

<b>Zeitschrift:</b>	Technische Mitteilungen / Schweizerische Telegraphen- und Telephonverwaltung = Bulletin technique / Administration des télégraphes et des téléphones suisses = Bollettino tecnico / Amministrazione dei telegrafi e dei telefoni svizzeri
<b>Herausgeber:</b>	Schweizerische Telegraphen- und Telephonverwaltung
<b>Band:</b>	17 (1939)
<b>Heft:</b>	2
<b>Artikel:</b>	Messung des Drahtdurchhangs auf Freileitungen
<b>Autor:</b>	Wyssbrod, O.
<b>DOI:</b>	<a href="https://doi.org/10.5169/seals-873385">https://doi.org/10.5169/seals-873385</a>

### Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. 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. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

### 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. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

### 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. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 27.01.2026

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



Abb. 8. Ufenau und Lützelau, Fliegeraufnahme; erstellt durch die Eidg. Landestopographie.

*31. Oktober.*

Fahrt mit dem Verlegeschiff von Zürich-Tiefenbrunnen zur Kabellandungsstelle südöstlich der Insel Ufenau, Landen des Kabels auf der Insel und Versenken bis Ufer Pfäffikon.

Die maximale Seetiefe auf dem gewählten Tracé beträgt 14 m. Die Pupinmuffe kam in eine Tiefe von etwa 10 m zu liegen.

Um die Betriebskapazität der 1080 m messenden Anlauflängen in Rapperswil mit derjenigen eines

halben Spulenfeldes in Einklang zu bringen, ist das 732 m lange Seekabel vom Damm Rapperswil bis Spulenpunkt im See mit entsprechend tieferen Kapazitätswerten fabriziert worden. Der Kabeldurchmesser wurde dadurch etwas grösser.

Nachdem alle Messungen und Spleissungen ausgeführt waren, erfolgten vom 10. bis 12. November der Zusammenschluss des Bezirkskabels Rapperswil-Pfäffikon mit dem Kabel Pfäffikon-Einsiedeln und anschliessend die Inbetriebnahme des neuen Fernkabels Luzern-Pfäffikon.

## Messung des Drahtdurchhangs auf Freileitungen.

DK 621.315.056.1

Im Freileitungsbau muss aus folgenden Gründen auf die Innehaltung von richtigen Drahtdurchhängen geachtet werden:

1. Zu gross gewählte oder ungleiche Drahtdurchhänge im gleichen Spannfeld geben Anlass zu Drahtverwicklungen.

2. Ungleiche Drahtabstände von Leitungen stören die Symmetrie in elektrischer Beziehung und können trotz dem Einbau von Drahtkreuzungen Uebersprechen verursachen.

3. Zu klein gewählte Durchhänge führen bei tiefen Temperaturen und bei Schnee-, Eis- oder Rauhreifansätzen zu Drahtbrüchen und beanspruchen die Tragwerke übermassig, was zur Zerstörung von Linien führen kann.

Sieht man von aussergewöhnlich langen Spannweiten ab, wo sich die Messung des Durchhangs durch Theodolit, Messlatte oder Messwinkel lohnen würde, so wird es meist der Schätzung des Freileitungsmonteurs überlassen, den vorgeschriebenen Durchhang innezuhalten. Mit den horizontalen Pen-

delschwingungen, die man den ausregulierten Draht in einer halben oder ganzen Minute ausführen lässt, hat man wohl ein Kontrollmittel, um Ausführung und Uebereinstimmung mit der Bauvorschrift zu überprüfen. Leider haften aber dieser Methode verschiedene Nachteile an, und zwar:

