

Zur Theorie der Dauerfestigkeit

Autor(en): **Stüssi, Fritz**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **IABSE publications = Mémoires AIPC = IVBH Abhandlungen**

Band (Jahr): **14 (1954)**

PDF erstellt am: **28.06.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-13948>

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.

Zur Theorie der Dauerfestigkeit

On the theory of fatigue strength

Sur la théorie de la résistance à la fatigue

Prof. Dr. FRITZ STRÜSSI, Präsident der IVBH, ETH, Zürich

1. Gegenstand

Ich habe kürzlich den Versuch einer Theorie der Dauerfestigkeit¹⁾ vorgelegt mit dem Ziel, den Zusammenhang zwischen der halben Schwingungsweite, $\Delta\sigma$, und der mittleren Spannung σ_m ,

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

in allgemeiner Form zu erfassen; dabei wurde dieser gesuchte Zusammenhang $\Delta\sigma - \sigma_m$ auf einen negativen Wert von σ_m , also auf einen zum Verlauf der Abszissen σ_m exzentrischen Koordinatenursprung orientiert. In dieser verschobenen Koordinatenaxe habe ich eine Art von Symmetrieaxe vermutet, von der aus durch spiegelbildliche Umklappung eine einheitliche Erfassung von Zug- und Druckbereich der Dauerfestigkeit hätte möglich sein können. Die Vermutung einer solchen Symmetrie hat sich nun nicht bestätigt; aus einer Zusammenstellung der Ursprungsfestigkeitskurven für Zug und Druck für verschiedene Metalle, die mir Prof. E. AMSTUTZ, Direktionspräsident des EMPA, Zürich, freundlicherweise übergeben hat, ergibt sich, daß eine solche Symmetrie, auch bei verschobenem Koordinatenursprung, nicht vorhanden ist. Ähnliche Feststellungen verdanke ich auch einem Gespräch mit G. FORREST, B. Sc., Aluminium Laboratories Limited, Banbury.

¹⁾ F. STRÜSSI, Dauerfestigkeit von Aluminiumlegierungen. Abhandlungen IVBH, Band 13, 1953.

Es hat nun keinen Sinn, eine Darstellung beizubehalten, deren Orientierung physikalisch nicht begründet ist. Der Verzicht auf die Einführung einer wenn auch nur fiktiven Symmetrieaxe bringt es allerdings mit sich, daß nun der Zug- und der Druckbereich der Dauerfestigkeit je getrennt zu behandeln sind. Dagegen bin ich nach wie vor überzeugt, daß für jede Lastwechselzahl $n = 10^i$ ein eindeutiger Zusammenhang $\Delta\sigma - \sigma_m$ bestehen muß, für den auch diejenigen Eigenschaften, die zur Aufstellung der früheren Beziehung¹⁾ geführt haben, mit Ausnahme des verschobenen Koordinatenursprungs, gültig bleiben. Der nachstehende neue Vorschlag bezieht sich zunächst nur auf den Zugbereich, weil vorläufig nur für diesen die mir zur Verfügung stehenden Versuchsergebnisse eine genügende Überprüfung erlauben. Das soll allerdings nicht heißen, daß auch für die Zukunft auf eine allgemeine Erfassung des Druckbereiches verzichtet werden muß.

2. Die Kurven $\Delta\sigma - \sigma_m$

Zur Darstellung des gesuchten Zusammenhanges $\Delta\sigma - \sigma_m$ stellen wir den Ansatz

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

auf, in dem σ_w die Wechselfestigkeit ($\sigma_m = 0$) bedeutet (Fig. 1); zur Bestimmung der beiden Konstanten c_1 und c_2 sind noch zwei Bedingungen nötig.

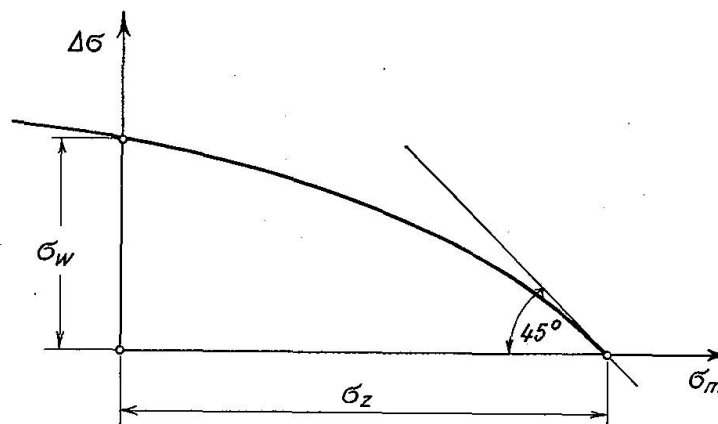


Fig. 1

Eine erste Bedingung ergibt sich daraus, daß für $\sigma_m = \sigma_z$ der Wert von $\Delta\sigma$ verschwinden muß; es ist somit

$$c_1 = \frac{1}{\sigma_z}$$

Dabei soll grundsätzlich unter σ_z die Zugfestigkeit unter statischer Dauerbelastung verstanden werden.

Als zweite Bedingung führen wir ein, daß die $\Delta \sigma$ -Kurve die σ_m -Achse unter 45° schneiden soll; diese Bedingung hat zunächst den Charakter einer Hypothese, die zwar an sich plausibel ist, aber erst durch Vergleich mit Versuchen bestätigt werden kann. Damit folgt

$$\left(\frac{d \Delta \sigma}{d \sigma_m}\right)_{\sigma_m = \sigma_z} = -1$$

oder

$$-1 = \sigma_w \cdot \frac{-c_1(1 - c_2 \cdot \sigma_z) + (1 - c_1 \cdot \sigma_z) c_2}{(1 - c_2 \cdot \sigma_z)^2} = \frac{-\sigma_w}{\sigma_z(1 - c_2 \cdot \sigma_z)};$$

es ist daraus

$$c_2 = \frac{1}{\sigma_z} \cdot \left(1 - \frac{\sigma_w}{\sigma_z}\right).$$

Damit liefert der Ansatz Gleichung (1)

$$\Delta \sigma = \sigma_w \cdot \frac{1 - \frac{\sigma_m}{\sigma_z}}{1 - \left(1 - \frac{\sigma_w}{\sigma_z}\right) \cdot \frac{\sigma_m}{\sigma_z}} \tag{2}$$

oder auch

$$\Delta \sigma = \sigma_w \cdot \frac{\sigma_z^2 - \sigma_m \cdot \sigma_z}{\sigma_z^2 - \sigma_m \cdot \sigma_z + \sigma_w \cdot \sigma_m} \tag{2a}$$

