

# Generalbericht

Autor(en): **Stüssi, F.**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **IABSE congress report = Rapport du congrès AIPC = IVBH  
Kongressbericht**

Band (Jahr): **6 (1960)**

PDF erstellt am: **14.08.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-6938>

## **Nutzungsbedingungen**

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

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

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

## **Haftungsausschluss**

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

# **Questions générales - Allgemeine Fragen - General Questions**

## **I**

### **Bases du dimensionnement Grundlagen der Bemessung Basis of Structural Design**

#### **I a**

##### **Les propriétés des matériaux Die maßgebenden Festigkeitseigenschaften der Baustoffe Properties of Materials**

#### **I b**

##### **Développement des méthodes de calcul Entwicklung der Berechnungsmethoden Development of Methods of Calculation**

## **Generalbericht**

**F. STÜSSI**  
Prof. Dr., Zürich

In der ersten Arbeitssitzung sollen grundlegende Fragen besprochen werden, die sowohl den Stahlbau wie den Massivbau betreffen, Fragen also, die für die Bemessung von Tragwerken aus Stahl und Leichtmetall einerseits wie aus Stahlbeton und vorgespanntem Beton andererseits maßgebend sind. Nach dem Beschluß des Ständigen Ausschusses vom 2. September 1958 in Istanbul soll sich die Diskussion auf die für die Bemessung maßgebenden Baustoffeigenschaften, in erster Linie also auf Festigkeit und Verformung, sowie auf die Entwicklung der Berechnungsmethoden beziehen. Der Vorbericht enthält 16 Beiträge zum Thema I. Die Durchsicht dieser Beiträge zeigt, daß es nicht einfach ist, eine klare Trennungslinie zwischen den beiden Themen Ia und Ib zu ziehen, und zwar deshalb, weil zwischen Materialeigenschaften und Bemessung oft enge Wechselbeziehungen bestehen. Der Entscheid über die Einreihung einzelner Beiträge war deshalb eine Ermessensfrage; wir haben versucht, die Beiträge so zu ordnen, daß sich dadurch eine brauchbare Gliederung für eine fruchtbare Diskussion an der Arbeitssitzung selbst ergibt.

### Thema Ia: Baustoffeigenschaften

Mit einer Ausnahme beschäftigen sich die Beiträge des Vorberichtes zu diesem Thema mit dem Verhalten des Materials unter oft wiederholter oder unter langdauernder Belastung; sie zeigen damit deutlich die heute vorherrschende Tendenz, der Bemessung von Tragwerken nicht nur die Ergebnisse von kurzfristigen Laboratoriumsversuchen, sondern das wirkliche Verhalten der Baustoffe im langdauernden Betrieb unter veränderlichen Belastungen zu Grunde zu legen. Es handelt sich hier um Langzeitvorgänge, zu deren Erfassung ein Langzeitgesetz benötigt wird. Dabei stehen im besonderen folgende Fragen im Vordergrund:

Ermüdung unter oft wiederholter Belastung;  
Festigkeit unter langdauernder Belastung;  
Spannungsverlauf bei verhinderter Verformung im Laufe der Zeit (Relaxation);  
Kriechen bei gleichbleibender Belastung;  
Schwinden von Beton  
oder Kombinationen dieser Einzelwirkungen.

Es ist Aufgabe einer *verallgemeinerten Theorie der Dauerfestigkeit*, alle diese Teilprobleme zu erfassen und das Verhalten des Baustoffes durch eine möglichst kleine Zahl von Kennziffern zutreffend zu umschreiben. Eine solche Theorie muß sich auf ein möglichst allgemein gültiges Langzeitgesetz stützen können.

An dieses Langzeitgesetz sind die folgenden Anforderungen zu stellen:

Es muß das Materialverhalten zutreffend durch eine möglichst kleine Zahl von Kennziffern wiedergeben, d. h. es muß seinem Charakter nach dem grundsätzlichen Verlauf des Materialverhaltens entsprechen; dazu gehört insbesondere ein stetiger und möglichst «natürlicher» Verlauf vom Anfangswert bis zum asymptotischen Endwert der darzustellenden Spannungs- oder Verformungsgröße. Ferner ist ein möglichst einfacher Aufbau des Ansatzes erwünscht, der eine einfache Auswertung von Versuchsergebnissen erlauben soll.

Grundsätzlich sind verschiedene Ansätze für ein solches Langzeitgesetz denkbar. Auf Grund einer eingehenden Beschäftigung mit solchen Langzeitvorgängen bin ich zur Überzeugung gelangt, daß das Gesetz, das ich vor einiger Zeit für die Erfassung der sogenannten Wöhlerkurve der Wechselfestigkeit vorgeschlagen habe<sup>1)</sup>, als allgemeines Langzeitgesetz betrachtet werden darf. Der Verlauf einer solchen Wöhlerkurve  $\sigma_w$  ist in Fig. 1 links in

---

<sup>1)</sup> F. Stüssi: Die Theorie der Dauerfestigkeit und die Versuche von August Wöhler. Mitteilungen der T. K. V. S. B., Nr. 13, Zürich 1955.