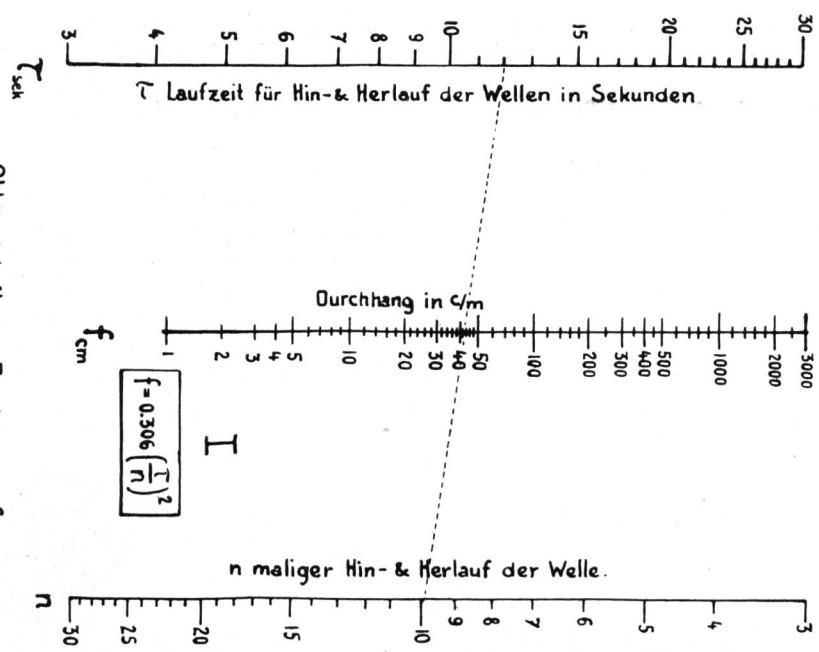
Muss das Tragwerk bestiegen werden, um von Hand den Draht langsam und sorgfältig in Pendelschwingungen zu versetzen.

Klingen die Pendelschwingungen sehr rasch ab, so dass man Mühe hat, vom Boden aus die Schwingungen während einer halben oder ganzen Minute zu zählen.

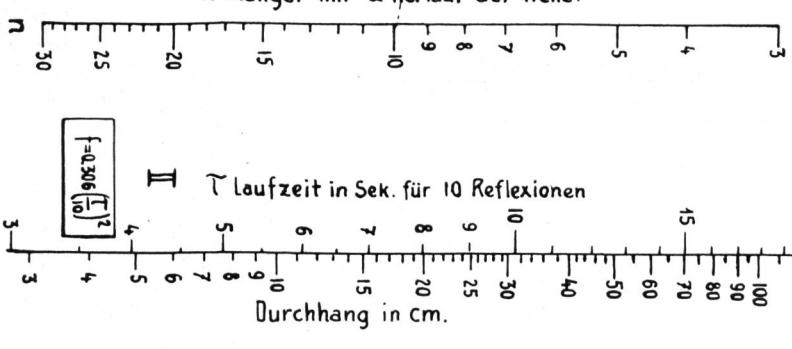
Lässt sich nicht immer vermeiden, dass sich Transversalwellen in die Pendelschwingungen mischen und so die Beobachtung erschweren.

Wird die Methode bei Wind unsicher.

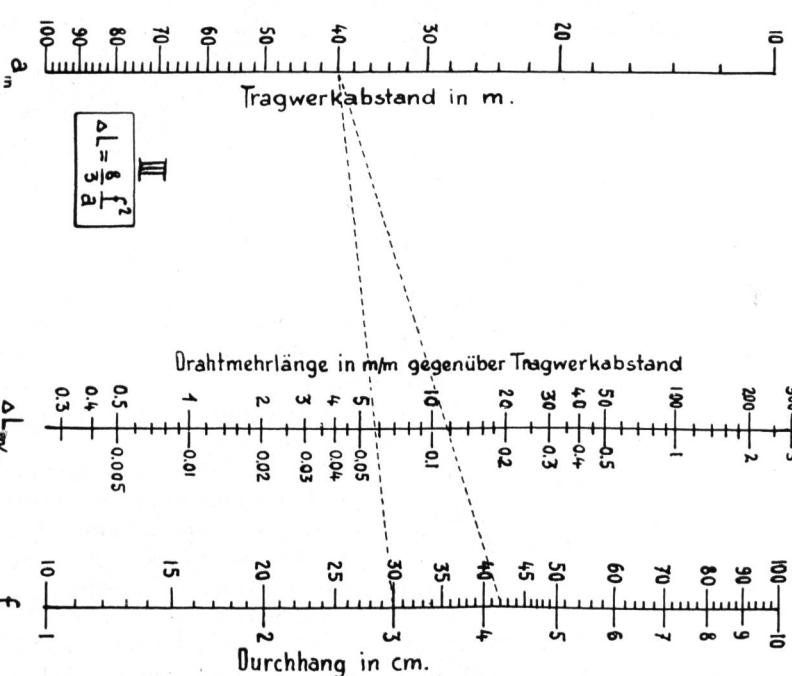
Thomas hat nun in einem Artikel in der Telegraphen- und Fernsprechtechnik (Heft Nr. 11 von 1932) nachgewiesen, dass der Drahtdurchhang unabhängig von Durchmesser, Drahtmaterial und



