

Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 103/104 (1934)
Heft: 13

Artikel: Zulässige Beanspruchungen im Maschinenbau
Autor: Sonderberg, C. Richard
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-83293>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 07.05.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

INHALT: Zulässige Beanspruchungen im Maschinenbau. — Zwei bürgerliche Wohnhäuser in Luzern. — Sondages aérologiques. — Knickversuche mit Leichtmetall. — Giovanni Bertola. Alberto Pavia. Peder Hofmann-Bang. — Mitteilungen: Ein Naturkatastrophen-Gedenktag. Dampftriebwagen für Eisenbahnen nach dem Doble-System. Ein Schaufelbagger von 7 m³ Schaufelinhalt. Winddruck-Untersuchungen

an einem Gasbehälter-Modell. Eine kraftfahrtechnische Tagung des V.D.I. Die Offenhaltung des Julier-Passes im Winter. Der schweizerische Werkbund. — Wettbewerbe: Protestantische Kirche in Birmenstorf (Aargau). Teilgestaltung der Place Cornavin in Genf. Neues Kantonsspital in Zürich. — Sitzungs- und Vortrags-Kalender.

Band 104

Der S. I. A. ist für den Inhalt des redaktionellen Teils seiner Vereinsorgane nicht verantwortlich. Nachdruck von Text oder Abbildungen ist nur mit Zustimmung der Redaktion und nur mit genauer Quellenangabe gestattet.

Nr. 13

Zulässige Beanspruchungen im Maschinenbau.

Von C. RICHARD SODERBERG, Chef der Turbinen-Abteilung der Westinghouse Co., Philadelphia.

(Schluss von Seite 130).

V. ZÄHE STOFFE BEI HOHEN TEMPERATUREN.

Der Dauer-Kriechversuch.

Bei hohen Temperaturen nimmt das Problem der mechanischen Festigkeit einen zwiefachen Aspekt an. Das ursprüngliche Festigkeitsproblem, durch die vielen möglichen Veränderungen der inneren Struktur beeinflusst und kompliziert, wird mittels der in den vorhergehenden Abschnitten gegebenen Prinzipien behandelt werden müssen. Zu diesem Problem gesellt sich aber jenes der Erhaltung der ursprünglichen Formen und Spannungen während der nützlichen Lebensdauer der Konstruktion. Dieses zweite Kriechproblem soll im Folgenden erörtert werden.

Unsere bezüglichen Kenntnisse fassen hauptsächlich auf Dauer-Kriechversuchen, bei denen zähe Probestücke auf konstanter Beanspruchung und Temperatur gehalten werden, während die Deformation in Funktion der Zeit registriert wird.⁹⁾ Einige wenige Dauer-Kriechversuche sind über mehr als ein Jahr erstreckt worden. Maschinenteile wie Turbinen-Rotoren und -Statorn haben jedoch eine auf Jahrzehnte berechnete Lebensdauer, sodass eine weite Extrapolation nicht umgangen werden kann.

Das Kriechproblem stellt eine der wichtigsten Anwendungen der Plastizitätstheorie dar. Die Literatur auf diesem Gebiete ist in den letzten Jahren rasch angewachsen.¹⁰⁾ Die Deformation ε ist aus zwei Komponenten zusammengesetzt zu denken: der elastischen Komponente ε_e , die das Hooke'sche Gesetz befolgt, und der plastischen Komponente ε_p , sodass $\varepsilon = \varepsilon_e + \varepsilon_p$. Die Veränderungsgeschwindigkeit der zweiten Komponente $v = \frac{d\varepsilon_p}{dt}$, die Kriechgeschwindigkeit, hat sich als von fundamentaler Bedeutung erwiesen. Die gewöhnliche Spannungs-Dehnungskurve $\sigma = f(\varepsilon)$ ist durch die Fläche $\sigma = F(\varepsilon, v)$ zu ersetzen. Eine Spannungs-Dehnungskurve ($v = \text{konst.}$) hat nur bei Angabe des Parameters v einen Sinn.

Eines der bisher wichtigsten Ergebnisse ist das von Ludwik, Cassebaum und Andern formulierte Gesetz, demzufolge einem geometrischen Anwachsen der Kriechgeschwindigkeit ungefähr ein arithmetisches Anwachsen

⁹⁾ Die Literatur über diesen Gegenstand ist sehr umfangreich. Siehe „A Bibliography on Effects of Temperature on Properties of Metals“ — A. S. M. E. Research Publication 1928 und 1931.