Funktion der Lastwechselzahl  $n$ , rechts mit logarithmischen Abszissen  $i = \log n$  dargestellt; für diese Kurve soll der Ansatz

$$\sigma = \frac{\sigma_0 + f \sigma_a}{1 + f} \tag{1}$$

gelten, in dem  $\sigma_0$  den Anfangswert,  $\sigma_a$  den asymptotischen Endwert und  $f$  die zu bestimmende «Ermüdungsfunktion» bedeutet. Aus der Auswertung aller mir zugänglichen Versuche zeigt sich mit überzeugender Deutlichkeit, daß der Wert

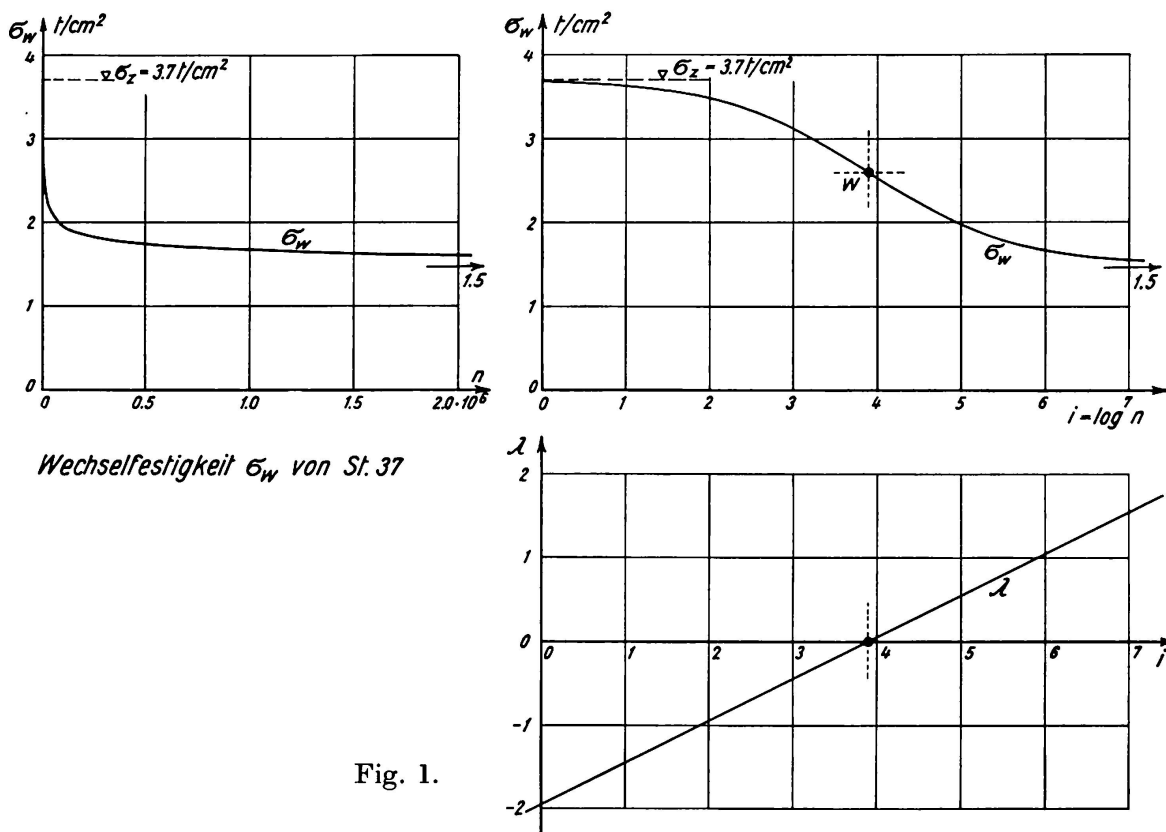
$$\lambda = \log f = \log \frac{\sigma_0 - \sigma}{\sigma - \sigma_a}$$

über den Abszissen  $i$  aufgetragen, geradlinig verläuft; es ist somit

$$\lambda = p i + \lambda_0 \tag{2}$$

oder

$$f = f_0 n^p = a^\lambda. \tag{2a}$$



Wechselfestigkeit  $\sigma_w$  von St. 37

Fig. 1.

Damit kann Gleichung (1) auch in der Form

$$\sigma = \frac{\sigma_0 + a^\lambda \sigma_a}{1 + a^\lambda} = \frac{a^{-\lambda} \sigma_0 + \sigma_a}{1 + a^{-\lambda}} \tag{1a}$$

geschrieben werden. Die Kurve  $\sigma - i$  ist punktsymmetrisch zum Wendepunkt  $W$  mit  $\lambda=0$ ,  $\sigma = (\sigma_0 + \sigma_a)/2$ .

