

# Die ungarische Phasenumformer-Lokomotive

Autor(en): **Ln.**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizerische Bauzeitung**

Band (Jahr): **85/86 (1925)**

Heft 5

PDF erstellt am: **25.09.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-40162>

## **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.

der Arkaden ist in Masstab und Form gut gewählt. Neben der guten Verkehrslösung und den architektonischen Qualitäten ist auch den ökonomischen Bedingungen Rechnung getragen.

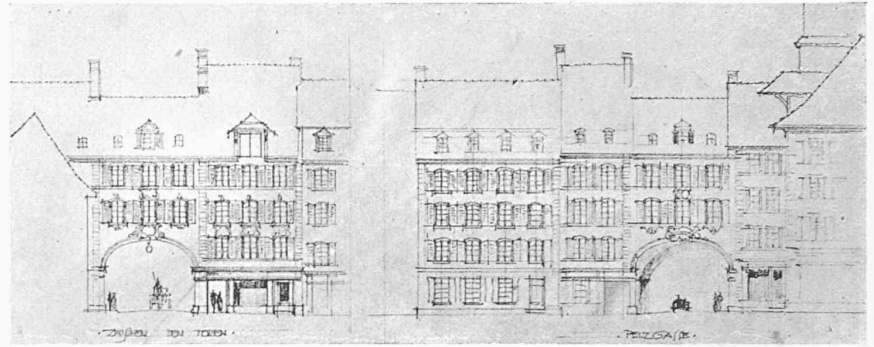
Nr. 13 „Conservativ“. Das Projekt überzeugt auf den ersten Blick durch die künstlerische Reife und die wohl überlegten Massnahmen hinsichtlich der Verkehrsführung. Im Gegensatz zu den meisten übrigen Projekten wird hier der Bogen beim Tor I dem Turm und den anschliessenden Bauten unterordnet. Diese Lösung bietet städtebaulich viele Vorteile. Vor allem zeigt sich, dass der Eintritt unter dem Torbogen I in den Holzmarkt weit übersichtlicher wird gegenüber Lösungen, die den alten Bestand beibehalten. Die architektonische Fassung des Torbogens II befriedigt ebenfalls. In wirtschaftlicher Hinsicht bewegt sich das Projekt in der Mittellinie der durch den Wettbewerb erhaltenen Vorschläge. Hinsichtlich der Fahrbahnöffnung wäre eine Einsparung in Erwägung zu ziehen, um die verfügbaren Plätze beim Hause Rohr noch günstiger auszunützen. (Schluss folgt.)

### Die ungarische Phasenumformer-Lokomotive.

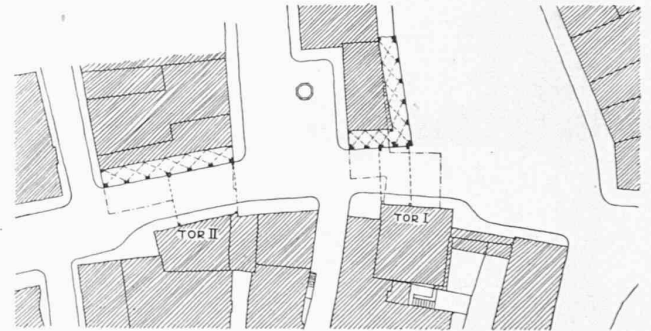
Seit der in Band 84, Seite 186 (11. Oktober 1924) erschienenen kurzen Notiz über die elektrische Probelokomotive der Ungarischen Staatsbahnen, sind inzwischen an verschiedenen Stellen weitere wissenswerte Einzelheiten veröffentlicht worden.<sup>1)</sup> Fast in jeder Hinsicht, von der Stromversorgung bis zu den Traktionsmotoren, beschreitet das Kandó-System neuartige Wege, über deren Zweckmässigkeit immerhin erst ein längerer Dauerbetrieb entscheiden wird. Die Zentralisation der Elektrizitätserzeugung, die das System zwecks gegenseitiger Aushilfe und besserer Ausnützung der Kraftwerke des Landes zu erreichen sucht, hat sicherlich für bestimmte Verhältnisse, besonders vielleicht bei grossen kalorischen Kraftanlagen, ihre Berechtigung. Trotzdem bleibt es dabei noch fraglich, ob die Vorteile der Phasenverschiebungs-Verbesserung und die Möglichkeit der Benützung allgemeiner Drehstromanlagen für Bahnbetrieb nicht doch durch die komplizierten und teuren Lokomotiven aufgehoben werden. Die verschiedenen Steuerorgane des rotierenden Umformers, und dieser selbst, stellen ohne Zweifel eine unliebsame Komplikation der Lokomotive dar, die die Unterhaltskosten erhöhen und die Betriebsicherheit vermindern.

