Zur Relaxation von Stahldrähten

Autor(en): **Speck, F.**

Objekttyp: **Article**

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

Band (Jahr): **20 (1960)**

PDF erstellt am: **01.06.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-17567

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.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

http://www.e-periodica.ch

Zur Relaxation von Stahldrähten

(Ergänzende Bemerkungen)

On the Relaxation of Steel Wires

(Additional Remarks)

Sur la relaxation des fils d'acier

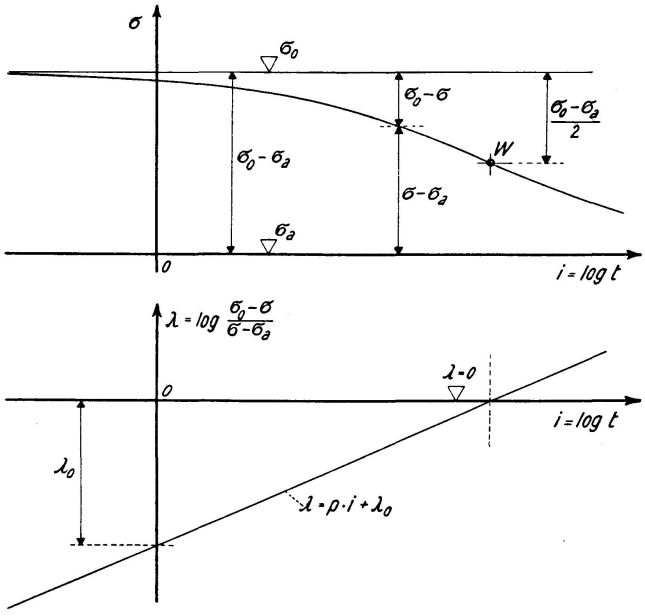
(Remarques complémentaires)

F. SPECK

Dipl.-Ing., ETH, Zürich

1. Zusammenfassung der Relaxationstheorie

Prof. Dr. STÜSSI schlägt in den Abh. Bd. XIX. 273 vor, die Relaxation von Stahldrähten mit einem Langzeitgesetz zu erfassen, das schon für die Dauer-



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

$$\lambda = \log f = \lambda_0 + p\,i$$

Fig. 1. Relaxationsgesetz.

festigkeit und neuerdings auch für das Kriechen des Betons gute Übereinstimmung gezeigt hat.

Dieses Gesetz und seine mathematische Formulierung sind in Fig. 1 nochmals kurz festgehalten.

Prof. Dr. STÜSSI vergleicht dazu in seiner Abhandlung Versuchsresultate der Felten & Guilleaume Carlswerk AG in Köln-Mülheim, die bis zur Zeit t = 1200 Std. reichen, mit den theoretischen Rechnungswerten. Als Abschluß zeigt er die Anwendung auf die Relaxation bei gleichzeitigem Kriechen und Schwinden des Betons.

2. Aufgabe des folgenden Kurzberichtes

Auch wenn die Übereinstimmung im mehr oder weniger langen Versuchsbereich gut ist, bleibt doch die grundsätzliche Schwierigkeit auf bedeutend größere Bereiche zu extrapolieren, was naturgemäß eine sehr empfindliche Aufgabe ist. Je besser Messung und theoretischer Verlauf im Versuchsbereich zusammenpassen und je länger der vorhandene Versuchsbereich an sich ist, desto sicherer kann eine solche weitgehende Extrapolation ausgeführt werden.

Eine möglichst zuverlässige Aussage über den Endwert ist die eigentliche Aufgabe eines Langzeitgesetzes und ist für die meisten praktischen Fälle von ausschlaggebender Wichtigkeit.

Die Zahlenangaben in der Abhandlung XIX basieren auf Versuchen von 1200 Stunden Dauer und sollen hier zuerst mit den auf 2400 Stunden ausgedehnten Versuchsreihen für reine Relaxation und dann mit einem neuen über die gleiche Zeitdauer sich erstreckenden Versuch für Relaxation mit Kriech- und Schwindeinfluß verglichen werden.

3. Versuchsauswertung und Vergleich der Ergebnisse

Die in der Abhandlung XIX. 278 angegebenen Versuchsreihen für reine Relaxation wurden von 1200 Stunden bis auf 2400 Stunden weitergeführt. Damit konnten die Koeffizienten der vier Kurven noch etwas besser angepaßt werden.