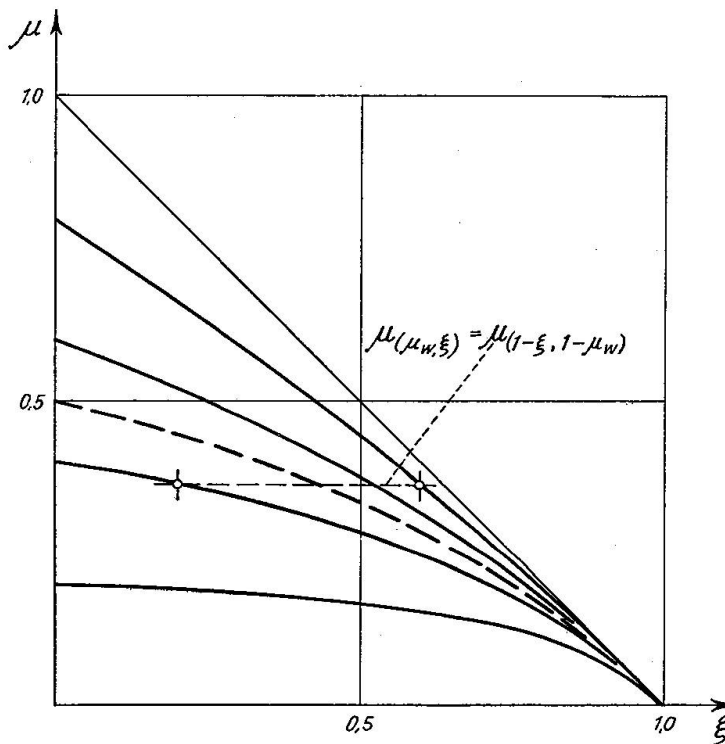


Fig. 2

Führen wir die dimensionslosen Größen

$$\frac{\Delta \sigma}{\sigma_z} = \mu, \quad \frac{\sigma_w}{\sigma_z} = \mu_w, \quad \frac{\sigma_m}{\sigma_z} = \xi$$

ein, so erhalten wir die gesuchte Beziehung in der einfacheren Form

$$\Delta \sigma = \sigma_w \cdot \frac{1 - \xi}{1 - \xi + \mu_w \cdot \xi} \quad (3)$$

oder auch

$$\mu = \mu_w \cdot \frac{1 - \xi}{1 - \xi + \mu_w \cdot \xi} = \mu_w \cdot \frac{1 - \xi}{1 - (1 - \mu_w) \xi} \quad (3a)$$

In der folgenden Tabelle sind die nach Gleichung 3a berechneten Einheitswerte μ zusammengestellt; Figur 2 zeigt den Verlauf der μ -Kurven. Wie aus der Zahlentabelle ersichtlich ist, sind die früher vermuteten und daher geforderten Reziprozitäten

$$\mu(\mu_w, \xi) = \mu(1 - \xi, 1 - \mu_w)$$

vorhanden.

Tabelle der Werte μ

| $\mu_w \backslash \xi$ | 0 | 0,2 | 0,4 | 0,5 | 0,6 | 0,8 | 1,0 |
|------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|-----|
| 1,0 | 1,0000 | 0,8000 | 0,6000 | 0,5000 | 0,4000 | 0,200 | 0 |
| 0,8 | 0,8000 | 0,6667 | 0,5217 | 0,4444 | 0,3636 | 0,1905 | 0 |
| 0,6 | 0,6000 | 0,5217 | 0,4286 | 0,3750 | 0,3158 | 0,1765 | 0 |
| 0,5 | 0,5000 | 0,4444 | 0,3750 | 0,3333 | 0,2857 | 0,1667 | 0 |
| 0,4 | 0,4000 | 0,3636 | 0,3158 | 0,2857 | 0,2500 | 0,1538 | 0 |
| 0,2 | 0,2000 | 0,1905 | 0,1765 | 0,1667 | 0,1538 | 0,1111 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

Beim Vergleich dieser Kurven- und Zahlenwerte mit dem früheren Vorschlag ist die Verschiebung des Koordinatenursprungs und die damit zusammenhängende Maßstabsänderung zu beachten. In Figur 3 ist dieser Vergleich auf Grund der früheren Kurven schematisch dargestellt; es zeigt sich, daß die neuen Kurven der Figur 2 (unter Beachtung des Maßstabes und der entsprechenden μ_w -Werte) von den früheren Kurven nicht sehr stark verschieden sind. Ein grundsätzlicher Unterschied besteht allerdings, der nach meiner Meinung eindeutig zu Gunsten des neuen Vorschlages spricht: die Kurven nach den Gleichungen (2) oder (3) besitzen im Endlichen keine horizontale Tangente mehr, sondern nähern sich asymptotisch einem Endwert

$$\mu_0 = \frac{\mu_w}{1 - \mu_w}$$

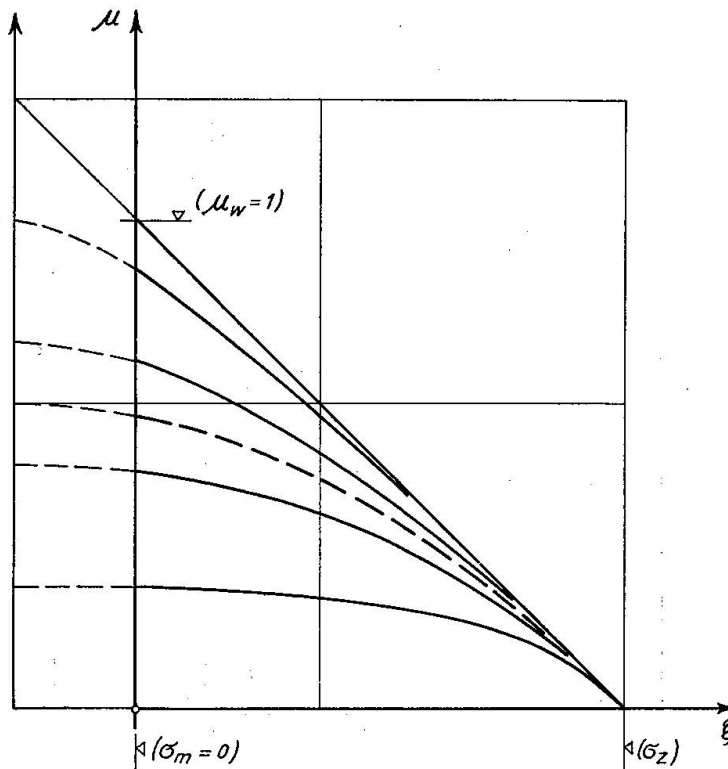


Fig. 3

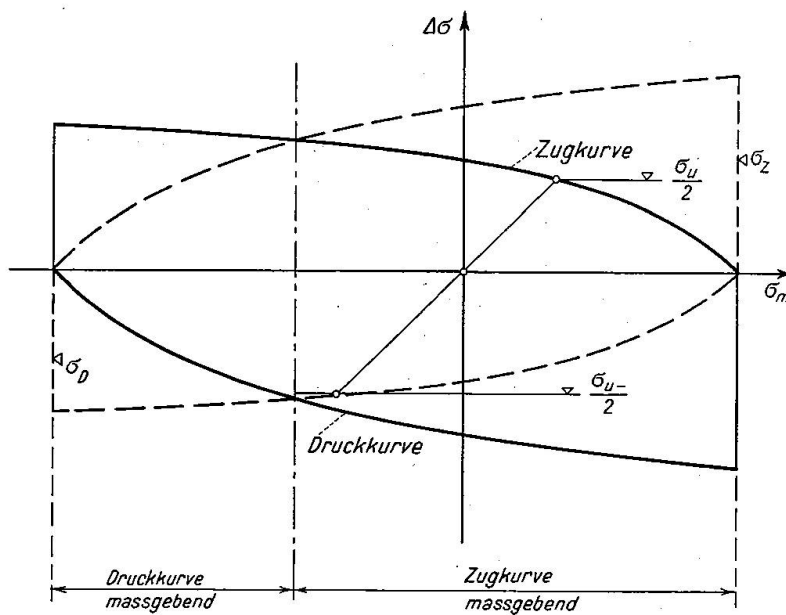


Fig. 4

für $\xi = (\pm)\infty$. Die Kurven μ nach Gleichung (3) verlaufen somit auch für negative Werte ξ vernünftig. Die Grenze des Gültigkeitsbereiches bei abnehmendem ξ ($\sigma_m < 0$) ist offenbar durch die „Druckkurve“ von μ gegeben. Ohne hier weiter auf die besonderen Verhältnisse bei größeren Druckspannungen σ_m eintreten zu wollen, sei doch mit Figur 4 schematisch auf diese Grenze der Gültigkeit