Die Verwendung von langsam laufenden, direkt gekuppelten Induktionsmotoren auf Lokomotiven wird für 50 Perioden infolge grosser Polzahl und demnach kleiner Polteilung ungünstig, weil bei Ueber- und Unternormalast Leistungsfaktor und Wirkungsgrad unerträglich schlecht werden. Man kann dem dadurch abhelfen, dass bei geringer Last die Klemmenspannung, damit Magnetisierungstrom und Eisenverluste, kleiner gemacht werden, und bei grosser Last die Klemmenspannung bezw. das Feld erhöht wird. Wird die Klemmenspannung immer proportional der Belastung geändert, so bleibt der Wirkungsgrad für alle Belastungszustände ein nahezu konstantes Maximum. Die amerikanischen Phasenspalt-Umformerlokomotiven erreichen die Einhaltung dieser Gesetzmässigkeit mittelst eines Synchronmotor-Generators mit variabler Erregung. An Stelle dessen tritt nun in der ungarischen Lokomotive der synchrone Phasenumformer mit zwei unabhängigen Statorwicklungen, einer primären Einphasen- und einer sekundären Dreiphasenwicklung. Diese letzte erzeugt 350 bis 600 Volt Spannung und liegt in 36 halbgeschlossenen, gleichmässig auf dem Statorumfang verteilten Nuten, zunächst dem Luftschlitz. Die zweipolige, 15000 Volt-Einphasenwicklung sitzt in  $2 \times 12$  Nuten, koaxial zu den Drehstromnuten, auf  $\frac{2}{3}$  des Umfangs verteilt. Die durch ihr Streufeld beeinflussten zwei Phasen der Drehstromwicklung werden durch zwei Stromwandler kompensiert, deren Primärwicklungen im Einphasenstromkreis und deren Sekundärwicklungen in den beiden Phasen der Drehstromwicklung liegen. Die beiden Wicklungen des Umformerstators liegen also hintereinander in gegen sich abgeschlossenen, getrennten Nuten. Dabei lockert der Trennsteg der Nuten den magnetischen Zusammenhang beider

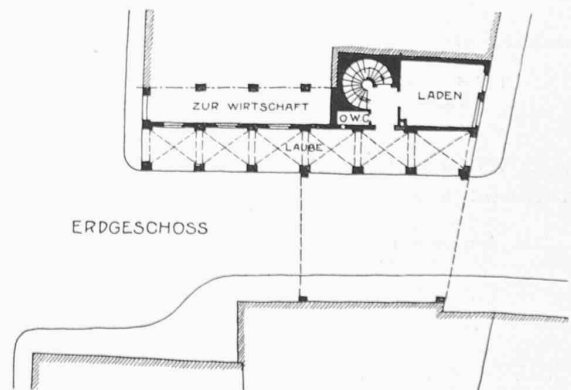
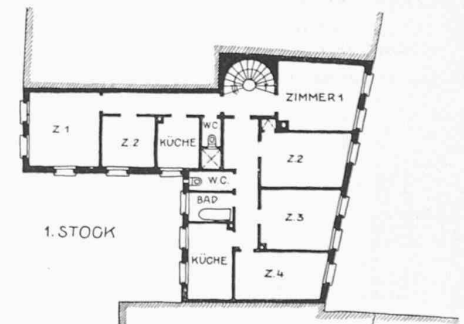
<sup>1)</sup> Vergleiche u. a. „Elektrotechnik und Maschinenbau“ Wien, Heft 7, Seite 114 (15. Februar 1925) und „E. T. Z.“, Heft 2, Seite 37 (8. Januar 1925).