Um die Ermüdungsfestigkeit eines Baustoffes bei konstanter Temperatur vollständig zu erfassen, benötigen wir, außer der Wechselfestigkeit  $\sigma_w$ , auch die Schwingungsaussschläge  $\Delta\sigma$  für eine bestimmte mittlere Spannung  $\sigma_m$ , wobei die Bezeichnungen

$$\Delta\sigma = \frac{\sigma_{max} - \sigma_{min}}{2}, \quad \sigma_m = \frac{\sigma_{max} + \sigma_{min}}{2}$$

gelten. Das Wertepaar  $\Delta\sigma, \sigma_m$  wird durch die Kriechinvariante  $\kappa^2$ ,

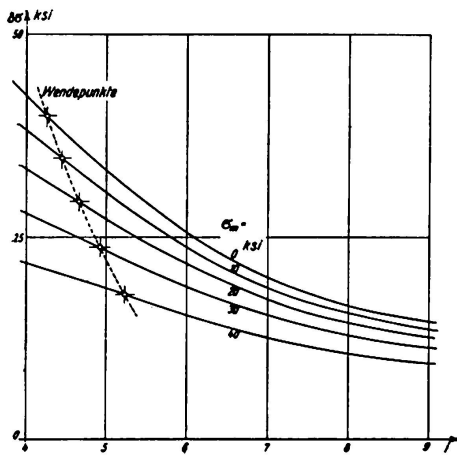
$$\kappa^2 = \frac{\sigma_{0Z}(\sigma_{0Z} - \sigma_m)(\sigma_w - \Delta\sigma) - \sigma_m \sigma_w \Delta\sigma}{\sigma_m - \sigma_w + \Delta\sigma}, \quad (3)$$

auf die Wechselfestigkeit  $\sigma_w$  bei gleicher Lastwechselzahl  $n$  zurückgeführt<sup>2)</sup>.  $\kappa^2$  ist somit unabhängig von der Lastwechselzahl und auch von der Wahl des Abszissenursprunges  $\sigma_m$ ; es ist somit für gegebene Temperatur eine Materialkonstante. Für normalen Baustahl bei Raumtemperatur verschwindet  $\kappa^2$ ,  $\kappa^2 = 0$ ; dagegen ist für die bisher untersuchten Aluminiumlegierungen  $\kappa^2 > 0$ , was bedeutet, daß die Zugfestigkeit  $\sigma_Z$ ,

$$\sigma_Z = \sigma_m \quad \text{für} \quad \Delta\sigma = 0,$$

von der Lastwechselzahl bzw. von der Belastungsdauer abhängig wird. Mit den Abkürzungen

$$c_1 = \frac{\sigma_{0Z} \sigma_w + \kappa^2}{\sigma_{0Z}^2 + \kappa^2}, \quad c_2 = \frac{\sigma_{0Z} - \sigma_w}{\sigma_{0Z}^2 + \kappa^2}$$

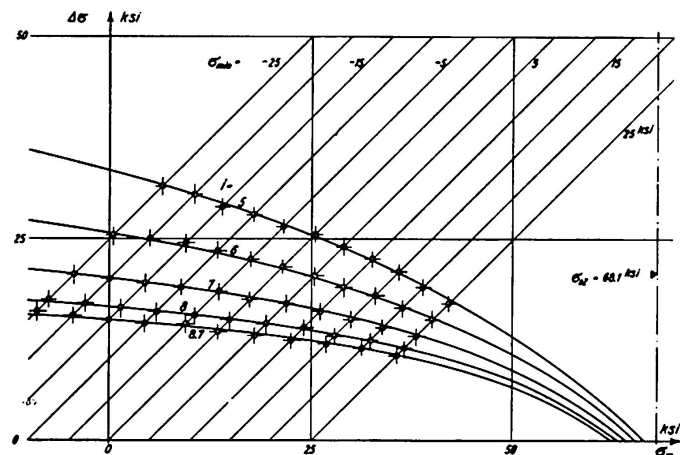


Langzeitgesetz:  $\Delta\sigma = \frac{\Delta\sigma_0 + a\lambda \Delta\sigma_a}{1 + a\lambda}$

$$\sigma_{0Z} = 68,1 \text{ ksi}, \quad \sigma_{aw} = 12,1 \text{ ksi}$$

$$\lambda_w = 0,284 i - 1,210$$

Fig. 2a.



Invariante  $\kappa^2 = 122 \text{ ksi}^2$ :  $\Delta\sigma = \frac{\sigma_w - c_1 \sigma_m}{1 - c_2 \sigma_m}$

ϕ-Werte nach Alcoa Structural Handbook 1945,  
14S-T, 17S-T, 24S-T

Fig. 2b.