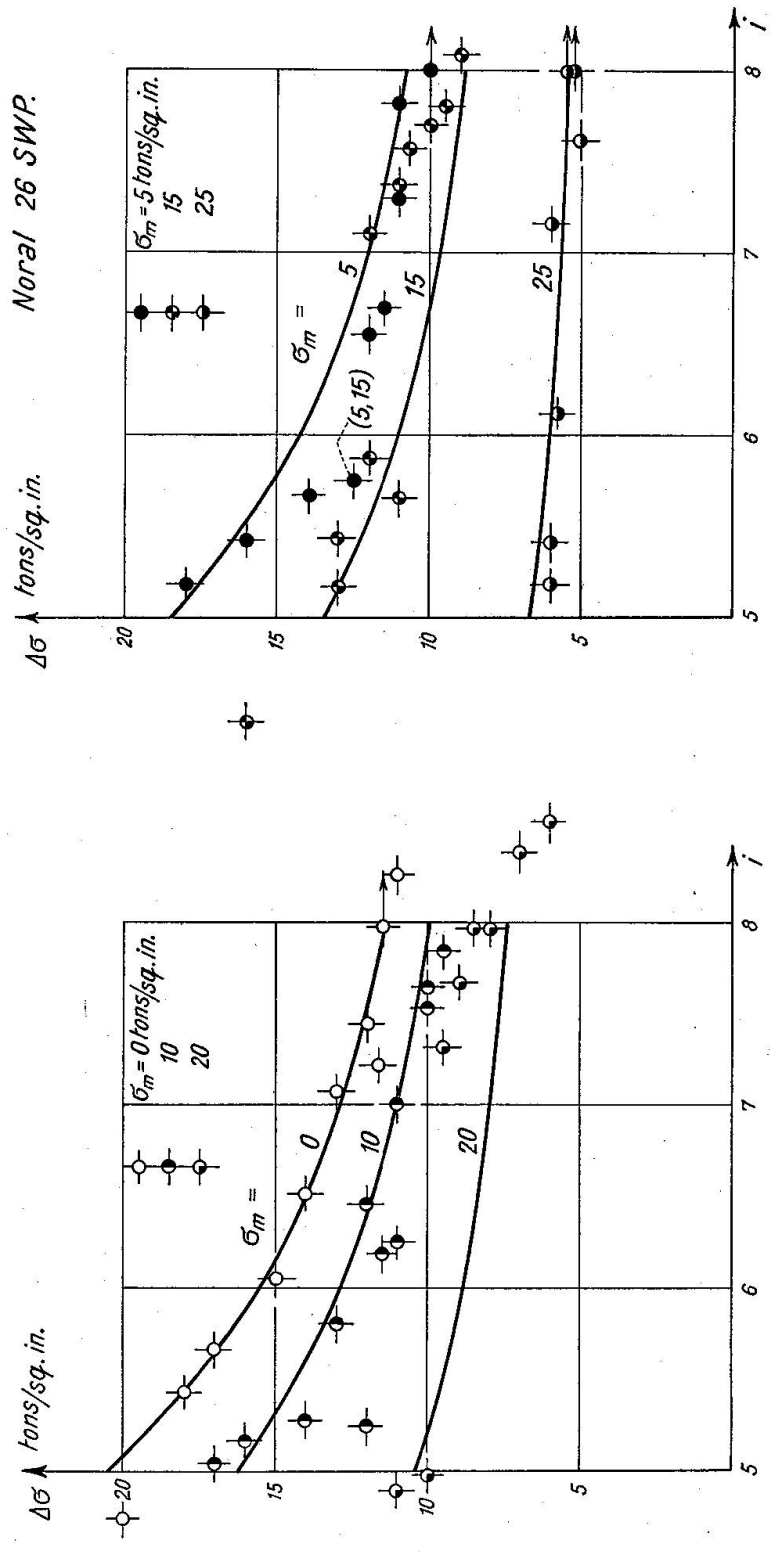


Fig. 5

hingewiesen: neben einer „Zugkurve“ $\Delta\sigma - \sigma_m$ muß auch eine entsprechende „Druckkurve“ existieren und die Schnittpunkte der beiden Doppelkurven geben somit die Grenze der beiden Gültigkeitsbereiche an.

3. Überprüfung durch Versuchsergebnisse

Bei der Auswertung von Dauerfestigkeitsversuchen besteht die Schwierigkeit, daß die Versuche für bestimmte Werte von σ_m und $\Delta\sigma$ die Lastwechselzahl $n = 10^i$ liefern, während wir für bestimmte Lastwechselzahlen die Wertepaare $\Delta\sigma$ und σ_m benötigen. Da die Versuchswerte mit unvermeidlichen Streuungen behaftet sind, müssen die für die Auswertung erforderlichen „Versuchswerte“ zunächst durch Ausgleich gefunden werden; dieser Ausgleich auf Grund der Forderung eines stetigen Kurvenverlaufes kann etwa so erfolgen, daß zwei verschiedene Darstellungen der Werte $\Delta\sigma$ einmal mit i als Abszisse und σ_m als Parameter (Wöhlerkurven) und daneben mit σ_m als Abszisse und i als Parameter ($\Delta\sigma - \sigma_m$ -Kurven) aufgetragen und gegenseitig ausgeglichen werden.

Die gesuchten Größen sind die Zugfestigkeit σ_z (statische Dauerbelastung), die allen Versuchswerten zugehörig ist, und die zu einer bestimmten Lastwechselzahl gehörende Wechselfestigkeit σ_w . Diese Größen sind aus den Versuchswerten zu bestimmen, wobei wohl am besten auf dem Wege der sukzessiven Approximation mit gewogenen Mittelwertbildungen vorgegangen wird.