II. Preis (1900 Fr.), Entwurf Nr. 13 „Conservativ“. — Verfasser Architekt Fritz Widmer in Bern. Südostfassade 1 : 500. — Umbau des Tors II und des Hauses Rohr. — Nordwestfassade 1 : 500.

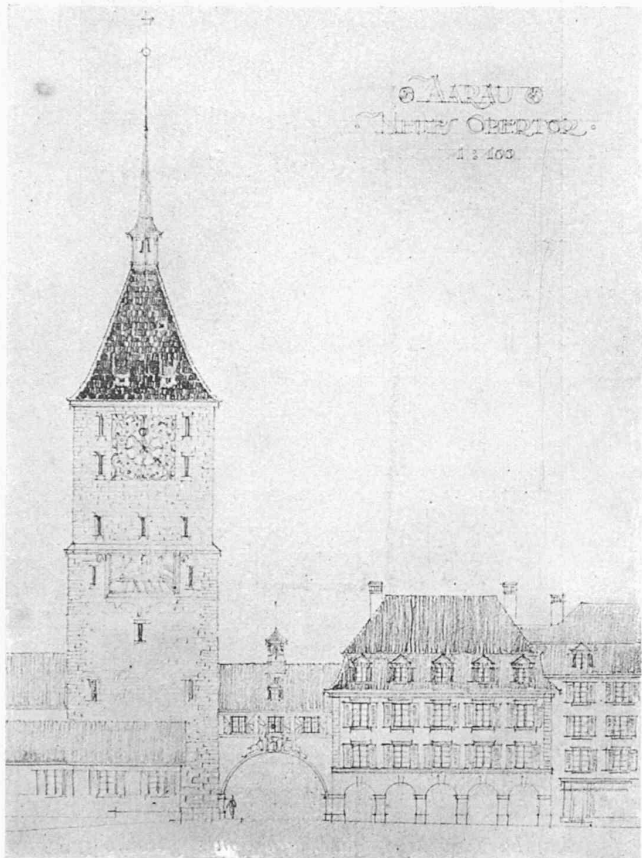


Entwurf Nr. 13. Situationsplan 1 : 1000.

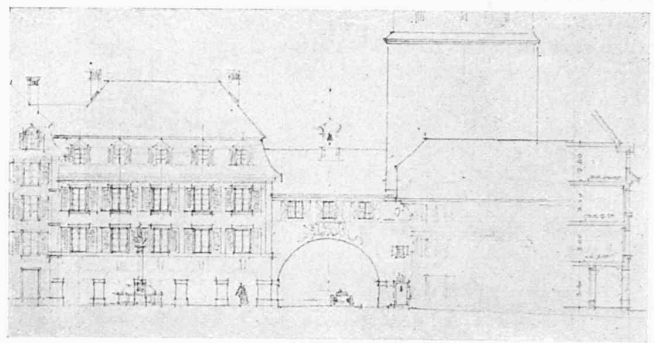


Umbau des Tors II und des Hauses Rohr. — Grundrisse 1 : 400.