<sup>2)</sup> F. STÜSSI: Theory and Test results on the fatigue of metals. Journal of the Structural Division, Proceedings A.S.C.E., Oct. 1959. (Joint-meeting A.S.C.E.-I.A.B.S.E., New York, Oct. 1958.)

ergibt Gleichung (3) den Zusammenhang

$$\Delta \sigma = \frac{\sigma_w - c_1 \sigma_m}{1 - c_2 \sigma_m} \quad (4)$$

Es ist bemerkenswert, daß die Werte  $\Delta \sigma$  bei konstanter Mittelspannung  $\sigma_m$  ebenfalls dem Langzeitgesetz nach den Gleichungen (1) und (2) mit gleichem Wert von  $p$  wie die Wechselfestigkeit gehorchen, wobei der Ermüdungsfaktor  $f_m$  den Wert

$$f_m = f_w \left( 1 - \frac{\sigma_0 z - \sigma_{aw}}{\sigma_0^2 z + \kappa^2} \sigma_m \right) = f_w (1 - c_{2a} \sigma_m)$$

besitzt. Diese Grundzüge einer Theorie der Dauerfestigkeit für den glatten Stab sind in Fig. 2 mit den im Alcoa Structural Handbook, 1945, angegebenen Dauerfestigkeitswerten der Legierungen 14S-T, 17S-T, 24S-T verglichen. Auf besondere Einflüsse, wie Kerbwirkungen, Kaltverformung usw., soll später eingetreten werden.

Auf die gute Übereinstimmung des Langzeitgesetzes Gleichungen (1) und (2) mit der Zeitstandfestigkeit von Stählen bei hoher Temperatur<sup>3)</sup> und mit der Relaxation von Stahldrähten<sup>4)</sup> ist an anderer Stelle hingewiesen worden; bei diesen Vorgängen tritt die Zeit  $t$  an Stelle der Lastwechselzahl  $n$  und es ist somit  $i = \log t$ . Auf den Vergleich mit Kriechversuchen werden wir zurückkommen.

\* \* \*

Es kann sich hier nicht darum handeln, die Beiträge des Vorberichtes im einzelnen zu besprechen und zu analysieren. Wir beschränken uns hier darauf, auf einzelne Fragen hinzuweisen, über die eine Diskussion an der ersten Arbeitssitzung besonders erwünscht erscheint.

A. M. FREUDENTHAL zieht aus Ermüdungsversuchen an einem hochfesten Stahl SAE 4340 unter veränderlichen Spannungswerten die Folgerung, daß eine zuverlässige Ermüdungsgrenze  $\sigma_{aw}$  nur für Versuche mit konstanter Spannungsamplitude, nicht aber für veränderliche Spannungen in einem Spannungsspektrum existiere. Die drei Versuchsreihen sind nach einem klaren und logisch konzipierten Versuchsprogramm unter Biegewechselbeanspruchung («rotating beam») durchgeführt worden; die Lastwechselzahl für die höheren Spannungswerte konnte durch Weglassen einer unter der (geschätzten) Dauerfestigkeitsgrenze liegenden Spannungsstufe auf das drei- bis fünffache vergrößert werden.

Dieses Ergebnis ist von großer und grundsätzlicher Tragweite für die Konzeption des Dauerfestigkeitsproblems mit einer asymptotischen unteren Grenze und es muß, bevor es als allgemein gültig angesehen werden kann,

<sup>3)</sup> W. STAUFFER und A. KELLER: Anwendung der Dauerfestigkeitstheorie von F. Stüssi auf die Ergebnisse von Zeitstandversuchen. Archiv Eisenhüttenwesen 1958, Heft 7.

<sup>4)</sup> F. STÜSSI: Zur Relaxation von Stahldrähten. Abh. I. V. B. H., Band 19, Zürich 1959.

sorgfältig überprüft werden. Dabei ist in erster Linie die Frage zu stellen, ob bei den mitgeteilten Versuchen nicht gewisse Besonderheiten oder zusätzliche Einflüsse die Ursache des unerwarteten Ergebnisses sein können, das damit den Anspruch auf Allgemeingültigkeit verlieren würde.

Eine solche mögliche Störung besteht nun aber bei hohen Beanspruchungen durch Kaltverformung, deren Einfluß sich in einer Erhöhung der Ermüdungsfestigkeit bei kleineren Lastwechselzahlen (bis zu 100 000 Lastwechseln und darüber) äußern kann<sup>2)</sup>. Da bei den Versuchen von A. M. FREUDENTHAL die höchste Spannung des Spektrums bei 85% der statischen Zugfestigkeit lag, ist bei den Versuchen mit kleineren Lastwechselzahlen ein solcher Kaltverformungseinfluß möglich.

Auf Grund dieser Überlegungen habe ich einige erste Parallelversuche an gelochten Probestäben der «Legierung Z» (einer Probelegierung auf Basis Al-Zn) der Aluminium-Industrie-Aktiengesellschaft (Schweiz) durchgeführt (Mitarbeiter E. Peter), bei denen die kleinste der vier Beanspruchungsstufen praktisch mit der berechneten unteren Grenzfestigkeit  $\sigma_{aw} = 0,55 \text{ t/cm}^2$  zusammenfiel, während die höchste Stufe der Festigkeit bei mindestens 100 000 Lastwechseln entsprach. Fig. 3 zeigt die Grundversuche mit je konstanter