¹⁰⁾ Nadai: „The Creep of Metals“, A. S. M. E. 1932, Vol. 1, Nr. 2, APM-55-10. Hencky: „The New Theory of Plasticity, Strain Hardening and Creep, and the Testing of Inelastic Behavior of Metals“, A. S. M. E. 1930, Vol. 1, Nr. 4, S. 151, APM-55-18.

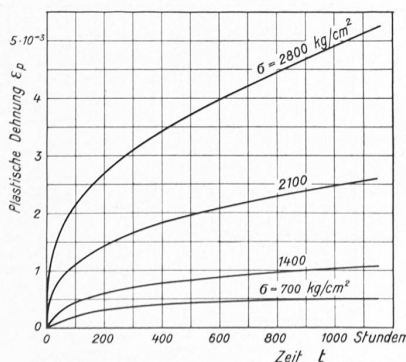


Abbildung 8.

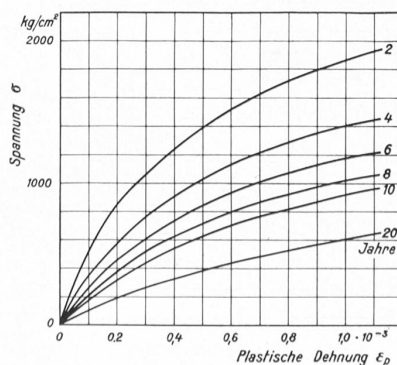


Abbildung 9.

der Spannung entspricht. Dieses Gesetz kann so geschrieben werden:

$$\sigma = \sigma_1 \ln \left(1 + \frac{v}{v_1} \right), \quad \dots \quad (21)$$

obgleich noch andere Formulierungen in Vorschlag gebracht worden sind.¹¹⁾ Die bisherige Ueberprüfung des Gesetzes gestattet noch nicht, uns für einen der Vorschläge zu entscheiden, die gemacht worden sind, um die Abhängigkeit zwischen σ und sehr kleinen Kriechgeschwindigkeiten zu schildern. Die experimentelle Kontrolle wird durch das unten behandelte Verfestigungsphänomen etwas kompliziert. Für grössere Kriechgeschwindigkeiten kann das Gesetz als genügend gesichert angesehen werden, solange von der Verfestigung abgesehen werden kann.¹²⁾ Es ist für praktische Zwecke üblich, die Resultate für Zug auf Druck zu übertragen.

Wenn über das betreffende Material und die betreffende Temperatur Dauer-Kriechversuche vorliegen, erheischt die Festsetzung der zulässigen Beanspruchungen eine Extrapolation dieser Ergebnisse auf den vorliegenden Fall. Es ist klar, dass die so erhaltenen Werte nur dann genügend zuverlässig sein werden, wenn die tatsächlichen Verhältnisse jenen des Zugversuches sehr ähnlich sind. Bei Anwendungen auf Fälle zusammengesetzter Beanspruchung muss man sich über ihren bloss approximativen Wert klar sein. Mit dieser Einschränkung ist es nötig, zwei typische Anwendungsfälle zu betrachten: a) Fälle konstanter Beanspruchung, b) Fälle konstanter Dimensionen (Relaxationsprobleme).

Konstante Spannung.

Dieser Fall ist dem Versuche selber ähnlich. Die Extrapolation betrifft hauptsächlich die Ausdehnung auf lange Zeiten. Abb. 8 zeigt die Resultate eines typischen Dauer-Kriechversuches und Abb. 9 eine Umzeichnung und Extrapolation derselben, wie von Mc Vetty¹³⁾ vorgeschlagen. Seine Extrapolationsmethode besteht darin, ein empirisches Gesetz für die Abnahme der Kriechgeschwindigkeit mit der Zeit anzunehmen.

Relaxation.

Der Fall der Relaxation oder „Erschlaffung“ bei wenigstens annähernd konstanten Dimensionen ist etwas komplizierter. Die Diskussion ist am besten anhand des auf Abb. 10 dargestellten Modells zu führen, wo der auf seine elastischen und plastischen Eigenschaften zu untersuchende Probestab A durch eine als vollständig elastisch vorausgesetzte Feder B belastet wird. Die Relaxation besteht in dem allmählichen Nachlassen der Spannung in dem Probestab A, indem er sich plastisch dehnt, während die totale Verlängerung von Stab und Feder konstant gehalten wird. Die Vernichtung von Dampfrohren, Turbinenzylindern und ähnlichen Anwendungen stellt eine wichtige Gruppe von Festigkeitsproblemen dar, für die eine Behandlung dieses Falls von grossem

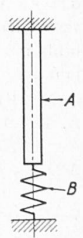


Abb. 10.