Tabelle 1

	t: 0—1200 Std.			t: 0—2400 Std.		
σ_0 kg/mm²	λ	$\bar{\sigma}_0$ kg/mm²	σ_a kg/mm²	λ	$\bar{\sigma}_0$ kg/mm²	σ_a kg/mm²
102	$0{,}350\, i - 1{,}602$	102,00	90,1	$0{,}347\, i - 1{,}640$	102,00	88,7
110,5	$0{,}322\, i - 1{,}454$	110,53	89,4	$0{,}315\, i - 1{,}460$	110,55	88,7
119	$0{,}272\, i - 1{,}190$	119,18	92,2	$0{,}268\, i - 1{,}200$	119,35	88,7
127,5	$0{,}200\, i - 0{,}809$	129,60	88,6	$0{,}200\, i - 0{,}820$	129,70	88,7

Die weiteren λ-Geraden für andere Vorspannungen wurden interpoliert mit Berücksichtigung der ziemlich sicheren Tatsache, daß die verschiedenen λ-Geraden sich in einem Punkte schneiden. Diese λ-Geradenschar ist in Fig. 2 (Schar *a*) dargestellt.

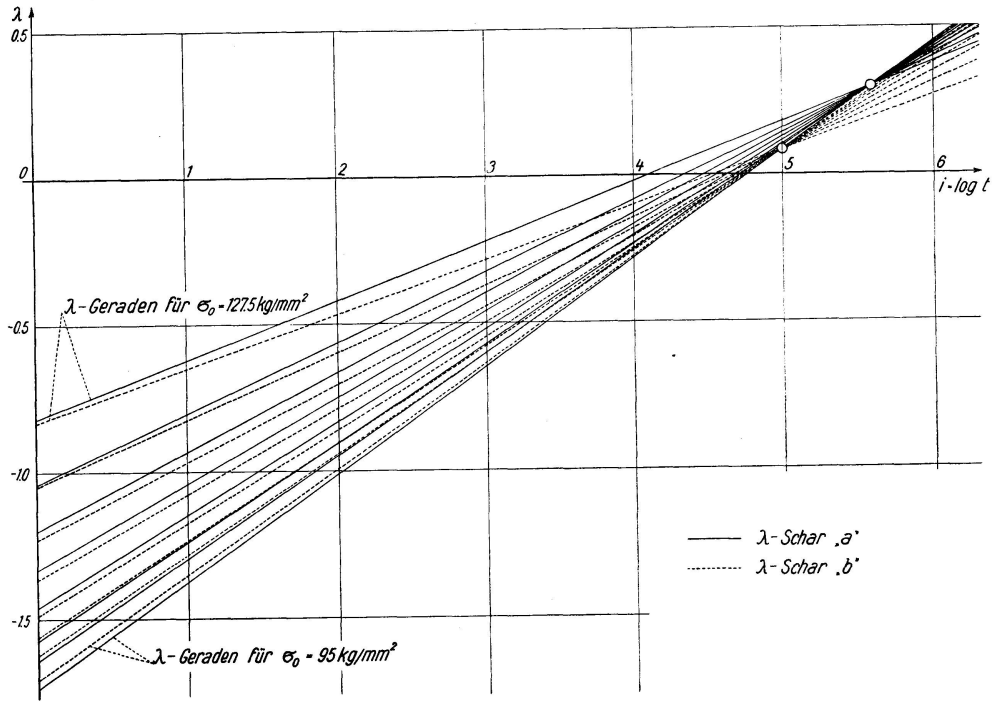


Fig. 2. λ-Geradenscharen.

Die Berechnung des Relaxationsvorganges mit Berücksichtigung des Betonkriechens, ausgehend von diesen Angaben, ergibt Resultate, die mit der zweiten unabhängigen Versuchsreihe mit stufenweiser Kriechentlastung, wie Fig. 3 zeigt, bemerkenswert gut übereinstimmen. Dabei ist zu beachten, daß die Meßangaben von jeweils nur 2 Prüfstäben herkommen.