Zur Bestimmung der Zugfestigkeit σ_z bilden wir aus Gleichung (2a) durch Umformung die Beziehung

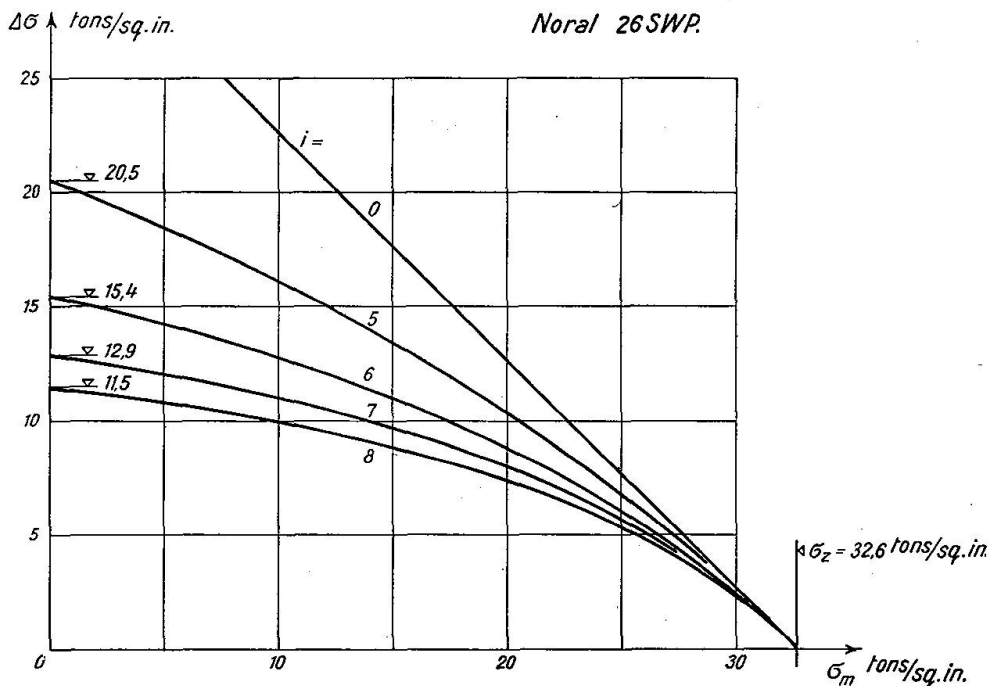


Fig. 6

$$\sigma_z^2 \cdot (\sigma_w - \Delta \sigma) - \sigma_z \cdot \sigma_m (\sigma_w - \Delta \sigma) - \sigma_m \cdot \sigma_w \cdot \Delta \sigma = 0, \quad (4)$$

die uns aus der Gesamtheit der Versuchswerte mit geschätzten Werten σ_w (i) einen ersten Wert von σ_z liefert; darauf kann mit den Gleichungen (2), bzw. (3) für jede Lastwechselzahl i der zugehörige Wert von σ_w bestimmt werden:

$$\sigma_w = \frac{\sigma_z \cdot \Delta \sigma \cdot (\sigma_z - \sigma_m)}{\sigma_z \cdot (\sigma_z - \sigma_m) - \Delta \sigma \cdot \sigma_m}. \quad (5)$$

Das Iterationsverfahren konvergiert recht gut.

In Figur 5 sind die Versuchsergebnisse mit der Aluminiumlegierung Noral 26 SWP, die mir von den Aluminium Laboratories Limited, Banbury (England), zur Verfügung gestellt worden sind, aufgetragen und mit dem Ergebnis der Auswertung verglichen; dabei ist die Darstellung im Interesse der Übersichtlichkeit, die ja durch die Streuungen der Versuchspunkte gestört wird, in zwei getrennte Diagramme auseinandergezogen. Figur 6 zeigt die berechneten $\Delta \sigma$ - σ_m -Kurven.

In Figur 7 ist noch die zugehörige Wöhlerkurve der Wechselfestigkeit σ_w dargestellt, die durch die Beziehung²⁾

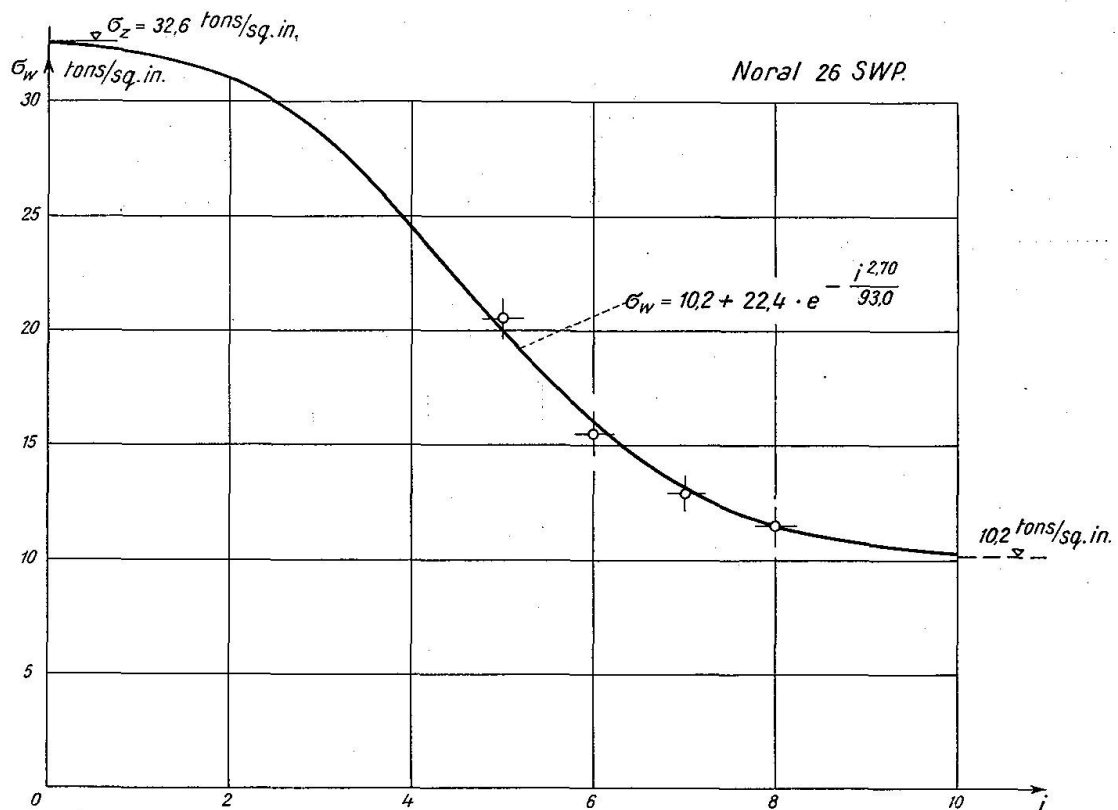


Fig. 7

²⁾ In meiner früheren Untersuchung¹⁾ hat der Drucker aus mir unerklärlichen Gründen nach der letzten Korrektur in der entsprechenden Gleichung (2) den Exponenten p verloren. Dieser Druckfehler ist deshalb besonders unangenehm, weil dadurch der Kurvenverlauf vollständig verfälscht wird.