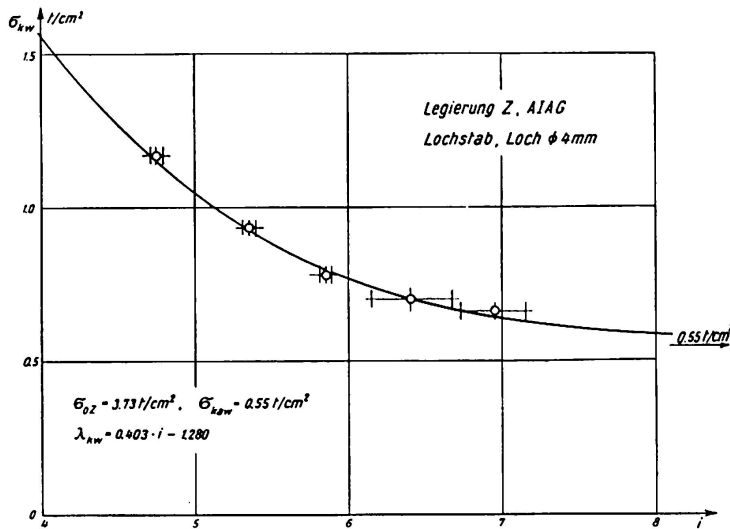


Fig. 3.

Spannung  $\sigma_w$ , durchgeführt mit einem Hochfrequenzpulsator Bauart Amsler und die daraus berechnete Kurve der Wechselfestigkeit  $\sigma_w$ . In der nachstehenden Tabelle sind die Ergebnisse der drei Programmversuche mit dem Minimum, dem Maximum und dem Mittelwert aus je vier Einzelversuchen zusammengestellt. Das Ergebnis der Versuche von A. M. FREUDENTHAL wird somit nicht bestätigt.

Je in der letzten Kolonne sind die berechneten Lastwechselzahlen angegeben, die nach dem Theorem von MILTON A. MINER<sup>5)</sup>,

$$\sum \frac{\Delta n_i}{n_i} = 1,$$

zu erwarten waren;  $\Delta n_i$  bedeutet die Anzahl Lastwechsel des Programmversuches für die Spannungsstufe  $\sigma_i$ , während mit  $n_i$  die Lastwechselzahl bezeich-

<sup>5)</sup> MILTON A. MINER: Cumulative Damage in Fatigue. Journal of Applied Mechanics, Sept. 1945.

Pro-gramm	$\sigma_w$ t/cm <sup>2</sup>	$n$	$\Delta n$ min.	$\Delta n$ max.	$\Delta n$ mittel	$\Delta n$ berechnet
I	0,935	205,3	80	120	102,5	101,1
	0,818	558,6	160	230	197,5	194,7
	0,701	2557	331	480	412,8	406,9
	0,546	$\infty$	775	1126	971,3	(957,6)
II	0,935	205,3	70	130	92,5	99,7
	0,818	558,6	130	260	182,3	196,6
	0,701	2557	285	547	384,8	414,9
III	0,935	205,3	85	160	118,8	113,5
	0,818	558,6	194	341	261,5	249,9
		$\cdot 10^3$	$\cdot 10^3$	$\cdot 10^3$	$\cdot 10^3$	$\cdot 10^3$

net ist, die für konstante Spannungsgrenzen  $\sigma_i$  zum Bruch führt. Die Übereinstimmung zwischen Versuch und Rechnung ist mit Rücksicht auf die unvermeidlichen Streuungen durchaus gut.

Es ist zu erwarten, daß die Aussprache am Kongreß diese grundlegend wichtige Frage einer Abklärung annähern wird.

Über Ermüdungsversuche an Bewehrungsstählen berichtet G. REHM. Um den wirklichen Arbeitsbedingungen bei den Versuchen möglichst nahe zu kommen, wurden die Stähle in kurzen Betonbalken einbetoniert. Der Unterschied der Dauerfestigkeiten bei Ursprungsbelastung und  $2 \cdot 10^6$  Lastwechseln zwischen freien, geraden und einbetonierten Stäben ist überraschend groß; dagegen liegt der Festigkeitsabfall von gerippten gegenüber glatten Stäben im Rahmen des Erwarteten. Der Vorschlag, die Schwingungsweite  $\Delta \sigma$  als Materialkennziffer der Dauerfestigkeit einzuführen, ist dagegen kaum annehmbar, da die Schwingungsweite  $\Delta \sigma$  mit zunehmender Mittelspannung  $\sigma_m$  abnimmt; dagegen ist das Materialverhalten durch die Wechselfestigkeit  $\sigma_w$  gekennzeichnet.

D. D. VASARHELYI zeigt an seinen Versuchen mit gekerbten Stäben, daß bei tiefer Temperatur  $-50^\circ\text{F}$  ( $-46^\circ\text{C}$ ) nicht nur die Fließgrenze und die Zugfestigkeit, sondern auch die Ermüdungsfestigkeit (wenigstens bei größeren Kerbradien) von normalem Baustahl ASTM A-7 deutlich höher liegen als bei Raumtemperatur von  $70^\circ\text{F}$  ( $21^\circ\text{C}$ ). Die systematische Weiterführung dieser Versuche ist erwünscht.