**Beispiel:** Die Laufzeit für 10 Reflexionen der Transversalwelle beträgt gemessen mit der Stoppuhr 12 Sekunden. Der Durchhang ist somit 44 cm.



**Beispiel:** Der Durchhang eines Drahtes wird bei einem Tragwerkabstand von 40 m mit 30 cm festgestellt; nach der geltenden Durchhangstabellen soll er aber 42 cm betragen. Der Draht muss somit um 57 mm nachgelaßen werden ( $11.5\text{ weniger }5.8 = 57 \text{ mm}$ )



**Beispiel:** Der Durchhang eines Drahtes wird bei einem Tragwerkabstand von 40 m mit 30 cm festgestellt; nach der geltenden Durchhangstabellen soll er aber 42 cm betragen. Der Draht muss somit um 57 mm nachgelaßen werden ( $11.5\text{ weniger }5.8 = 57 \text{ mm}$ )

Abbildung 1.  
Abhängigkeit des Durchhanges  $f$  von der Laufzeit  $T$  der Transversalwelle.

Abbildung 2.  
Abhängigkeit des Durchhanges  $f$  von der Laufzeit  $T$  der Transversalwelle.

Abbildung 3.  
Abhängigkeit des Längenzuwachses  $\Delta L$  vom Durchhang  $f$  in cm und dem Tragwerkabstand in Metern.

Stangenabständen viel einfacher und noch mit grösserer Genauigkeit statt durch optische Messung oder mit den gewöhnlichen Pendelschwingungen aus der Laufzeit von Transversalwellen ermittelt werden kann. Eine Transversalwelle wird erzeugt, indem man den zu messenden Draht in der Nähe eines Isolators seitlich mit der Handkante oder einem

Stock anschlägt. Mit der Stoppuhr misst man nun die Zeit z. B. für 10 Hin- und Herläufe dieser Welle, und damit ist auch der Durchhang bestimmt. Der Verlauf dieser Welle ist im Spannfeld sehr gut zu beobachten, auf alle Fälle viel besser als die gewöhnlichen Pendelschwingungen mit ihren geringen Ausschlägen.

Nachstehend nun die Ableitung der von Thomas angegebenen und etwas ergänzten mathematischen Beziehungen.

Unter der Voraussetzung, dass die Reaktion gegen eine Biegung nur von der Spannung und nicht von der eigenen Elastizität des Drahtes herröhrt, ist die Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Transversalwelle im gespannten Draht

$$c = \sqrt{\frac{P}{\mu}} \quad (1)$$

wobei  $P$  die spannende Kraft und  $\mu$  die Masse des Drahtes je Längeneinheit bedeutet (siehe E. Warburg. Experimentalphysik). Ferner ist

$$P = \sigma \cdot q = \frac{a^2 \delta}{8f} \cdot q = \frac{a^2 \cdot p}{8f} \quad (2)$$

(Siehe Winnig. Die Freileitungslinie und ihre statische Berechnung), wobei

$\sigma$  = Spannung im Draht.

$\delta$  = Dichte des Drahtes.

$q$  = Querschnitt des Drahtes.

$\delta \cdot q = p$  = Gewicht des Drahtes je Längeneinheit  
=  $\mu g$ .

$g$  = 9,81 Fallbeschleunigung in m sec.<sup>-2</sup>.