Man kann aber auch ausgehend von diesen Meßwerten die Kurvenschar $\sigma - \sigma_0$ des Relaxationsvorganges bestimmen, da es sich hier ja um jeweils zwei weitere Meßreihen für einen bestimmten Vorspannungsgrad und mit bekannten Entlastungen handelt. Die Berechnung wird gewissermaßen rückwärts durchgeführt und besteht in der Anpassung der $\sigma - \sigma_0$-Kurvenschar an die Versuchswerte und im nachträglichen stetigen Ausgleich der erhaltenen $\lambda_0\,(\sigma_0)$- und $p\,(\sigma_0)$-Kurven. Die λ-Geraden sollen wiederum durch einen gemeinsamen Schnittpunkt gehen. Die Berechnung und die Ergebnisse sind in Fig. 4 und 5 zusammengefaßt, während die veränderte λ-Geradenschar aus Fig. 2 (Schar *b*) ersichtlich ist.

Wenige kurze Bereiche ausgenommen ist die Übereinstimmung im Streubereich der beiden Meßwerte erreicht.

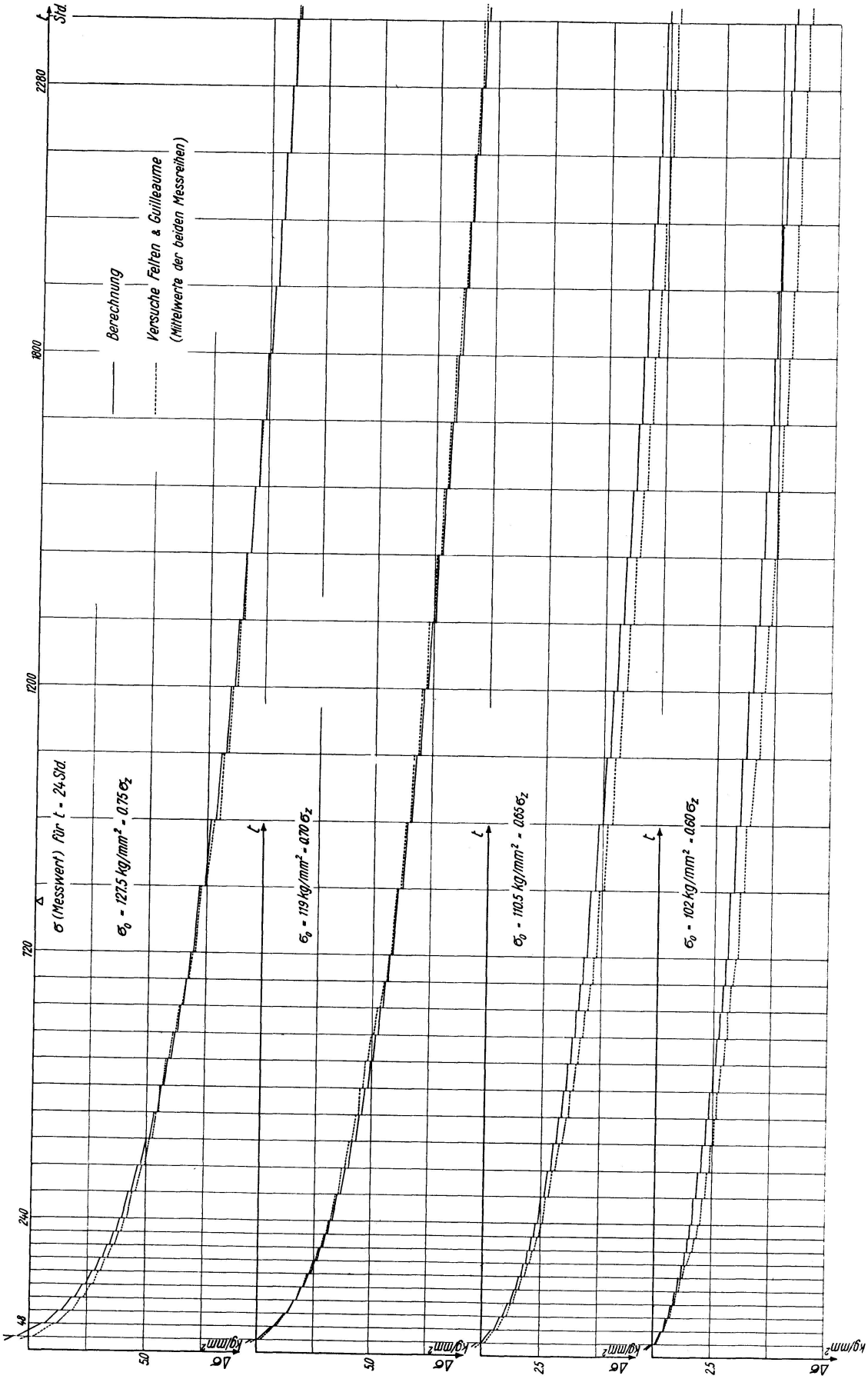


Fig. 3. 1. Auswertung: Vergleich Rechnung und Versuch.

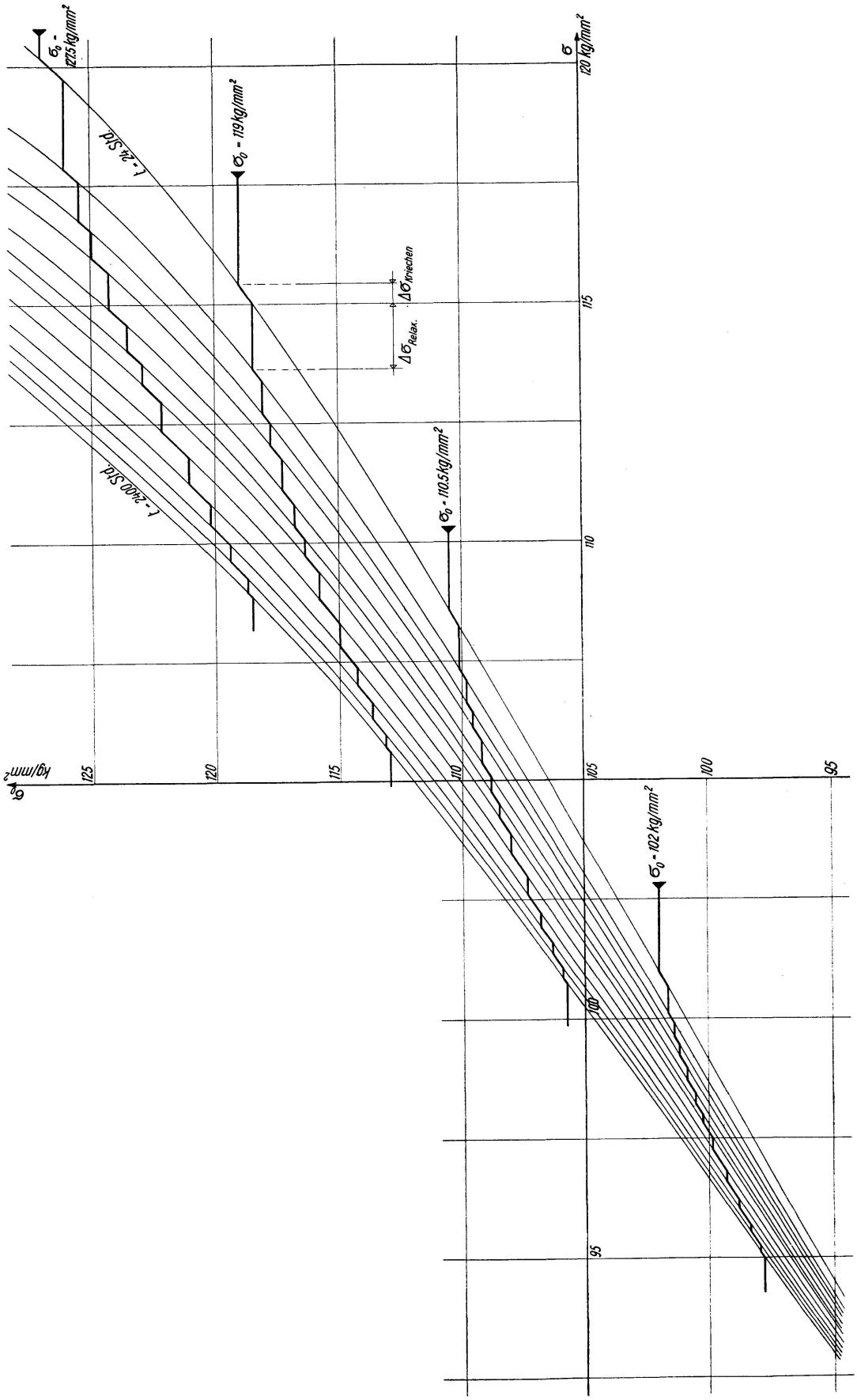


Fig. 4. Rechnerische Untersuchung zu Fig. 5.