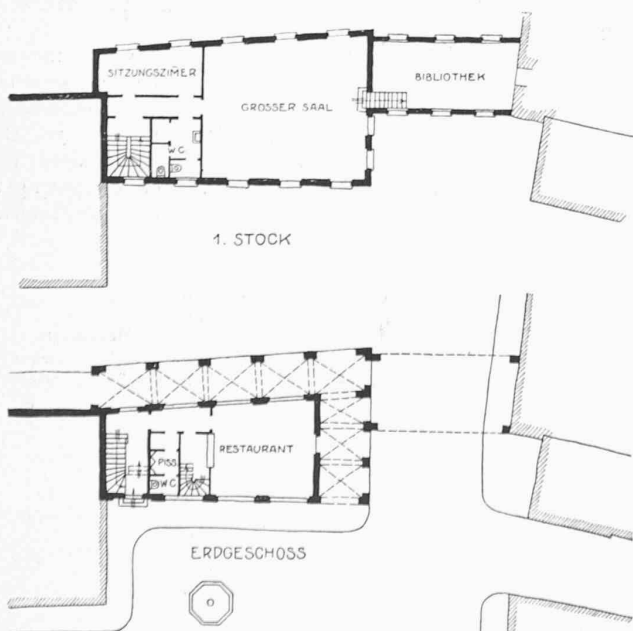
Wicklungen, und durch entsprechende Dimensionierung dieser Zwischennutstege wird nun bei zweckmässiger Aenderung der Rotor-Erregung das Gesetz konstanten Maximalwirkungsgrades im Dreiphasenkreis und die Forderung konstanten Leistungsfaktors im Einphasenkreis erfüllt (wenigstens praktisch genügend genau). Der Rotor, als Brown'sche Walze ausgebildet, läuft mit 3000 Uml/min, entsprechend zweipoliger Anordnung der Primärwicklung bei 50 Perioden. Die Nuten sind mit Bronzekeilen geschlossen, die, seitlich durch zwei Ringe verbunden, als Dämpferwicklung das Synchronisieren des



II. Preis. Entwurf Nr. 13 „Conservativ“. — Arch. Fritz Widmer in Bern.  
Südostfassade (am Holzmarkt) des neuen Oberthors und des Hauses Vogt. — 1:500.



Nordwestfassade des Hauses Vogt und des neuen Oberthors. — 1:500.



Umbau des Oberthors und des Hauses Vogt. — Grundrisse 1:400.

auf seine Drehzahl gebrachten Rotors, nach Einschalten der Oberleitung, selbsttätig besorgen. Aus Gründen guter Kühlung und Isolation ist der ganze Stator in einem luftgekühlten Oelkasten eingebaut. Der ganze Umformer wiegt 13 t, seine Wellenmitte liegt 2,855 m über Schienenoberkante. Bei den beiden österreichischen Umformer-Lokomotiven, die gegenwärtig nach dem Kandó-System gebaut werden (in Band 84, Seite 48, ist davon die Rede, in Folge Druckfehlers aber aus der E-Lokomotive eine F-Lokomotive geworden), soll die Oelkühlung des Umformerstators wegfallen.

Die vierpolige Erregermaschine sitzt auf der Umformerwelle und dient, aus Akkumulatoren gespeisen, zum Anwerfen des Umformers. Sie wird durch einen automatischen Regler derart erregt, dass die Bedingung der Konstanz von Wirkungsgrad und  $\cos \varphi$  erfüllt bleibt. Um die Stabilität des Umformers, die infolge Trägheit des Erregers bei Belastungstößen gefährdet wäre, aufrecht zu erhalten, ist der Erreger mit Haupt- und Nebenschlusserregung ausgeführt. Die Nebenschlusspulen sitzen am Joch und sind von den auf dem gleichen Kern, aber vorn am Luftspalt gelegenen Hauptstromspulen durch einen magnetischen Steg getrennt, der alle Polkerne ungefähr in der Mitte verbindet. Bei normaler Fahrt sind die Hauptstromspulen kurzgeschlossen, ein Teil des Nebenschlussfeldes schliesst sich über den Steg und gelangt nicht zum Anker. Bei Belastungstößen öffnet ein automatischer Regler den Kurzschluss am Hauptstromspulenkreis, der Steg wird umpolarisiert, und das Hauptstromfeld wirkt über den Steg auf den Anker, ohne den Kernteil, auf dem die Nebenschlusspulen sitzen, durchdringen zu müssen, d. h. ohne durch deren Selbstinduktion gedrosselt und verzögert zu werden.

Der  $\cos \varphi$ -Regler besteht aus einem zweipoligen, als Blindleistungsmesser ausgebauten Einphasenmotor, dessen Rotor, als Stromspule, kurz vor Erde im Oberleitungskreis liegt, und dessen Stator, als Spannungspule, durch eine vom Umformerrotor in einer Hilfswicklung erzeugten, der Oberleitungsspannung proportionalen Spannung gespeisen wird. Die Phasenverschiebung von  $90^\circ$  wird erzeugt mit Ohm'schen Widerständen und der Sekundärspule eines Stromwandlers, dessen Primärwicklung im Oberleitungskreis liegt. Sobald eine wattlose Stromkomponente, ein Oberleitungstrom vorhanden ist, entsteht in diesem Phasenschieber ein Drehmoment, das über einen Druckkolben den Regulierwiderstand im Erregungsstromkreis des Umformer-Erregers betätigt.