T. C. HANSEN hat den Einfluß der Raumfeuchtigkeit auf das Kriechen und Schwinden von Beton untersucht. Beobachtet wurden für das Kriechen die Durchbiegungen von durch ein konstantes Moment belasteten Probekörpern.

Aus der Fig. 2 seines Beitrages sind die Kurven für die Kriechdurchbiegungen  $\eta$  bei 50%, 60% und 70% Raumfeuchtigkeit und gleicher Randspannung von  $32\text{ kg/cm}^2$  mit dem Langzeitgesetz nach Gleichung (1) verglichen worden; dieser Vergleich ist in Fig. 4 aufgetragen. Es lag hier nahe, diese



Kriechkurven auch mit dem von F. DISCHINGER<sup>6)</sup> angegebenen Kriechgesetz

$$\eta = \eta_a (1 - e^{-ct})$$

zu vergleichen; die Konstanten  $\eta_a$  und  $c$  wurden aus den Kriechwerten nach 10 und 100 Tagen für die Raumfeuchtigkeiten 50% und 70% ermittelt. Die damit berechneten Kurven sind in Fig. 5 mit den entsprechenden Kurven der Fig. 4, nach unserm Langzeitgesetz berechnet, verglichen. Es zeigt sich deutlich, daß ein solches Kriechgesetz mit  $1 - e^{-\varphi}$  dem Charakter des Kriech-

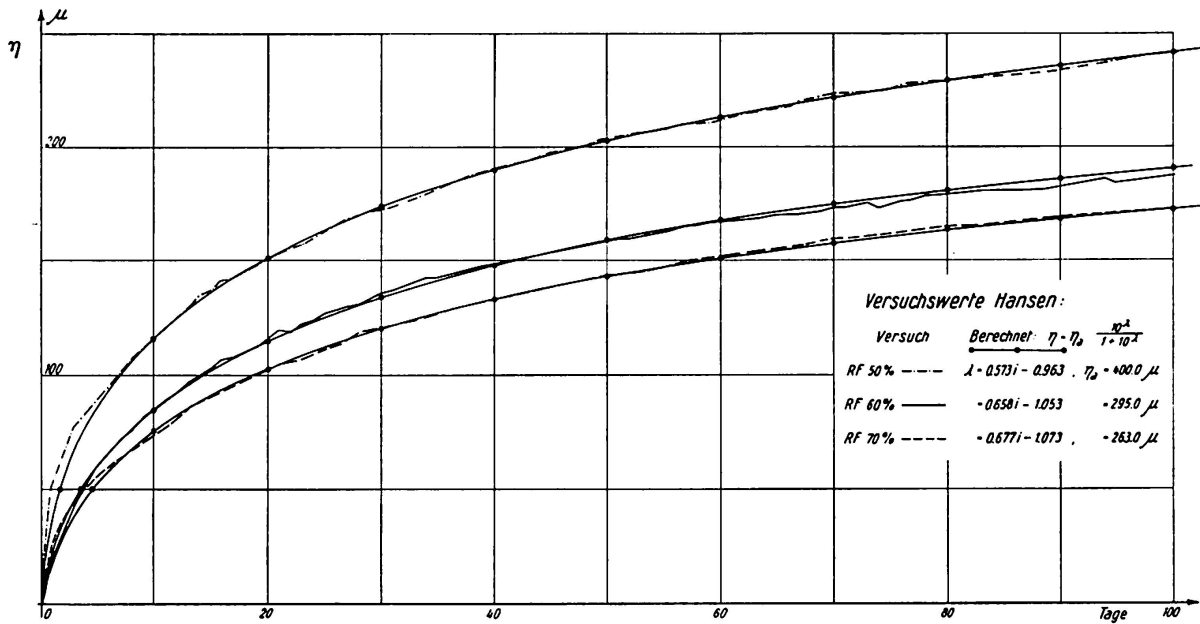


Fig. 4.

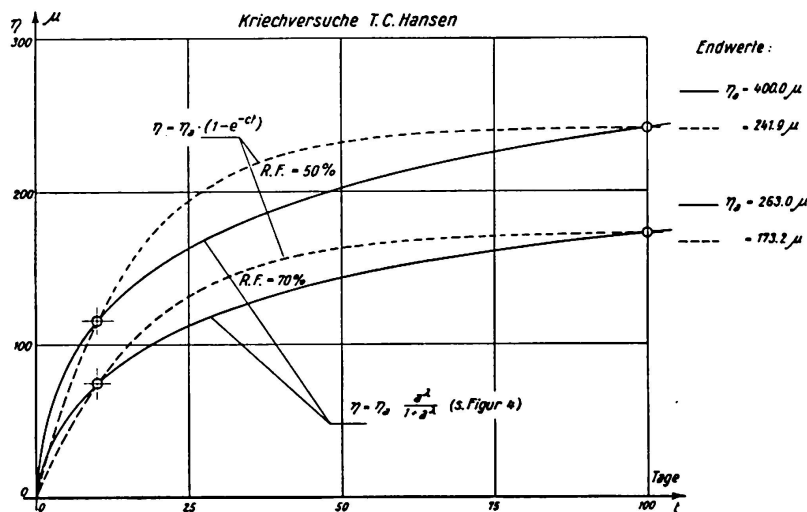


Fig. 5.