$f$  = Durchhang in m.

Aus (1) und (2) wird

$$c = \sqrt{\frac{a^2 \cdot \mu \cdot g}{8f \cdot \mu}} \quad \text{oder} \quad (1a)$$

$$c = a \sqrt{\frac{g}{8f}} \quad (1b)$$

Die Laufzeit für einmaligen Hin- und Herlauf der Welle zwischen den beiden Tragwerken ist in Sek.

$$\begin{aligned} \tau &= \frac{2a}{c} = \frac{2a}{a \sqrt{\frac{g}{8f}}} = \frac{2}{\sqrt{\frac{g}{4 \cdot 2f}}} = \frac{4 \sqrt{2f}}{\sqrt{g}} \\ &= \frac{5.65}{3.132} \sqrt{f} = 1.807 \sqrt{f} \end{aligned} \quad (3)$$

Mithin für  $n$ -maligen Hin- und Herlauf

$$\tau_n = 1.807 n \sqrt{f} \quad (4)$$

Der Durchhang ergibt sich also direkt aus der Laufzeit nach (4)

$$f = \frac{\tau_n^2}{1.807^2 n^2} = 0.306 \left( \frac{\tau_n}{n} \right)^2 \quad (5)$$

und ist unabhängig von *Drahtmaterial*, *Drahdurchmesser* und *Tragwerkabstand*.

Zur praktischen Anwendung dieses von Thomas angegebenen Verfahrens wurden nun die beiden Nomogramme entworfen. Abb. 1 lässt Durchhänge ohne jede Rechnung ermitteln von 1—3000 cm aus der Laufzeit für 3- bis 30maligen Hin- und Herlauf einer solchen Transversalwelle.

Beschränkt man sich, wie sich dies in der Praxis am besten bewährt hat, auf eine feste Zahl von 10 Hin- und Herläufen einer Transversalwelle, so ergibt sich der in Abb. 2 dargestellte einfache Zusammenhang zwischen Laufzeit und Durchhang, der, wie schon gesagt, ganz unabhängig ist von Draht-

sorte, Durchmesser oder Stangenabstand. Das Nomogramm orientiert auch recht gut über den Genauigkeitsgrad der Messung nach dieser Methode, die beim Ablesen von  $1/5$  Sek. einer Stoppuhr den Durchhang bei normalen Spannweiten auf 1 bis 1,5 cm genau bestimmen lässt.

Wir geben dem Handwerkerpersonal nur die auf Pappe aufgezogene Skala (Abb. 2) ab, um es instand zu setzen, hinreichend genau mit den blosen Sekundenangaben der gewöhnlichen Taschenuhr Durchhänge rasch zu bestimmen. Will man die Vereinfachung noch weiter treiben und noch genauere Angaben, so kann man, wie Abb. 4 zeigt, das Ziffer-

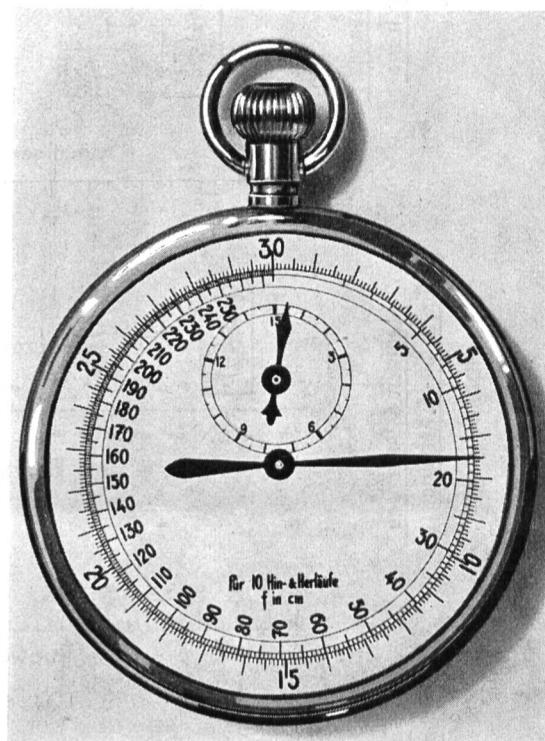


Fig. 4.

blatt einer Stoppuhr zu 30 Sekunden mit den errechneten Durchhängen bei einer bestimmten Zahl von Hin- und Herläufen der Transversalwelle, z. B. 10, beschriften lassen, um mit dem denkbar kleinsten Zeitaufwand ganz zuverlässige Kontrollaufnahmen durchzuführen.