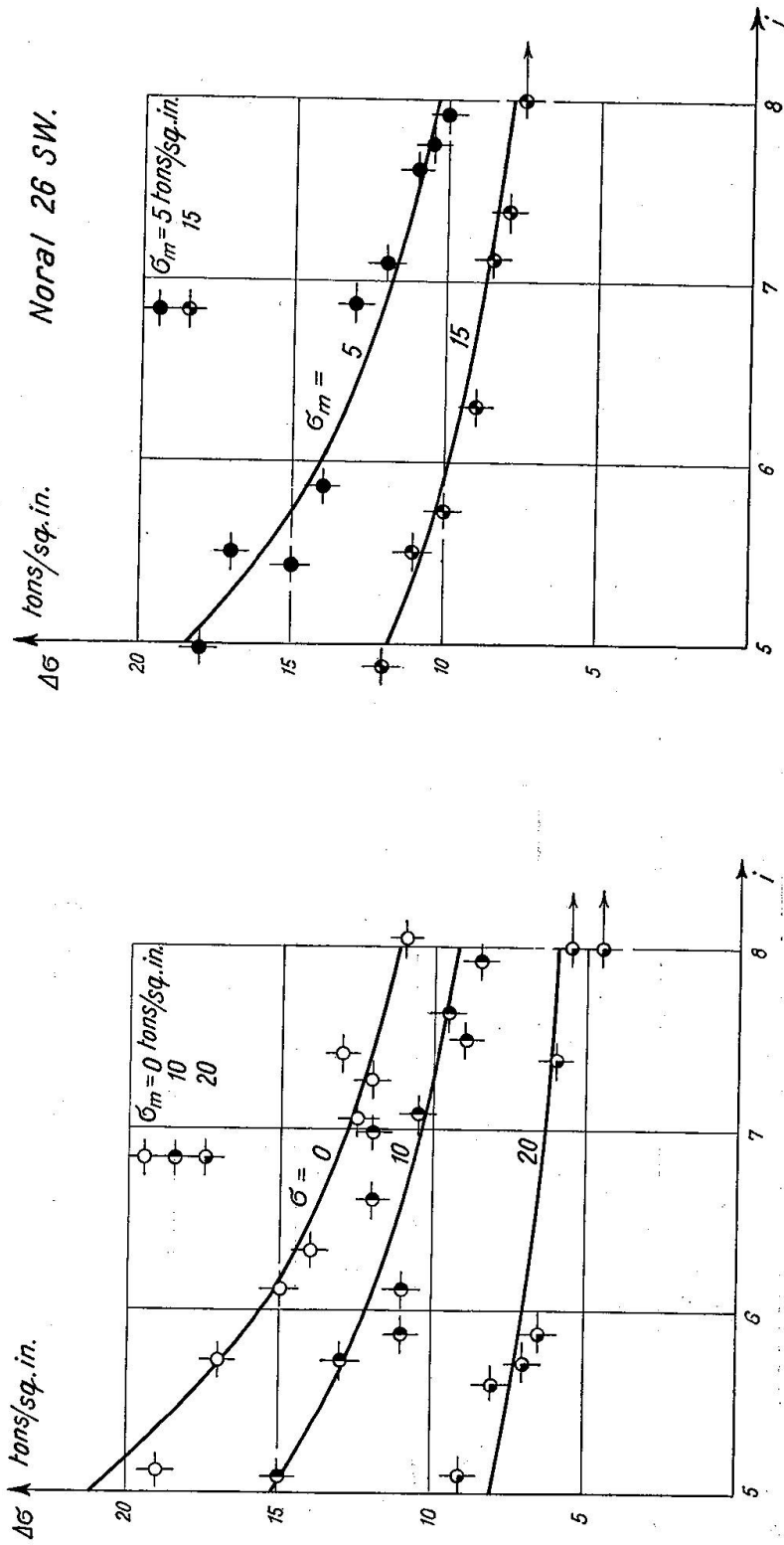


Fig. 8

$$\sigma_w = \sigma_{0w} + (\sigma_z - \sigma_{0w}) \cdot e^{-\frac{i^p}{\omega}} \quad (6)$$

gut erfaßt wird.

Figur 8 zeigt die Auswertung der Versuche an Noral 26 SW, ebenfalls von den Aluminium Laboratories Ltd., Banbury, zur Verfügung gestellt, mit $\sigma_z = 28.8$ tons/sq. in. Auf die Darstellung der $\Delta\sigma - \sigma_m$ -Kurven kann hier verzichtet werden.

Schließlich ist in Figur 9 noch die Auswertung von Dauerfestigkeitswerten gezeigt, die allgemein zugänglich sind und für die deshalb eine Nachkontrolle leicht möglich ist; es handelt sich um die Angaben, die im Alcoa Structural Handbook³⁾, S. 26, als angenäherte Mittelwerte für die Legierungen 14 S-T, 17 S-T und 24 S-T veröffentlicht sind. Auch hier darf die Übereinstimmung zwischen den angegebenen Werten, die zweifellos als ausgeglichene Versuchswerte anzusprechen sind, und der Theorie als gut bezeichnet werden. Immerhin zeigt sich eine kleine systematische Abweichung in dem Sinne, daß offenbar zu den Werten $i = 5$ eine größere, zu den Werten $i = 7$ und $8,7$ dagegen eine etwas kleinere Zugfestigkeit σ_z gehören würde als der Mittelwert $\sigma_z = 62,7 \cdot 10^3$ lb./sq. in. Diese Abweichungen können zwanglos aus Kriecherscheinungen begrün-

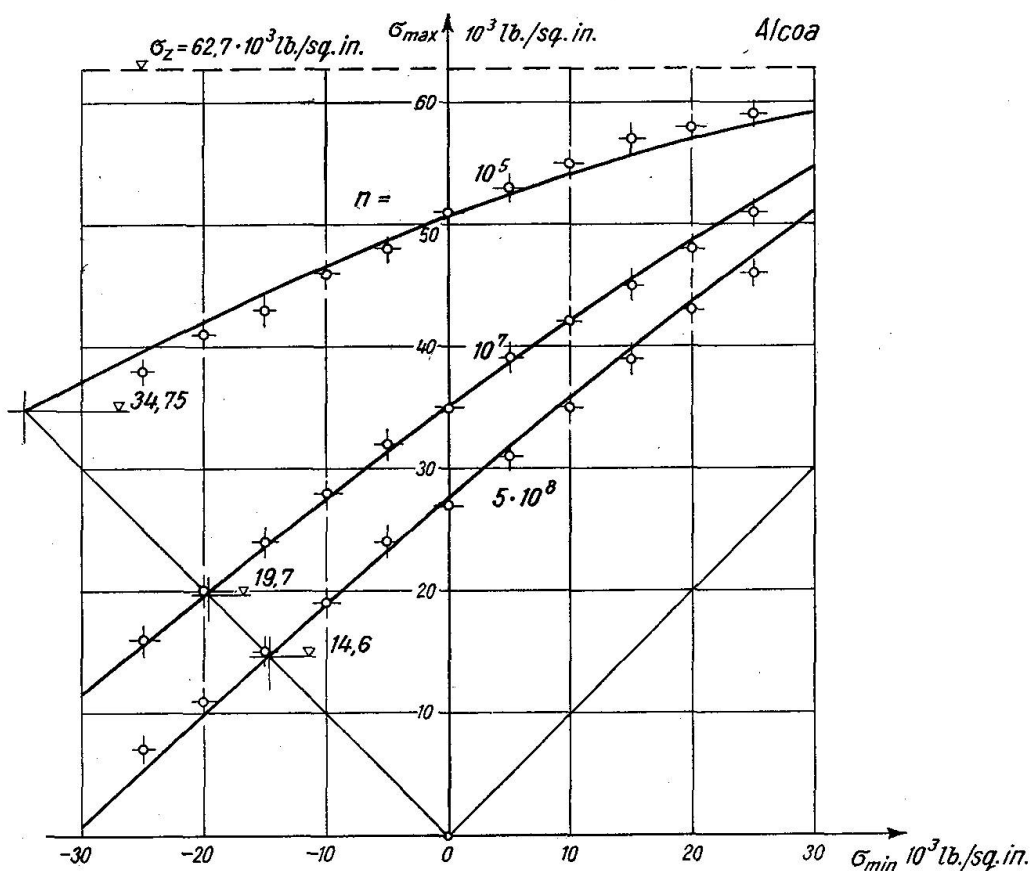


Fig. 9

³⁾ Alcoa Structural Handbook, Aluminium Company of America, 1945.

det werden (weil der kleineren Lastwechselzahl auch eine kleinere Versuchsdauer entspricht), wenn sie nicht überhaupt von einer unvollständigen Elimination der Streuungen herrühren.