Die beiden Dreiphasen-Triebmotoren sind als Doppelmotoren ausgebildet, d. h. sie bestehen je aus zwei ineinander geschachtelten Motoren mit je einer Welle. Der Stator ist aus zwei koaxialen Stahlzylindern zusammengesetzt, wovon der äussere eine innere, der innere eine äussere, in einen lamellierten Eisenbetonkörper gebettete Wicklung trägt. Der Rotor wird dadurch glockenförmig und hat aussen und innen Wicklungen. Für Lokomotiven bemerkenswert klein sind die Luftspalte von nur 2,5 mm innen und 2 mm aussen, was ein besonders fein einstellbares Lager bedingte. Der äussere Motor besitzt 18 Pole und ist im Stator wie im Rotor in Doppeldreieck geschaltet; der innere hat sechs Pole, im Stator in Dreieck, im Rotor in Doppelstern geschaltet. Ein Doppelmotor wiegt mit Welle 15,9 t.

Der Schaltungswechsel der Motoren erfolgt auf folgende Weise. Erste Stufe: Jeder Doppelmotor in sich, die beiden unter sich in Kaskade, Drehzahl 125 Uml/min. Zweite Stufe: Die zwei Aussenmotoren in Kaskade, die zwei Innenmotoren ausgeschaltet, Drehzahl 166,6 Uml/min. Dritte Stufe: jeder Doppelmotor in sich in Kaskade, die beiden parallel geschaltet, Drehzahl 250 Uml/min. Vierte Stufe: Die zwei Aussenmotoren parallel, die Innenmotoren ausgeschaltet, Drehzahl 333 Uml/min. Zum Anlassen dient ein automatisch arbeitender Wasserwiderstand. Die Steuerung der Motoren erfolgt durch zehn, mittels Nockenwelle betätigte Schützen.

Die Nutzbremmung tritt im Gefälle automatisch ein auf der Geschwindigkeitstufe, die gerade eingestellt ist, wobei der automatische Umformerregler ohne weiteres die gewünschte Phasenverschiebung einreguliert. Fällt der Phasenumformer, beispielsweise infolge Ausbleibens der Oberspannung, ausser Tritt, so müssen der

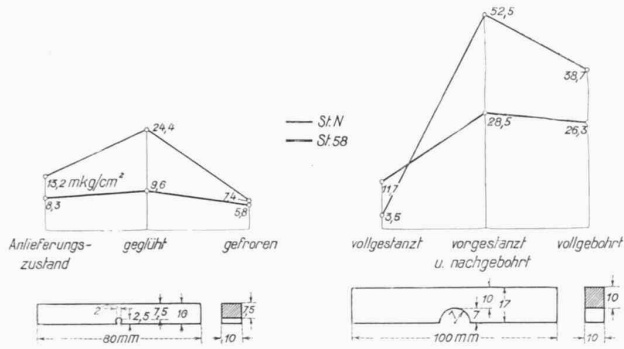


Abb. 15. Kerbzähigkeiten von Normalstäben, Bruchquerschnitt  $10 \times 7,5$  mm, Material St. N und St. 58 im Anlieferungszustand, gegläht, gefroren.

Abb. 17. Kerbzähigkeiten von gelochten Stäben, Bruchquerschnitt  $10 \times 10$  mm, Material St. N und St. 58 voll gestanzt, vorgestanz und nachgebohrt, voll ausgebohrt.

Motor und der Erregerkreis abgeschaltet werden. Insofern die Drehzahl des Umformers bis zum Wiedereintreffen der Oberspannung um nicht mehr als 20% sinkt, läuft der Rotor von selbst wieder in Synchronismus ein, ohne dass die Ströme zu gross werden. Der Kurzschlussstrom beträgt ohnehin nur 60 bis 100% des Vollaststroms, sodass das Wiedereinschalten, unterhalb synchroner Drehzahl, durch das Kraftwerk gar nicht störend empfunden werden kann. Für das Anfahren der Lokomotive ist dies von sehr gutem Einfluss, indem auch bei den schlechtesten Verhältnissen der Anfahrstrom normal bleibt. Der Uebergang in den Bewegungszustand findet völlig stosslos statt und kann nie zu Beschädigungen der Motoren führen.