<sup>6)</sup> F. DISCHINGER: Massivbau. Taschenbuch für Bauingenieure, herausgegeben von F. Schleicher. 2. Auflage, 1955, S. 766, Band I.

vorganges nicht entspricht. Dies ist deshalb wichtig, weil die Bestimmung des Kriechendwertes  $\eta_a$ , als Extrapolation über den Versuchsbereich hinaus, nicht mehr zutreffend möglich wird, weil sie von den für die Konstantenbestimmung gewählten Versuchswerten stark abhängig ist.

Es ist nun allerdings möglich, die Dischingersche Kriechformel in der Form

$$\eta = \sum \eta_{ia} (1 - e^{-c_i t})$$

zu verallgemeinern, wie dies grundsätzlich das von A. M. FREUDENTHAL und F. ROLL<sup>7)</sup> vorgeschlagene Kriechgesetz tut. Damit gelingt es, die Kriechkurve innerhalb des Versuchsbereiches den Versuchswerten besser anzupassen; ob aber dadurch die Extrapolation auf den Endwert  $\eta_a$  genügend zuverlässig wird, bleibt zu untersuchen.

ST. SORETZ beschreibt den Einfluß der Erhärtingsbedingungen auf die Verformungen von Beton unter langdauernder Belastung. Auch wird der Einfluß des Verbundes zwischen Bewehrung und Beton auf diese Verformungen untersucht.

Der Bericht von J. TAUB und A. M. NEVILLE über die Schubfestigkeit von Betonbalken unter statischer Last zeigt, daß die Art der Lastübertragung (direkt oder durch anbetonierte Querträger) von geringem Einfluß ist.

### **Thema Ib: Entwicklung der Berechnungsmethoden**

Bei der Wahl dieses Unterthemas erwartete man eine Fortsetzung der Diskussion derjenigen Fragen, die unser früherer Generalsekretär, Prof. Dr. PIERRE LARDY, in seinem Generalreferat zu Thema II des Kongresses 1952 in Cambridge-London umfassend dargestellt hatte. Sein damaliges Generalreferat bleibt auch heute noch in vollem Umfang aktuell; nach wie vor handelt es sich bei der Entwicklung der Berechnungsmethoden, den analytischen und den numerischen sowie den Methoden der experimentellen Statik, stets darum, das Kräftespiel in unseren Tragwerken mit genügender Schärfe und Zuverlässigkeit zu erfassen. Trotzdem kein Beitrag zu diesem grundsätzlichen Fragenkomplex (wenigstens nicht im Sinne des erwähnten Generalreferates von Prof. Dr. P. LARDY) eingegangen ist, ist eine Diskussion über die wesentlichen Hauptlinien der Entwicklung der Berechnungsmethoden am Kongreß selber erwünscht.

Im Sinne dieser Überlegungen stellen die Beiträge des Vorberichtes einzelne Bausteine zum gestellten Thema dar, indem sie eher Einzelfragen als grundsätzliche Zusammenhänge behandeln.

Der Beitrag von R. F. LEGGET und W. R. SCHRIEVER ist ein instruktives

---

<sup>7)</sup> A. M. FREUDENTHAL and F. ROLL: Creep and Creep Recovery of Concrete under High Compressive Stress. Journal of the American Concrete Institute, June 1958.

Beispiel dafür, wie wichtig die zutreffende Erfassung der äußeren Lasten der Bauwerke ist. Es dürfte von allgemeinem Interesse sein, die dargestellten Untersuchungen über die regionale Verschiedenheit der in Kanada einzuführenden Schneelasten mit den entsprechenden Werten anderer Länder zu vergleichen. Die Vorstellung, daß stets noch eine wenn auch kleine Wahrscheinlichkeit eines Einsturzes für unsere Tragwerke bestehe, ist für den Konstrukteur mit seiner großen Verantwortung für Menschenleben und Sachwerte untragbar. Einstürze sind, mit den wenigen Ausnahmen der höheren Gewalt, stets durch menschliche Unzulänglichkeit, d. h. durch Nichtwissen oder begangene Fehler verursacht. Die gegebenen Häufigkeitskurven für Belastung und Tragfähigkeit schneiden sich in der «Zone der menschlichen Unzulänglichkeit» (Fig. 6), die durch die erforderliche Sorgfalt in Projekt und Ausführung vermieden werden muß.