Diese Gegenüberstellungen dürften genügen, um die gute Übereinstimmung von Versuchsergebnissen und Theorie nachzuweisen. Es sei ausdrücklich festgehalten, daß es sich bei diesen Vergleichen ausschließlich um Dauerfestigkeitswerte von glatten Probestäben handelt.

4. Die Ursprungsfestigkeit

Da nach unserer Theorie für ein bestimmtes Verhältnis $\mu_w = \sigma_w/\sigma_z$ die $\Delta\sigma - \sigma_m$ -Kurve eindeutig festgelegt ist, muß zu einem bestimmten Verhältnis σ_w/σ_z auch ein bestimmtes Verhältnis σ_u/σ_z der Ursprungsfestigkeit σ_u gehören. Die Ursprungsfestigkeit ist durch die Beziehung

$$\frac{\sigma_u}{2} = \Delta\sigma_u = \sigma_{m_u}$$

charakterisiert; setzen wir somit

$$\mu_u = \xi_u$$

in unsere Gleichung (3a) ein, so ergibt sich nach Ordnen die Bestimmungsgleichung

$$\mu_u^2 \cdot (1 - \mu_w) - \mu_u \cdot (1 + \mu_w) + \mu_w = 0. \quad (7)$$

In Figur 10 sind die Werte

$$\frac{\sigma_u}{\sigma_z} = 2\mu_u$$

in Funktion von $\mu_w = \sigma_w/\sigma_z$ aufgetragen.

Nach Untersuchungen der EMPA 1941 kann für die gebräuchlichen Baustähle mit folgenden Werten von σ_w und σ_u gerechnet werden (ungelochter Zugstab):

| | | |
|------------------|------------------------------------|----------------------------------|
| Baustahl St. 37: | $\sigma_w = 1,50 \text{ t/cm}^2$, | $\sigma_u = 2,40 \text{ t/cm}^2$ |
| St. 44: | 1,60 | 2,65 |
| St. 52: | 1,70 | 3,00. |

Rechnen wir mit den nominellen Mindestwerten der Zugfestigkeit σ_z ($\sigma_z = 3,7, 4,4, 5,2 \text{ t/cm}^2$), so ergeben sich die in Figur 10 eingetragenen Punkte, die somit eine weitere Bestätigung unserer Theorie darstellen.

Nach der in Figur 4 skizzierten Vorstellung ist normalerweise auch für die Ursprungsfestigkeit σ_u auf Druck die $\Delta\sigma - \sigma_m$ -Kurve des Zugbereiches maßgebend. Mit

$$\mu_{u-} = -\xi_u$$

erhalten wir aus Gleichung (3a) die entsprechende Beziehung

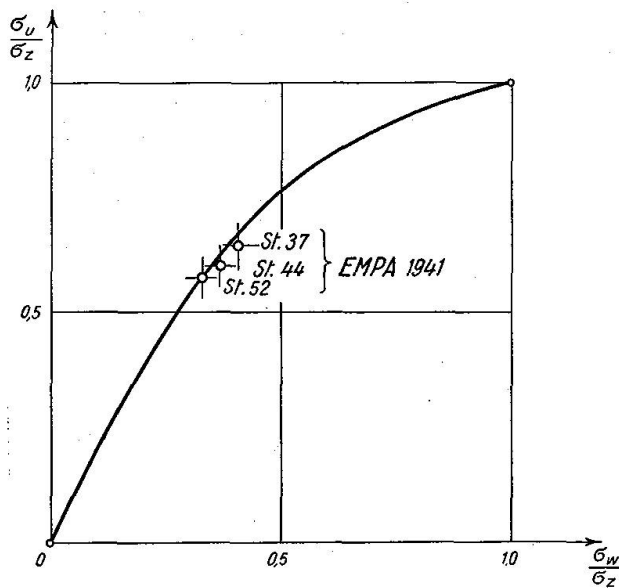


Fig. 10

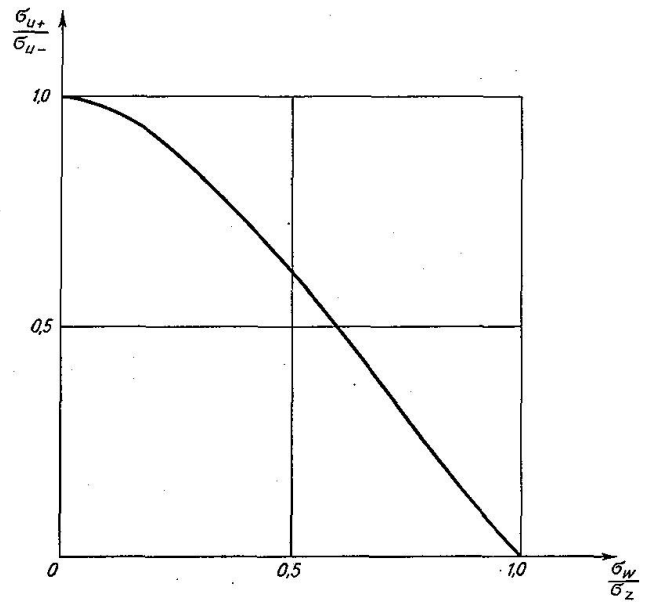


Fig. 11

$$\mu_{u-}^2 \cdot (1 - \mu_w) - \mu_{u-} \cdot (1 - \mu_w) - \mu_w = 0, \quad (7a)$$

die uns die Werte μ_{u-} liefert. In Figur 11 sind die Verhältnisse

$$\frac{\sigma_u}{\sigma_{u-}} = \frac{\mu_u}{\mu_{u-}}$$

in Funktion von $\mu_w = \sigma_w/\sigma_z$ dargestellt. Soweit ich heute an Hand von Versuchsergebnissen der EMPA feststellen kann, liegen die berechneten Verhältniszahlen σ_u/σ_{u-} etwas höher als die im Versuch festgestellten Werte, doch sind die Unterschiede, wenn wir an die Besonderheiten des Druckbereiches und insbesondere an die Schwierigkeiten der versuchstechnischen Bestimmung von σ_{u-} denken, verhältnismäßig klein.

5. Dauerfestigkeit gekerbter oder gelochter Stäbe

Für die Beurteilung der Festigkeitsverhältnisse von gekerbten oder gelochten Probestäben ist charakteristisch, daß die Spannungsverteilung im Bruchquerschnitt im elastischen Bereich nicht mehr gleichmäßig ist wie beim glatten Probestab. Unter statischer Dauerbelastung kann sich bei zähen Baustoffen weitgehend ein Spannungsausgleich vor dem Bruch, d. h. im plastischen Bereich einstellen, so daß die Zugfestigkeit σ_z , bezogen auf gleichmäßige Spannungsverteilung, des Kerbstabes annähernd gleich groß sein wird wie diejenige des glatten Stabes aus gleichem Material.