Von der Lokomotive im allgemeinen ist noch zu erwähnen, dass sie 9,64 m lang ist und einen Triebraddurchmesser von 1,070 m aufweist, bei einem Achsdruck von 16 t. Der Stromabnehmer besitzt zwei scheerenartig gespreizte Bügel, die nur durch ein Gestänge vermittels vier durch Druckluft gespannte Spiralfedern angepresst werden.

### Der neue deutsche hochwert. Baustahl, „St. 58“.

Ergebnisse vergleichender Voruntersuchungen zwischen dem normalen Konstruktions-Flusseisen „St. N.“ und dem hochwertigen Baustahl „St. 58.“

Bericht erstattet von Prof. M. ROS, Direktor der E. M. P. A.

(Schluss von Seite 47.)

VIII. Die Kerbschlagbiegeversuche an normalen Stäben von  $10 \times 7,5$  mm Bruchquerschnitt, Kerbtiefe 2,5 mm, Kerbradius 1 mm, Stützweite 60 mm ergeben folgendes Bild:

Die spezifischen Schlagarbeiten in  $\text{mkg/cm}^2$ , an Stäben aus dem Material im Anlieferungszustande, ausgeglüht und in gefrorenem Zustande bei  $-15^\circ\text{C}$  festgestellt, sind durchweg bei St. N grösser als bei St. 58. Glühen vergrössert die spezifischen Schlagarbeiten und die Biegungswinkel, Frost bewirkt das Gegenteil (Tabelle III u. Abb. 15 u. 16).

Tabelle III. Kerbschlag-Biegefestigkeit. Kleine Normalstäbe, Bruchquerschnitt  $10 \times 7,5$  mm

|                               | Kerbe in:    |             |          | Mittelwerte                 |                        |
|-------------------------------|--------------|-------------|----------|-----------------------------|------------------------|
|                               | Aussenfläche | Innenfläche | Schenkel | Def.-Arb. $\text{mkg/cm}^2$ | Bieg.-winkel $\varphi$ |
| St. N*)                       |              |             |          |                             |                        |
| Im Anlieferungszustand        | 14,4         | 11,3        | 11,8     | 13,2                        | $52^\circ$             |
| Ausgeglüht                    | 17,2         | 12,5        | 12,0     | 24,4                        | $83^\circ$             |
| Gefroren, $-15^\circ\text{C}$ | 14,3         | 7,3         | 4,9      | 7,4                         | $28^\circ$             |
| St. 58*)                      |              |             |          |                             |                        |
| Im Anlieferungszustand        | 8,9          | 8,3         | 9,1      | 8,3                         | $20^\circ$             |
| Ausgeglüht                    | 7,7          | 8,5         | 7,4      | 9,6                         | $26^\circ$             |
| Gefroren, $-15^\circ\text{C}$ | 6,1          | 5,8         | 5,5      | 5,8                         | $17^\circ$             |

\*) Anmerkung. Kerbschlag-Biegeversuche mit kalt geschmiedeten Stäben ergaben für beide Stahlorten Kerbzähigkeitswerte gleich denjenigen für den gefrorenen Zustand. Verschmiedung in Blauwärme bewirkt eine weitere Abnahme der Kerbzähigkeit.