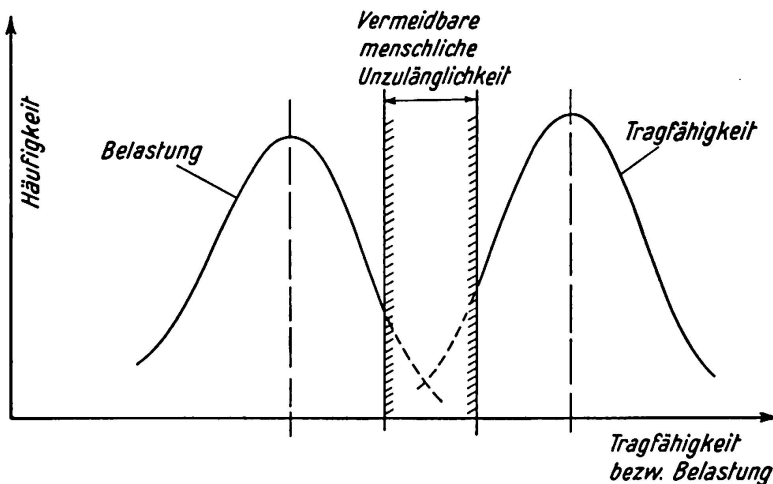


Fig. 6.

I. I. CASEI berichtet über die theoretischen und versuchstechnischen Untersuchungen von dynamischen Wirkungen bewegter Lasten auf Eisenbahnbrücken in der UdSSR, die nicht nur von der Art des Tragwerks, sondern ebenso auch vom Rollmaterial und vom Oberbau abhängig sind. Diese Ergebnisse sind als Beiträge zum internationalen Erfahrungsaustausch erwünscht.

Ch. MASSONNET und P. MOENAERT haben etwa 1500 Ergebnisse von Bruchversuchen an Stahlbetonbalken mit der rechnerischen Bestimmung des Bruchmomentes mit verschiedener Verteilung der Betondruckspannungen verglichen. Wird diese Verteilung der Wirklichkeit entsprechend eingeführt, so ist im Mittel eine gute Übereinstimmung zwischen Versuch und Rechnung vorhanden.

W. WIERZBICKI wendet seine halbprobabilistische Methode auf die Berechnung einer Eisenbahnbrücke aus Stahl an. Die einzelnen «Unsicherheitseinflüsse» werden aufgezeigt. Ziel der Untersuchung ist, genügende Sicherheit (z. B. gegen Erreichen der Fließgrenze) mit verbesserter Wirtschaftlichkeit vereinigen zu können.

Der Beitrag von G. HERRMANN zeigt die Anwendung von Energiemethoden

auf Wärmewirkungen und entspricht damit einem Bedürfnis der neueren Entwicklung des Bauwesens beim Reaktorbau.

B. GILG skizziert die Entwicklung der Berechnung von Bogenstaumauern und weist darauf hin, daß bei der Kompliziertheit der hier vorliegenden Formen eine geschlossene analytische Lösung nicht möglich ist.

L. G. BOOTH und P. B. MORICE zeigen, ausgehend von einer Darstellung der mathematischen Grundlagen, die Durchführung der Berechnung von Spannungen und Formänderungen einer zylindrischen Schale mit Hilfe einer elektronischen Rechenmaschine (Ferranti-Pegasus). Die Bedeutung dieses leistungsfähigen Hilfsmittels ist auch im Bauwesen steigend.

A. YLINEN und A. ESKOLA stellen die Anwendung der virtuellen Verschiebungen und des Prinzips vom Minimum der Ergänzungsenergie auf die Berechnung von statisch unbestimmten Fachwerken dar, wenn der Baustoff dem Hooke'schen Gesetz nicht gehorcht. Für das Spannungsdehnungsdiagramm wird ein analytischer Ansatz vorgeschlagen.

A. HILLERBORG unterscheidet bei der Plastizitätstheorie für Platten aus Stahlbeton zwischen der Fließlinientheorie und der Gleichgewichtstheorie, von denen die letztere die größere Sicherheit aufweist. Er weist auch auf die einschränkenden Bedingungen hin, die die schwedischen Bauvorschriften für die Anwendung solcher Berechnungen nach der Plastizitätstheorie enthalten.

L. A. SCIPIO untersucht das Verhalten von dünnen Rotationsschalen aus viscoelastischem Material unter konstantem Normaldruck. Unter bestimmten Voraussetzungen ergeben sich gleiche Beanspruchungen wie nach der Elastizitätstheorie, während sich die Verformungen um einen von der Zeit abhängigen Kriechfaktor unterscheiden.

## General Report

In the first working sessions, basic problems are to be discussed which concern both structural steelwork and reinforced concrete structures, and which are consequently problems of decisive importance for the design of engineering works constructed on the one hand, of steel and light metals and, on the other, of reinforced concrete and prestressed concrete. In accordance with the resolution of the Permanent Committee of 2nd September 1958 at Istanbul, the discussion is to have reference to those characteristics of structural materials that are of decisive importance for design purposes; and here, in the first place, strength and deformation, as well as the development of methods of calculation, are to be considered. The Preliminary Publication comprises 16 contributions to Theme I. An examination of these contributions shows that it is not a simple matter to draw a clear line of demarcation between the