¹¹⁾ Nadai: „Theories of Strength“, A. S. M. E. 1933, Vol. 1, Nr. 3, S. 111, APM-55-15. In der Diskussion zu dieser Abhandlung schlägt Nadai die Funktion $v = v_1 s h \sigma / \sigma_1$ vor, die für grosse Kriechgeschwindigkeiten einem logarithmischen Gesetz, für kleine Kriechgeschwindigkeiten (Viskosität) aber einem linearen Gesetz folgt und ausserdem eine ungerade Funktion von σ ist. Für kleine v sind die beiden Funktionen identisch.

¹²⁾ Deutler: Physikalische Zeitschrift, Bd. 33 (1933), S. 347. Jamieson: „Influence of Rate of Shear on Shearing Strength of Lead“, ASME 1933, APM-56-7.

¹³⁾ Mc Vetty: „Working Stresses for High Temperature Service“, Jahresversammlung des A. S. M. E. 1933.

Interesse ist. Gewöhnlich wird dem Bolzen A eine Anfangsspannung erteilt, die nach dem Ablauf einer gewissen Zeit nicht unter einen gewissen Betrag fallen darf, ohne die Funktion des Bolzens zu beeinträchtigen.

Wenn die Ergebnisse eines langen Dauer-Kriechversuchs mit Gl. (21) verglichen werden, stellt sich heraus, dass auch die plastische Dehnung selbst die Spannung beeinflusst. Das dieser Tatsache zugrundeliegende physikalische Phänomen wird gewöhnlich *Verfestigung* genannt. Beim Anwachsen der plastischen Dehnung wächst die Spannung über den der Gl. (21) entsprechenden Wert an. Dieser Sachverhalt erheischt die Einführung eines zweiten Terms¹⁴⁾ in Gl. (21), sodass sie die folgende Gestalt annimmt:

$$\sigma = \sigma_1 \ln \left(1 + \frac{1}{v_1} \frac{d\epsilon_p}{dt} \right) + f(\epsilon_p) \quad (22)$$

Die *Verfestigungsfunktion* $f(\epsilon_p)$ ist durch Auswertung von Dauer-Kriechversuchen zu ermitteln. Abb. 11, 12 und 13 zeigen z. B. beziehungsweise die ursprünglichen Kriechkurven, den Vergleich der erhaltenen Punkte mit Gl. (22) und die Funktion $f(\epsilon_p)$ für Mangan-Gusstahl, über den sehr zufriedenstellende Versuche vorliegen.¹⁵⁾

Die einzelnen Punkte von Abb. 12 wurden erhalten, indem die Neigungen $d\epsilon_p/dt$ der Kriechkurven von Abb. 11 bestimmt und in Funktion der plastischen Deformation und Spannung aufgetragen wurden, nötigenfalls unter Extrapolation. Die auf diese Weise erhaltenen Punkte für die verschiedenen Werte von ϵ_p lassen auf die Existenz einer Reihe paralleler Geraden schliessen, welche die Neigung der durch den Koordinatenursprung gehenden Geraden für $\epsilon_p = 0$ festlegen. Die Schnittpunkte all dieser Geraden mit der σ -Axe bestimmen die Punkte der Verfestigungsfunktion $f(\epsilon_p)$, Abb. 13. Eine entsprechende Kurve für 12 % Cr Stahl ist in Abb. 14 dargestellt.

Das Verfahren erscheint etwas langwierig und willkürlich, und die Ergebnisse hängen in einem gewissen Grade von der Sorgfalt ab, mit der die Neigungen der

¹⁴⁾ Das Phänomen entspricht dem bekannten Anstieg der Fließspannungen während einer Kaltverformung. Die Formänderungskurve $\sigma = f(\epsilon)$ ist durch zwei Funktionen definiert: für das elastische Gebiet ($0 < \sigma < \sigma_s$) durch $\sigma = E \epsilon_e$; für das plastische Gebiet ($\sigma > \sigma_s$) durch $\sigma = f(\epsilon_p)$. $f(\epsilon_p)$ wird die Verfestigungsfunktion genannt. Im Idealfall einer scharf ausgeprägten Fließgrenze σ_s ist $f(\epsilon_p) = 0$. Nadai hat früher („Der bildsame Zustand der Werkstoffe“, 1. Aufl., S. 121) eine Verfestigungsfunktion $f(\epsilon_p) = \sigma' \epsilon_p$ eingeführt.