Für die Dauerfestigkeit dagegen spricht die Ungleichmäßigkeit der Span-

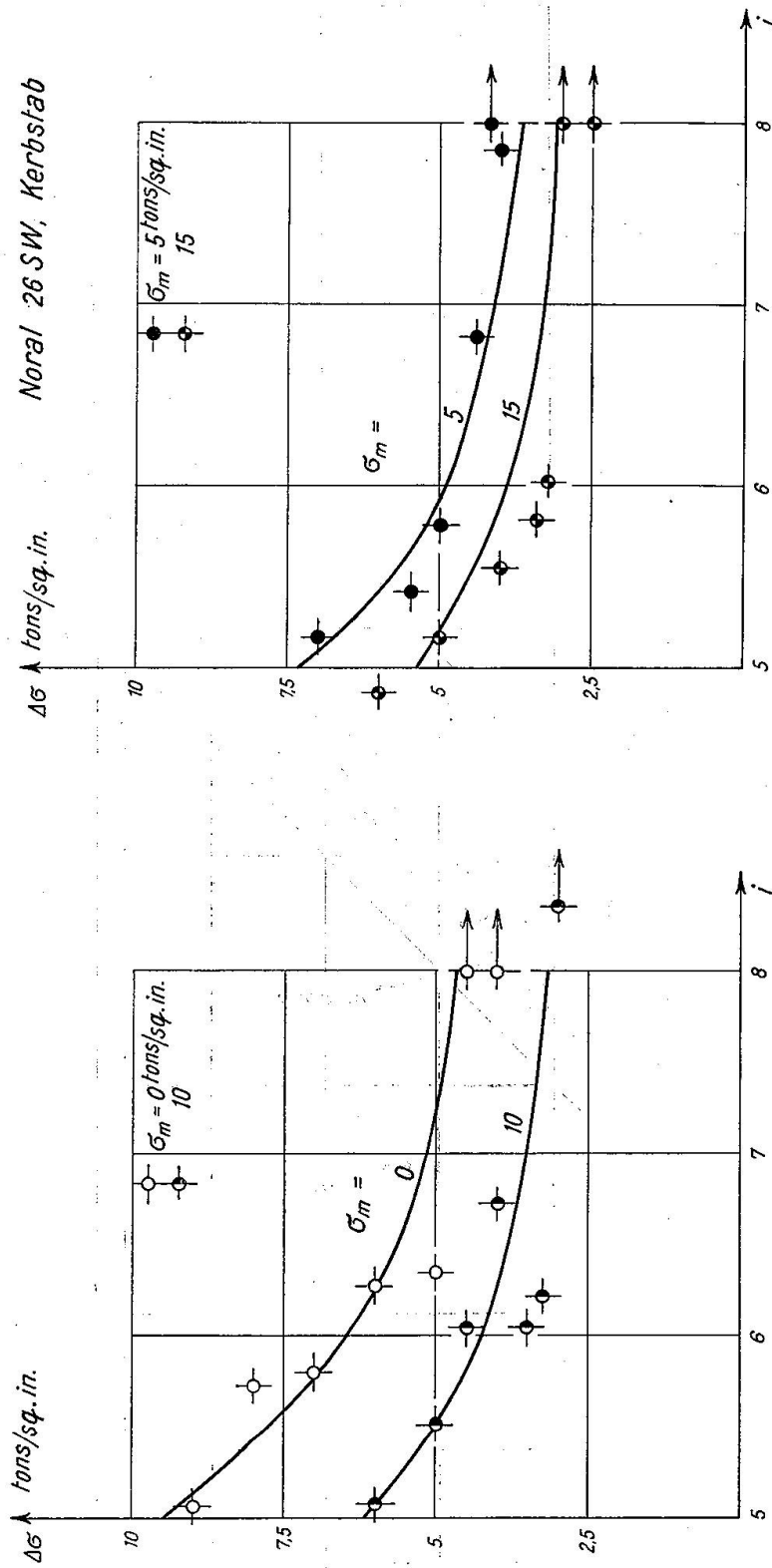


Fig. 12

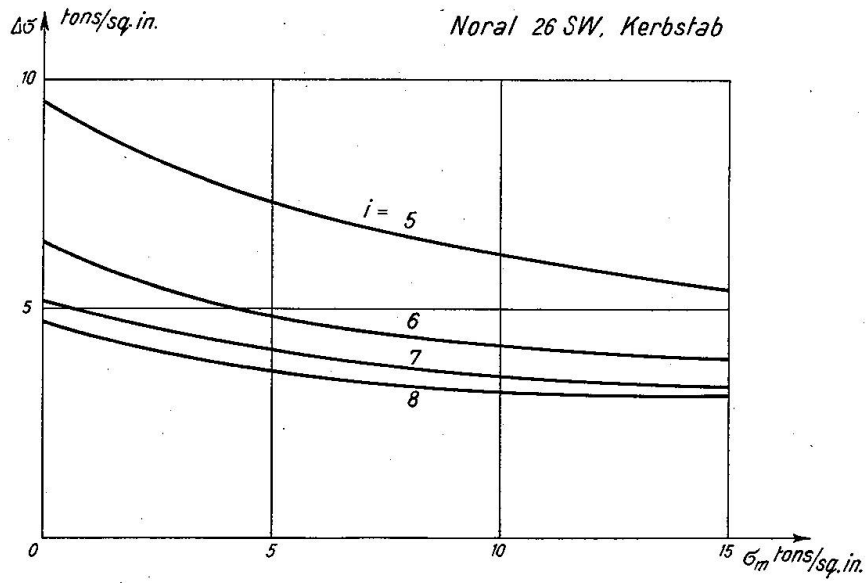


Fig. 13

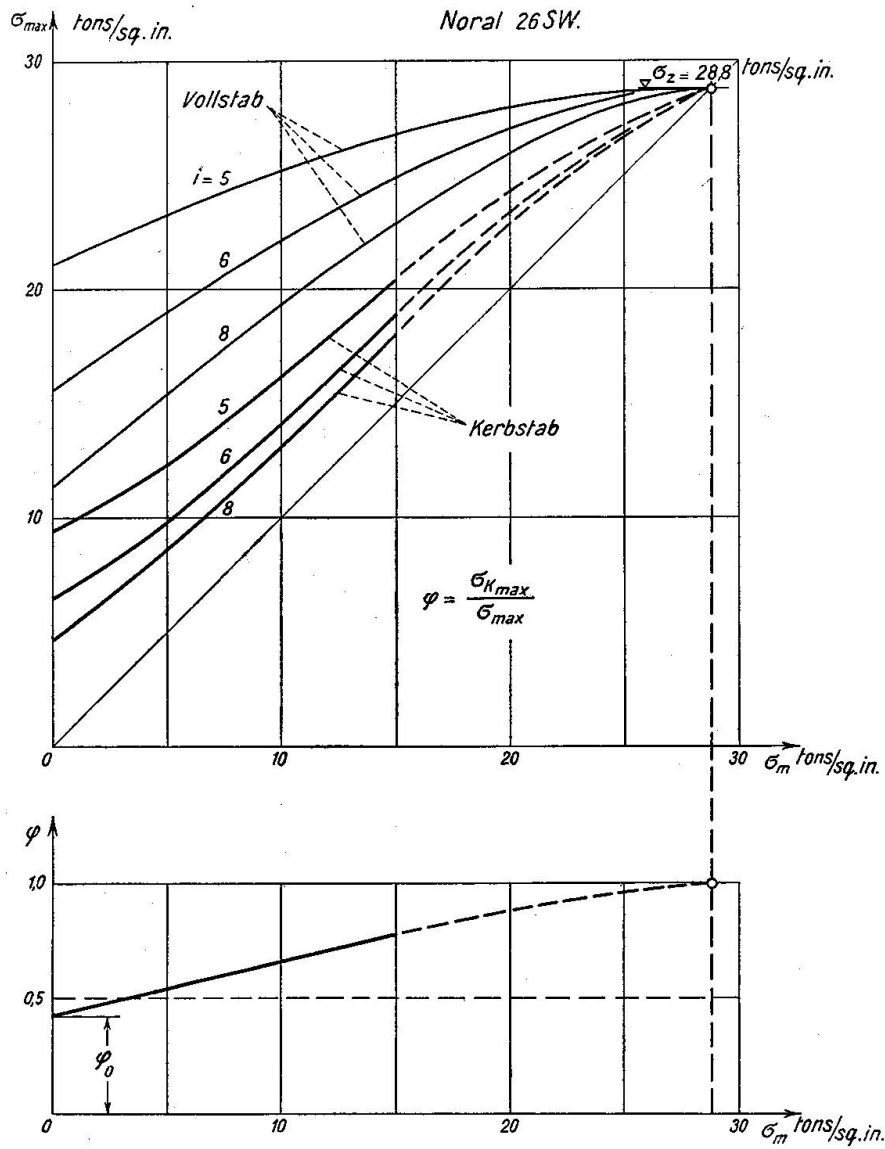


Fig. 14

nungsverteilung eine entscheidende Rolle; die durchschnittliche Bruchspannung $\sigma_{k\ max}$ des Kerbstabes wird wesentlich unter der entsprechenden Spannung σ_{max} des glatten Stabes liegen.

In Figur 12 sind die Versuchsergebnisse an gekerbten Stäben aus Noral 26 SW (Al. Lab. Ltd., Banbury) aufgetragen und mit Hilfe der $\Delta\sigma - \sigma_m$ -Kurven (Fig. 13) ausgeglichen. Die Kurven der Figur 13 zeigen den für Kerbstäbe charakteristischen Verlauf, der vom Kurvenverlauf für glatte Stäbe grundsätzlich verschieden ist. Um den Zusammenhang zwischen den $\Delta\sigma - \sigma_m$ -Kurven glatter und gekerbter Stäbe erkennen zu können, sind in Figur 14 die entsprechenden Werte für Noral 26 SW in der Darstellung $\sigma_{max} - \sigma_m$ aufgetragen. Der Zusammenhang zwischen den beiden Kurvengruppen ist unverkennbar; es besteht zwischen ihnen ein Verhältnis φ ,

$$\varphi = \frac{\sigma_{K\ max}}{\sigma_{max}},$$

das annähernd linear mit σ_m vom Wert φ_0 bei Wechselbeanspruchung ($\sigma_m = 0$) bis zu $\varphi \cong 1,0$ unter statischer Belastung ($\sigma_m \cong \sigma_Z$) variiert. Im untersuchten Bereich von 10^5 bis zu 10^8 Lastwechseln ist φ von der Lastwechselzahl nur noch wenig abhängig; es ist noch eine kleine Abnahme von φ_0 im Bereich von $i = 5$ bis $i = 6$ feststellbar, während sich für $i \geq 6$ keine Änderung mehr eindeutig feststellen läßt. Der Verlauf von φ , als Mittelwert der Verhältnisse für $i = 5, 6, 7$ und 8 berechnet, ist in Figur 14 ebenfalls dargestellt. Es ist selbstverständlich, daß der Wert von φ_0 von der Form der Kerbe abhängig ist.

Zusammenfassung

Die früher vorgeschlagene Theorie der Dauerfestigkeit (Abh. IVBH, Band 13) wird verbessert unter Verzicht auf die früher vermutete exzentrische Symmetrieaxe zwischen Zug- und Druckbereich der $\Delta\sigma - \sigma_m$ -Kurven; dadurch wird es notwendig, grundsätzlich zwei Scharen von $\Delta\sigma - \sigma_m$ -Kurven, je eine für den Zug- und eine für den Druckbereich einzuführen. Der vorliegende Vorschlag beschränkt sich auf die von der Zugfestigkeit σ_z aus bestimmten Zusammenhänge; die entsprechenden Kurven gelten jedoch auch noch für den Bereich von nicht allzu großen negativen Werten der mittleren Spannung σ_m . Die gute Übereinstimmung zwischen Versuch und Rechnung wird nachgewiesen. Für die Wöhlerkurve der Wechselfestigkeit σ_w wird der frühere Ansatz übernommen, wobei ein ohne Schuld des Verfassers entstandener Druckfehler richtiggestellt wird. Zwischen den Festigkeiten σ_{max} von gekerbten und glatten Probestäben scheint nach den bisherigen Feststellungen ein recht einfacher Zusammenhang zu bestehen, dessen weitere Verfolgung und Abklärung eine systematische Versuchsforschung unterstützen können dürfte. Die weitere systematische Versuchsforschung im Gebiete der Dauerfestigkeit sowie die systematische Ordnung und Auswertung ihrer Ergebnisse ist nach wie vor dringend notwendig.