Wenn es sich nun darum handelt, beim Bau von Freileitungen oder bei Weitspannungen einen ganz genau bestimmten Durchhang zu erhalten, so kann mit Vorteil noch von einer andern Beziehung Gebrauch gemacht werden.

Nach Winnig „Die Freileitung und ihre statische Berechnung“ besteht zwischen dem Durchhang  $f$  und dem Unterschied  $\Delta L$  zwischen Drahtlänge und Abstand der Drahtwerke folgende Beziehung:

$$\Delta L = \frac{8}{3} \cdot \frac{f^2}{a}$$

Nach unserem in Abb. 3 gezeigten Nomogramm lässt sich nun bei gegebenem Tragwerkabstand und festgestelltem Durchhang durch zwei Ablesungen ermitteln, um welche Länge ein Draht nachgelassen

oder nachgezogen werden muss, um einen vorgeschriebenen Durchhang zu erhalten. Die Differenz zwischen den beiden Ablesungen ergibt die nachzulassende oder nachzuziehende Drahtlänge. Das Nomogramm zeigt auch übersichtlich, wie überaus klein diese Längenunterschiede im allgemeinen sind.

Man kann deshalb bei einer Neuanlage praktisch so vorgehen, dass man den ersten Draht eines Spannfeldes ganz schätzungsweise auf den nach der Bauvorschrift angegebenen Durchhang einreguliert. Hierauf wird mit der Transversalwelle der Durchhang und aus dem Nomogramm die Länge bestimmt,

welche zugegeben oder nachgespannt werden muss, um der Bauvorschrift gerecht zu werden.

Wenn auch heute in der schweiz. Telephonverwaltung dem Freileitungsbau angesichts der Ueberhandnahme der Erdkabel nicht mehr die Bedeutung zukommt wie vor Jahren, so wird es beim Bau von Weitspannlinien und von Bergleitungen doch noch Sonderfälle genug geben, wo dem Bauleiter und dem Baupersonal mit dieser Methode und den dargestellten Nomogrammen als Hilfsmittel zur sicheren Bestimmung von Drahtdurchhängen ohne jegliche Rechenarbeit gedient sein dürfte. O. Wyssbrcd.

## Ordnung der Bezüge des Bundespersonals seit Kriegsausbruch. 35.087.4(494)

Die jetzige Ordnung der Besoldungen des eidg. Personals fußt auf dem Bundesgesetz über das Dienstverhältnis der Bundesbeamten vom 30. Juni 1927. Dieses am 1. Januar 1928 in Kraft getretene Gesetz, das neben den Normen über die Gehaltsbezüge auch die Rechte und Pflichten des Personals umschreibt, hat zu seinem Entstehen nahezu 10 Jahre gebraucht. An den Vorbereitungen beteiligten sich neben den zuständigen Verwaltungsbehörden auch die Personalverbände. Unzählige Besprechungen und Berechnungen gingen schon dem Erscheinen der recht umfangreichen bundesrätlichen Botschaft vom 18. VII. 1924 voraus, und die parlamentarische Behandlung zog sich in die Länge wie selten bei einem Gesetz. Die ausserordentliche Zahl der Sitzungen in den Kommissionen und im Rat und besonders die regen Debatten im Rat sind Beweise für die Bedeutung, die die einzelnen Ratsmitglieder und besonders die politischen Parteien der Ordnung der Bezüge des eidg. Personals beimassen. Dass diese Frage daneben auch in der Presse und beim Volk hohe Wellen schlug, ist verständlich, wenn man bedenkt, dass sie nicht allein den Finanzhaushalt des Bundes berührte, sondern weitgehend wirtschaftliche und sozialpolitische Fragen aufrollte und im besondern die privatwirtschaftlichen Dienstverhältnisse beeinflusste.