¹⁵⁾ Coffin und Swisher: „Flow of Steels at Elevated Temperatures“, A. S. M. E. 1931, APM-54-6.

Ernst L. Robinson: „Materials at High Temperature“, A. S. M. E., APM-55-17.

Siehe auch die Diskussion von R. B. Smith in der Abhandlung des Verfassers „Working Stresses“, A. S. M. E. 1932, Vol. 4, S. 131, APM-55-16.

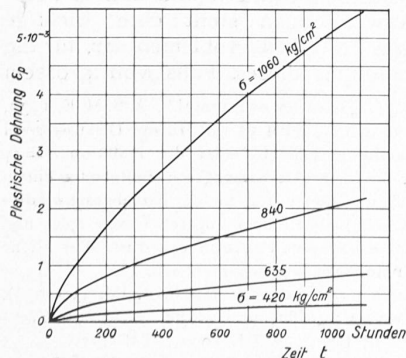


Abb. 11. (Mangan-Gusstahl.)

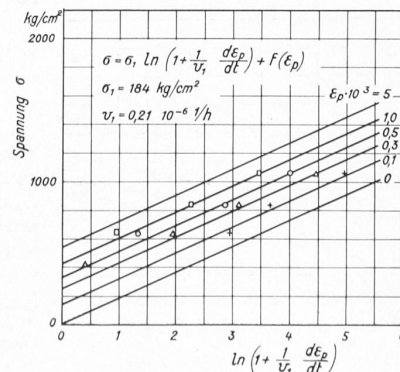


Abb. 12. (Mangan-Gusstahl.)

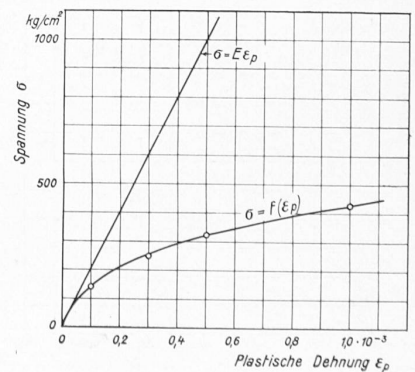


Abb. 13. (Mangan-Gusstahl.)

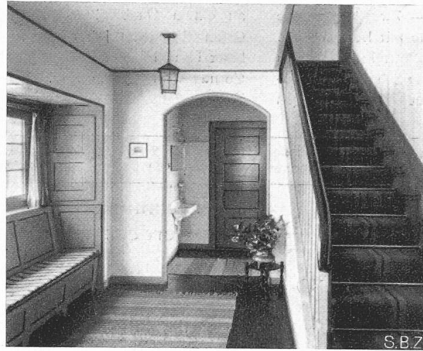


Abb. 5. Der Hausflur.



Abb. 6. Blick durchs Wohnzimmer ins Esszimmer.

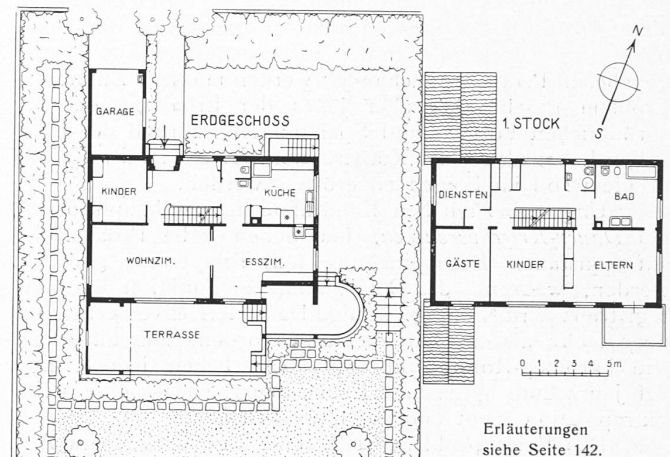


Abb. 1. Wohnhaus an der Brambergstrasse in Luzern. Grundrisse 1 : 400. Architekt W. Baur-Schill, S. I. A., Luzern.

Kriechkurven bestimmt werden. Das Resultat kann indessen stets durch graphische Integration von Gl. (22) längs Kurven konstanter Spannung, welche die ursprünglichen Kriechkurven liefern sollte, kontrolliert werden. Gleichzeitig hat man damit eine Methode, den Fall konstanter Spannung zu extrapolieren, die jedoch weniger befriedigt als die durch Abb. 9 illustrierte Methode.