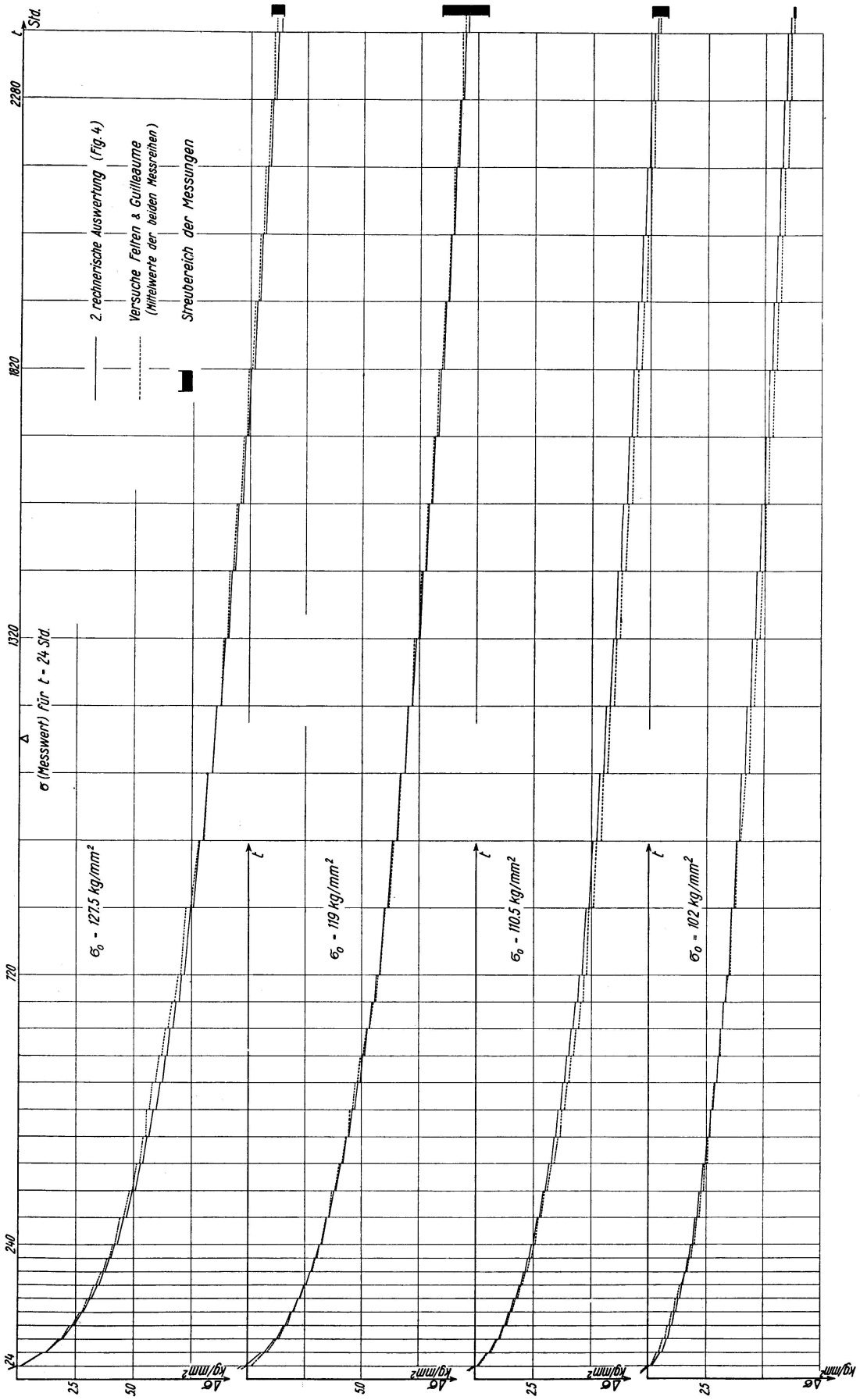


Fig. 5. 2. Auswertung: Vergleich Rechnung und Versuch.