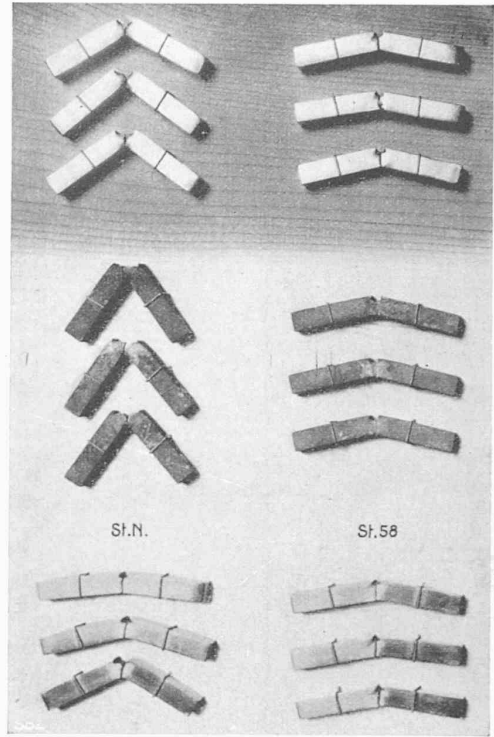


Abb. 16. Kerbschlag-Biegeversuche an kleinen Normalstäben; im Anlieferungszustand (oben), gegläht, gefroren (unten).

IX. Die Schlagbiegeversuche mit gelochten Stäben wurden mit Material im Anlieferungszustand ausgeführt. Die Versuchstäbe wurden voll gestanzt, vorgestanz und nachgebohrt, und voll ausgebohrt. Lochdurchmesser 16 mm, Vorstanzung auf 10 mm, Bruchquerschnitt der Stäbe  $10 \times 10$  mm, halbkreisrunde Kerbe 7 mm tief, Kerbradius 8 mm.

Die Schlagarbeiten für die Stäbe mit vorgestanzten und nachgebohrten und voll ausgebohrten Kerben sind bei beiden Stahlorten nicht wesentlich von einander verschieden. Dagegen sind für diese Stäbe, für St. N und St. 58, die Brucharbeiten wesentlich höher als bei den Stäben mit voll gestanzten Löchern. Diese Stäbe hielten die geringste Schlagarbeit aus, insbesondere diejenigen aus St. N-Material (Tabelle IV und Abbildungen 17 und 18).

Tabelle IV. Schlag-Biegefestigkeit.

|                             | Deformationsarbeit des Bruchquerschnittes $\text{mkg/cm}^2$ |      |      | Mittelwerte                    |                          |
|-----------------------------|---|------|------|--------------------------------|--------------------------|
|                             | 1,7   | 2,6  | 4,5  | Deform.-Arb. $\text{mkg/cm}^2$ | Biegungswinkel $\varphi$ |
| St. N. Vollgestanzt         |   |      |      |                                |                          |
|                             | 1,7   | 2,6  | 4,5  | 3,5                            | $5^\circ$                |
| Vorgestanzt und nachgebohrt |   |      |      |                                |                          |
|                             | 2,3   | 6,3  | 3,5  | 3,5                            | $5^\circ$                |
| Vollausgebohrt              |   |      |      |                                |                          |
|                             | 44,5  | 60,5 | 52,5 | 123,0                          | $123^\circ$              |
|                             | 43,0  | 34,3 | 38,7 | 113,0                          | $113^\circ$              |
| St. 58. Vollgestanzt        |   |      |      |                                |                          |
|                             | 14,0  | 11,6 | 11,7 | 11,7                           | $24^\circ$               |
| Vorgestanzt und nachgebohrt |   |      |      |                                |                          |
|                             | 10,4  | 13,0 | 9,7  | 28,0                           | $28^\circ$               |
| Vollausgebohrt              |   |      |      |                                |                          |
|                             | 29,0  | 22,7 | 26,3 | 28,5                           | $65^\circ$               |
|                             | 29,8  | 22,7 | 26,3 | 26,3                           | $65^\circ$               |

Für beide Stahlorten zeigte sich ferner, dass:

a) Die Zugfestigkeiten des Netto-Querschnittes der voll gestanzten Versuchstäbe, bei den gewählten Verhältnissen, um rd. 20% geringer sind als bei den voll gebohrten, oder bis auf 6 mm vorgestanzten und dann nachgebohrten Stäben.

b) Die Bruchdehnungen, gemessen auf 150 mm Länge, bei gestanzten Stäben sind um 50% geringer als jene der voll gebohrten oder vorgestanzten und dann nachgebohrten Stäbe (Abbildung 8 in letzter Nummer und Abbildung 19).