In den Jahren 1916—1927 wurden die Bezüge des Personals auf dem Wege dringlicher Bundesbeschlüsse der während der Kriegszeit eingetretenen Geldentwertung mehr oder weniger angepasst, was in Form von Grundzulagen, sowie Familien- und Ortszuschlägen geschah. Schon diesen Zulagenordnungen gingen im Parlament mitunter recht rege Debatten voraus, wobei sich ausser sachlichen Erwägungen um die Sorge eines geregelten Finanzhaushaltes auch weitgehend wirtschaftliche und politische Einflüsse geltend machten. Wiederholt setzten Kompromisse zwischen den Parteien den Endstrich unter die Verhandlungen. Beim Durchgehen der nachstehend wiedergegebenen Zulagenordnungen gewinnt man auch ohne weiteres den Eindruck, dass bald der eine und bald der andere Faktor vorangestellt wurde:

1916.

*Familienzulage* von 112.50 Fr. für Verheiratete mit Besoldungen unter 2500 Fr.; von 93.75 Fr. für Verheiratete, deren Besoldung 2500 Fr. oder mehr beträgt, aber 3400 Fr. nicht erreicht;

von 75 Fr. für Ledige mit Unterstützungspflicht, deren Besoldung 3400 Fr. nicht erreicht.

*Kinderzulage* von 18.75 Fr. für Dienstpflchtige mit Besoldungen unter 4000 Fr. für jedes Kind bis zum zurückgelegten sechzehnten Altersjahr.

1917.

*Grundzulage* von 225 Fr.

*Familienzulage* von 300 Fr. für Verheiratete mit Besoldungen unter 2500 Fr.;

von 275 Fr. für Verheiratete, deren Besoldung 2500 Fr. oder mehr beträgt, aber 3400 nicht erreicht;

von 150 Fr. für Verheiratete mit Besoldungen von 3400 Fr. und mehr;

von 100 Fr. für Ledige mit Unterstützungspflicht, deren Besoldung 3400 Fr. nicht erreicht.

*Kinderzulage* von 50 Fr. für Dienstpflchtige mit Besoldungen unter 4000 Fr. und

von 25 Fr. für Dienstpflchtige mit Besoldungen von 4000 Fr. bis 6000 Fr.

für jedes Kind bis zum zurückgelegten sechzehnten Altersjahr.

1918.

*Grundzulage* von 15% der Besoldung, wenigstens 450 Fr., höchstens 1200 Fr., dazu eine Nachteuerungszulage von 500 Fr.

*Familienzulage* von 250 Fr. für Verheiratete bis auf Besoldungen von 3600 Fr. und von da an sinkend um 15 Fr. auf je 100 Fr. Besoldung.

*Kinderzulage* von 150 Fr. bis auf Besoldungen von 4500 Fr. und von da an sinkend um 7.50 Fr. auf je 100 Fr. Besoldung für jedes Kind unter achtzehn Jahren.

1919.

*Grundzulage* von 50% bis zu Besoldungen von 3600 Fr. und von da sinkend um 1% auf je 300 Fr. Besoldung bis zu 30% des Gehaltes, Mindestbetrag 1500 Fr.; dazu eine Nachteuerungszulage von 200 Fr. ohne Rücksicht auf das Besoldungsausmass.

<i>Ortszulage:</i>	<i>für Verheiratete</i>	<i>für Ledige</i>
--------------------	-------------------------	-------------------

In Orten über 100 000 Einwohnern	300 Fr.	200 Fr.
----------------------------------	---------	---------

„ „ „ 50 000-100 000 „	200 „	135 „
------------------------	-------	-------

„ „ „ 5 000-50 000 „	100 „	70 „
----------------------	-------	------

*Familienzulage* von 250 Fr. für Verheiratete bis auf Besoldungen von 4000 Fr. und von da an sinkend um 15 Fr. auf je 100 Fr. Besoldung, dazu eine