einzelbände im Barverkauf an der Leihstelle der Universitätsbibliothek (Stadtmitte, 1. Stock) oder auf Bestellung bei der Abteilung Erwerbung Hochschulschriften / Tausch der Universitätsbibliothek (Stadtmitte, EG) erhältlich.



<http://www.uni-stuttgart.de>