Es soll jetzt das Relaxationsproblem für den in Abb. 10 skizzierten Stab gelöst werden. Dem Einfluss der Feder wird Rechnung getragen, indem man den wirklichen Elastizitätsmodul E des Probestabs durch den ideellen

$$E^* = \frac{E}{1 + \frac{Ea}{kl}} \quad (23)$$

ersetzt, wo a und l den Querschnitt, bzw. die Länge des Probestabs und k die Federkonstante bedeuten.¹⁶⁾

¹⁶⁾ Mit der Kraft Z gezogen, erfährt die Feder die Verlängerung Z/k , der mit $\sigma = Z/a$ beanspruchte Probstab die elastische Verlängerung $Z/a \cdot l/E$. Die Summe dieser beiden elastischen Verlängerungen beträgt also, auf die Stablänge bezogen, σ/E^* . (Der Uebersetzer.)

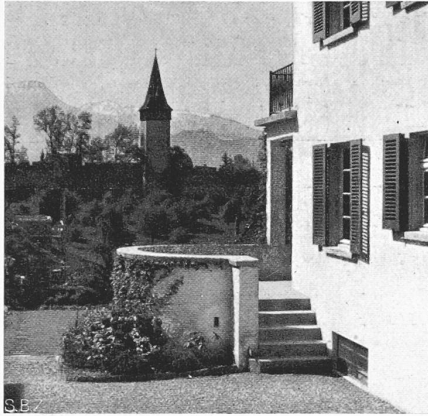


Abb. 3. Streifbild der Ostseite mit Blick auf die Musegg.

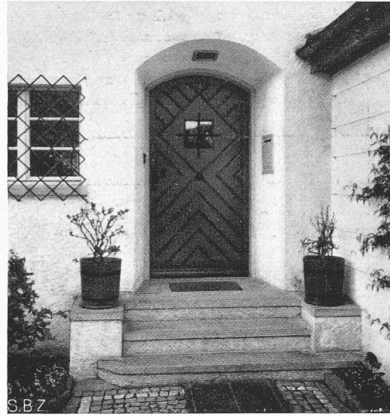


Abb. 4. Haustüre, rechts Garage.

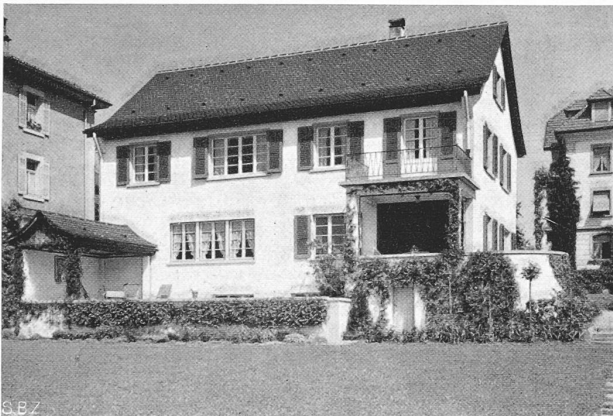


Abb. 2. Südansicht des Hauses, links der abschirmende Terrassenüberbau.

Die Anfangsspannung σ_0 ist durch die (elastische) Anfangsdehnung

$$\epsilon_0 = \frac{\sigma_0}{E^*} = \frac{\sigma_0}{E} \left(1 + \frac{E a}{k l} \right)$$

bestimmt. Nachdem der Stab A nachgegeben hat, würde wegen seiner plastischen Dehnung die Spannung um $E^* \epsilon_p$ vermindert, wenn keine Verfestigung einträte. Dank dieser vergrößert sich die Spannung um den Betrag $f(\epsilon_p)$ (die Verfestigungsfunktion). Die der plastischen Dehnung ϵ_p entsprechende Spannung ist somit

$$\sigma = \sigma_0 - E^* \epsilon_p + f(\epsilon_p) \quad (24)$$

Durch Einführung des Spannungsparameters

$$\sigma^* = \sigma - f(\epsilon_p) = \sigma_0 - E^* \epsilon_p \quad (25)$$

werden die von der Verfestigungsfunktion herrührenden Komplikationen vermieden. Gl. (22) wird nach Einführung von σ^* und Ersetzen von $\frac{d\epsilon_p}{dt}$ durch $-\frac{1}{E^*} \frac{d\sigma^*}{dt}$ gemäss Gl. (25) eine Differentialgleichung zwischen σ^* und t , die

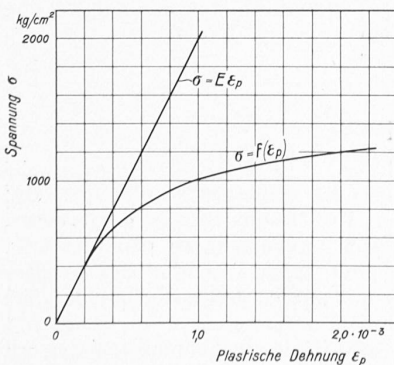


Abb. 14. (12% Chromstahl.)