4. Schlußfolgerungen

Bemerkenswert ist eigentlich nicht die schließlich erreichte Übereinstimmung, die übrigens durch leichte Veränderung des Schnittpunktes der λ-Geraden noch verfeinert werden könnte, sondern die außerordentlich gute Übereinstimmung der unabhängig berechneten Kurven.

Wie aus Tab. 2 zum Beispiel beim Vergleich der beiden λ-Geradenscharen hervorgeht, ist die Änderung unwesentlich und teilweise nur durch die neue Annahme des Endwertes bedingt.

Tabelle 2

σ_0 kg/mm²	1. Auswertung $\lambda = p\,i + \lambda_0$	2. Auswertung $\lambda = p\,i + \lambda_0$	$\Delta\, p$	$\Delta\, \lambda_0$
95	$0{,}365\, i - 1{,}739$	$0{,}359\, i - 1{,}709$	0,006	0,030
102	$0{,}347\, i - 1{,}640$	$0{,}341\, i - 1{,}623$	0,006	0,017
106	$0{,}335\, i - 1{,}572$	$0{,}329\, i - 1{,}562$	0,006	0,010
110,5	$0{,}315\, i - 1{,}460$	$0{,}314\, i - 1{,}487$	0,001	0,027
115	$0{,}292\, i - 1{,}332$	$0{,}290\, i - 1{,}366$	0,002	0,034
119	$0{,}268\, i - 1{,}200$	$0{,}263\, i - 1{,}230$	0,005	0,030
123	$0{,}240\, i - 1{,}042$	$0{,}227\, i - 1{,}049$	0,013	0,007
127,5	$0{,}200\, i - 0{,}820$	$0{,}182\, i - 0{,}835$	0,018	0,015

Interessant ist der Werdegang des gesuchten Endwertes σ_a im Vergleich der drei Berechnungen:

1. Abh. XIX. 278 (0—1200 Std) $\sigma_a \sim 90$ kg/mm²
2. Weiterführung und Verfeinerung von 1. (0—2400 Std) $\sigma_a \sim 88{,}7$ kg/mm²
3. Relaxation und Betonkriechen, neue Versuchsreihe (0—2400 Std.) $\sigma_a \sim 86{,}7$ kg/mm²

Wir haben hier, bezogen auf die gegebene Bruchgrenze $\sigma_z = 170$ kg/mm², eine maximale Streuung von 1,94 %, die als absolut befriedigend angesehen werden kann.

Die vorliegenden Versuche erstrecken sich über eine beschränkte Zeitdauer, so daß kleinere Unsicherheiten in der Versuchsdurchführung nicht ganz eliminiert werden können. Neue Relaxationsversuche sind erwünscht, um die vorliegende Theorie noch eingehender zu überprüfen.

Zusammenfassung

In diesem kurzen Nachtrag wird das in der Abhandlung XIX. 273 von Prof. Dr. Stüssi vorgeschlagene Langzeitgesetz für die Relaxation von Stahldrähten anhand weitergeführter und neuer Messungen geprüft.

Die erhaltene Übereinstimmung und hauptsächlich die Aussage über den Endwert können als sehr befriedigend bezeichnet werden.

Summary

In this short supplementary paper, the long-time law for the relaxation of steel wires suggested by Prof. Dr. Stüssi in Publications Vol. XIX, 273 is verified by means of continued and new measurements.

The agreement obtained, and particularly the evidence regarding the end values, may be described as highly satisfactory.

Résumé

Dans ce court mémoire complémentaire, l'auteur vérifie, sur la base de mesures poursuivies et nouvelles, la loi, régissant les phénomènes de longue durée, que le Prof. F. Stüssi a proposée dans le dix-neuvième volume des «Mémoires» (p. 273) pour l'étude de la relaxation des fils d'acier.

La concordance obtenue et tout particulièrement les prévisions concernant la valeur limite peuvent être considérées comme très satisfaisantes.