Summary

The theory of fatigue strength previously proposed (Publications IABSE, Vol. 13) is improved by discarding the earlier assumption of an excentric axis of symmetry between the tension and compression zones of the $\Delta\sigma - \sigma_m$ curves; it is thereby necessary to introduce systematically two classes of $\Delta\sigma - \sigma_m$ curves, one for the tension and one for the compression zone. The above proposal is limited to the zone determined by the tensile strength σ_z ; the corresponding curves however are also valid for the range in which negative values of the mean stress σ_m are not excessive. The good agreement between experiment and calculation is demonstrated. For the Wöhler curves of stress variation σ_w the previous statement is modified by the correction of a printers' error for which the Author was not responsible. Between the strength σ_{max} of notched and unnotched test pieces there appears, from the previous results, to exist a direct and simple connexion which might well be extended and clarified by further investigation. Further systematic research in the field of fatigue strength is urgently necessary as well as the systematic classification and evaluation of the results of such research.

Résumé

La théorie antérieurement proposée pour la résistance à la fatigue (Mémoires, Tome 13) est ici perfectionnée. L'auteur abandonne l'axe de symétrie excentrique qu'il avait précédemment prévu entre la zone de compression et la zone de traction des courbes $\Delta\sigma - \sigma_m$. De ce fait, il est nécessaire d'introduire deux familles de courbes $\Delta\sigma - \sigma_m$, à raison d'une famille dite de traction et d'une autre de compression. Le projet ici prévu est limité aux relations établies à partir de la résistance à la traction σ_z . Les courbes correspondantes s'appliquent toutefois également au domaine dans lequel la contrainte moyenne σ_m ne prend pas des valeurs négatives trop fortes. L'auteur met en évidence la bonne concordance entre le calcul et les essais. Pour la courbe de Wöhler de la résistance aux efforts alternés σ_w , il reprend l'énoncé antérieur, en corrigeant une faute d'impression. D'après les constatations faites, il semble qu'entre les résistances σ_{max} des éprouvettes entaillées et non entaillées, il existe une relation très simple qui pourrait faire l'objet d'une étude expérimentale systématique. La continuation des recherches systématiques dans le domaine de la résistance à la fatigue, ainsi que l'interprétation coordonnée des résultats obtenus, sont toujours aussi impérieuses que par le passé.