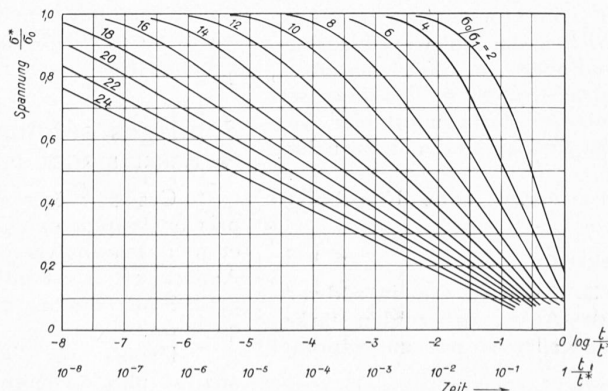


Abbildung 15.

für die Randbedingung $t = 0: \sigma^* = \sigma_0$ zu lösen ist. Diese Differentialgleichung kann so geschrieben werden:

$$dt = \frac{d\sigma^*}{v_1 E^* (1 - e^{\sigma^*/\sigma_1})} \quad (26)$$

Ihre Lösung ergibt sich leicht zu

$$t = \frac{\sigma_1}{E^* v_1} \ln \frac{1 - e^{-\frac{\sigma_0}{\sigma_1}}}{1 - e^{-\frac{\sigma^*}{\sigma_1}}} \quad (27)$$

Diese Funktion wird für verschiedene Werte σ_0/σ_1 durch Abb. 15 dargestellt, die zuweilen bei numerischen Rechnungen nützlich ist. Die Spannung ist mittels des Spannungsparameters σ^* ausgedrückt, die Zeit mit Hilfe eines durch

$$t^* = \frac{\sigma_1}{E^* v_1} \quad (28)$$

definierten Zeitparameters.

Gleichung (27) gibt den Spannungsparameter σ^* in Funktion der Zeit. Die Beziehung (25) $\epsilon_p = (\sigma_0 - \sigma^*)/E^*$ liefert für jeden Wert von σ^* die plastische Dehnung ϵ_p . Die wirkliche Spannung $\sigma = \sigma^* + f(\epsilon_p)$ wird dann aus der Verfestigungskurve leicht erhalten. Bei Abwesenheit von Verfestigung, $f(\epsilon_p) = 0$, fallen σ^* und σ zusammen.

Aus Gl. (27) kann eine weitere, noch einfachere Folgerung gezogen werden: Gemäss dieser Gleichung nähert sich σ^* offenbar null, wenn die Zeit sehr gross wird. Dies heisst nach (25), dass

$$\sigma = f(\epsilon_p) \quad (29)$$

wird, womit die Grenzspannung bestimmt ist, der σ bei konstanter Dehnung zustrebt.

Dies gibt der Kurve $f(\epsilon_p)$ eine anschauliche Bedeutung, da sie zu einer rationellen Vorausbestimmung der zulässigen Beanspruchung benützt werden kann. Nach (25) ist klar, dass für $\sigma^* = 0$, d. h. bei Erreichung der endgültigen plastischen Dehnung diese der Anfangsspannung proportional ist:

$$\sigma_0 = E^* \epsilon_p \quad (30)$$

Die Geraden auf Abb. 13 und 14 sind für den Wert $E^* = E = 2 \cdot 10^6 \text{ kg/cm}^2$ aufgezeichnet worden, der ungefähr einem normalen Bolzen entspricht. Wenn z. B. der 12% Chrom-Stahl anfänglich mit 2000 kg/cm^2 gespannt wird, so wird er sich bei 450°C solange dehnen, bis die Spannung auf etwa 1000 kg/cm^2 , ihren endgültigen Wert, gesunken ist. Natürlich muss der Bolzen seine Aufgabe auch bei der niedrigeren Beanspruchung von 1000 kg/cm^2 erfüllen können. Der Mangan-Stahl wird, anfänglich mit 1000 kg/cm^2 beansprucht, unter den gleichen Verhältnissen nachgeben, bis die Spannung etwa 325 kg/cm^2 erreicht hat, was die schlechteren Kriech-Eigenschaften dieses Materials illustriert.

Während soeben angenähert $E^* = E$, also die anfängliche elastische Stabdehnung σ_0/E gleich der endgültigen plastischen Dehnung σ_0/E^* angenommen wurde, lässt sich die endgültige Spannung in Abhängigkeit der Federkonstanten k ebenso leicht genau ermitteln. Ist z. B.

$k = E a/l$, was gemäss Gl. 23 einem ideellen Elastizitätsmodul $E^* = 0,5 E = 10^6 \text{ kg/cm}^2$ und einem verdoppelten Zeitmasstab t^* (Gl. 28) entspricht, so wird die Anfangsdehnung des Stabes σ_0/E mit der Zeit auf den doppelten Betrag $\sigma_0/0,5 E$ anwachsen, sodass sich die endgültigen Spannungen in dem obigen Beispiel bei 12% Cr-Stahl auf 1200 kg/cm^2 , bei Manganstahl auf 425 kg/cm^2 erhöhen.

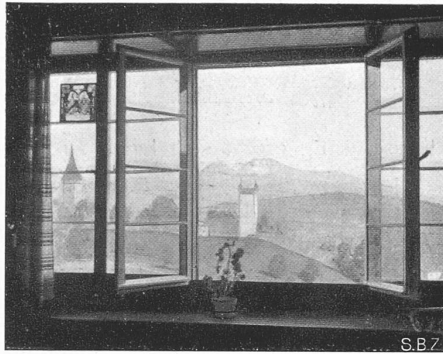


Abb. 11 und 12. Im grossen Wohn- und Musikzimmer des I. Stocks. — Eigenheim Arch. W. Baur-Schill, Luzern.

Der Einfluss der Temperatur.

Die vorgängig skizzierte Methode erfordert lange Dauer-Kriech-Versuche für den betreffenden Spannungsbereich und bei der fraglichen Temperatur. Sie kann nur dann als völlig zuverlässig angesehen werden, wenn sie sich auf Versuche bei den richtigen Temperaturen und Spannungen stützt. Solche Versuche liegen aber selten für viele Temperaturen vor, sodass es gewöhnlich nötig ist, sogar hinsichtlich der Temperatur zu extrapolieren.

Wenn die obigen Untersuchungen für zwei oder drei Temperaturen durchgeführt werden können, so erhält man dazwischenliegende Werte, indem man die Grössen σ_1 , v_1 und $f(\varepsilon_p)$ als Funktion der Temperatur betrachtet. Obschon man häufig so zu verfahren haben wird, kann nicht genug betont werden, dass eine solche Extrapolation in der Richtung höherer Temperaturen mit Risiko verbunden ist.

In einigen jüngeren Untersuchungen über das Kriechen ist versucht worden, in die Ursachen dieser Erscheinung einzudringen. Möglicherweise werden diese Bemühungen zu besseren Extrapolationsmethoden führen. Bailey¹⁷⁾ hat gefunden, dass die Bildung von körnigem Perlit die Veränderung der mikroskopischen Struktur von Kohle-Stählen ausdrückt, die das Kriechen auf das tiefste beeinflusst. Vielleicht werden Methoden, die sich auf quantitative Messungen von Faktoren wie diese Perlitbildung stützen, zuverlässigere Extrapolationen gegen höhere Temperaturen gestatten.

Zwei bürgerliche Wohnhäuser in Luzern.

Von Dipl. Arch. S. I. A. W. BAUR-SCHILL, Luzern.

Haus an der Brambergstrasse.

Der Bauplatz liegt an ruhiger Wohnstrasse mit leichter Neigung gegen Süden und schöner Aussicht auf Berge und Museggmauer. Die westliche Laube schützt die offene Gartenterrasse gegen das Wetter und den Einblick vom nahe gelegenen Nachbarhaus. Südlich ist in zwei Terrassierungen ein grosser Garten vorgelagert.

Der Bau hat 25 cm starke Backsteinmauern mit innerer, 5 cm starker Weltonplatte; aussen Kalkverputz mit der Kelle abgezogen und weiss getüncht, Fensterladen grün, Holzwerk braun lasiert. Das Treppenhaus im Innern ist mit Patentfarbe weiss gestrichen, das Holzwerk blaugrün. Guter Ausbau mit grossem Boiler und Küchenschrank, elektrischem Kachelofen, Zentralheizung und Warmwasserbereitung und grossem Badzimmer mit komfortabler Ausstattung. Das Dachgeschoss ist unausgebaut mit Ausnahme eines Zimmers im Ostgiebel.

Erstellungsjahr 1928. Baukosten ohne Umgebungsarbeiten 74 Fr./m³.

Das Eigenhaus des Architekten.

Der Bauplatz hat ein Gefälle von rd. 6 m in südwestlicher, diagonalen Richtung, das Anlass gab zu den starken Terrassierungen. Der ganze Keller musste ausgesprengt

werden. Zu den notwendigen Stützmauern konnten die beim Aushub gewonnenen Steine verwendet werden.

Alle ständig benützten Räume, nämlich vier Zimmer, Küche und Bad, liegen auf einem Boden. Drei der Zimmer werden als Schlafzimmer benützt und liegen mit dem Bad und WC an einem internen, abgeschlossenen Korridor. Bad und WC sind durch eine 2 m hohe Wand getrennt. Das Wohn- und Esszimmer an der Südwestecke des Hauses steht in enger Verbindung mit der westlich angebauten offenen Laube und dem intimen kleinen Blumengarten. Im Sommer dient diese Laube als Freiluft-Wohnraum und hauptsächlichster Aufenthaltsort der Familie auch für die Mahlzeiten. Von der Küche aus ist sie durch ein Fenster des Windfanges leicht bedienbar.

Von der Laube führt eine Treppe zum untern, dem Kellergeschoss südlich vorgelagerten Garten mit der Spielwiese für die Kinder. Ein Steinwall aus den schlechtern Aushubsteinen ermöglichte es, auch diesen Gartenteil horizontal zu legen trotz des starken Gefälles des Bauplatzes. Die südlichen Räume des Untergeschosses liegen auf gleicher Höhe wie dieser Garten. Sie sind nicht unterkellert, haben aber gut isolierte Böden und sind an die Heizung angeschlossen.

Im Dachstock liegt auf der Südseite, wo die Aussicht auf die Berge und die alte Stadtmauer mit den Türmen am schönsten und unverbaubar ist, die grosse Wohndiele, ein Raum für Musik und Geselligkeit, auch gelegentlicher Arbeitsraum des Hausherrn. Sie steht in guter direkter Verbindung mit dem Hauseingang durch die gradläufige Treppe, und mit der Küche durch einen Speiseaufzug. Die abgeschrägten seitlichen Teile, der mit Klinkern gemauerte Kamin und die sichtbaren Holzbalken der Decke geben dem Raum eine behagliche Wohnlichkeit. Nach der Nordwestseite liegen im Dachstock noch zwei Schlafräume und ein WC mit Waschgelegenheit.

Der Bau ist sparsam ausgeführt mit 25 cm starkem Marmurwerk, enthält aber viele eingebaute Schränke. Auch das Esszimmermobiliar, Truhenbank und niedriges Buffet aus gestrichenem Tannenholz mit Inlaidabdeckung wurden eingebaut. Baujahr 1932/33. Baukosten ohne Umgebungsarbeiten 55 Fr./m³.

Sondages aérologiques.

Par PIERRE BERGER, Dr. ès sciences, ingénieur, Zurich.

Ces dernières années les sondages aérologiques ont pris une rapide extension. Les raisons en sont nombreuses, et nous les analyserons très brièvement un peu plus loin. Auparavant il est utile, pour saisir l'étendue des progrès réalisés, de donner un court aperçu de l'historique de cette question.

Depuis près d'un demi-siècle des météorologistes ont analysé plus ou moins régulièrement la structure atmosphérique à l'aide de sondages de la température, de la pres-

¹⁷⁾ R. W. Bailey und A. M. Roberts: „Testing of Materials for Service in High Temperature Steam Plant“, Proc. of Inst. M. E. 1932, S. 209.

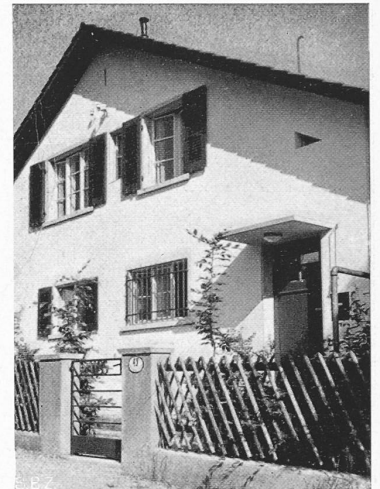


Abb. 10. Bergseite mit Eingang.