

WYDZIAŁY POLITECHNICZNE KRAKÓW

BIBLIOTEKA GŁÓWNA



L. inw.

3136

9,75~

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



100000297585

Die Festigkeit von Hochfestbetonen  
in Verbindung mit Fundamenten

unter besonderer Berücksichtigung  
des Wasserdruckes

Habilitationschrift

Erzeugung der Festigkeit durch  
Verwendung von Wasserzement  
Hochfestbeton



xxx  
322



# Die Festigkeit von Nickelstahlnieten in Verbindung mit Flußeisenblechen

unter besonderer Berücksichtigung  
des Gleitwiderstandes.

---

## Habilitationsschrift

zur Erlangung der *venia legendi* für Material-  
prüfungswesen an der Großherzoglichen Technischen  
Hochschule zu Darmstadt

von

Dr. Ing. E. PREUSS.

*F. Nr. 29 420*



DARMSTADT 1909.

Verlag: Joh. Conr. Herbert'sche Hofbuchdruckerei Nachf. Dr. Adolf Koch.

*XXX*  
*322*

BIBLIOTEKA POLITECHNICZNA  
KRAKÓW

113136

Akc. Nr.

2859/49

# Inhaltsübersicht.

---

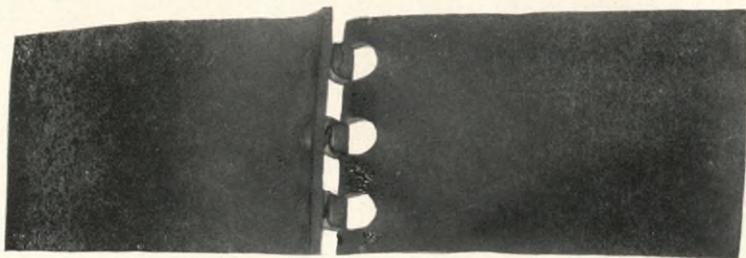
	Seite
I. Vorwort . . . . .	5
II. Zusammenfassung der Ergebnisse . . . . .	7
III. Geschichtliche Übersicht . . . . .	11
IV. Anforderungen an das Nietmaterial . . . . .	17
V. Eigenschaften des für die nachstehenden Versuche benutzten Materials . . . . .	21
VI. Meßapparate . . . . .	28
VII. Versuche . . . . .	31

---

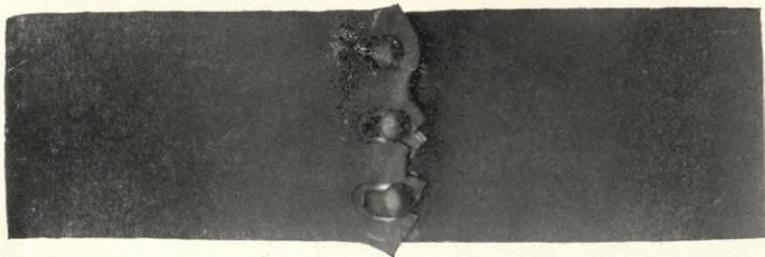


BIBLIOTEKA POLITECHNICZNA  
KRAKÓW

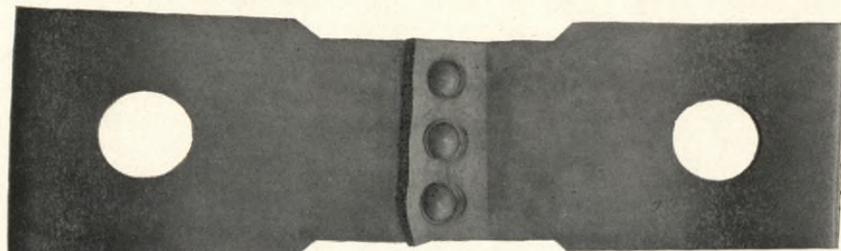
## Zerreißversuche mit



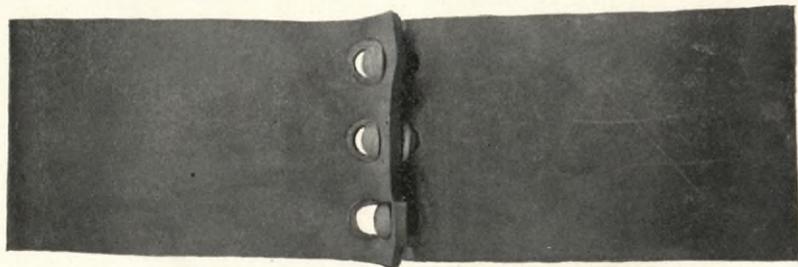
Gruppe Ia, Versuch Nr. 1.



Gruppe Ia, Versuch Nr. 5.

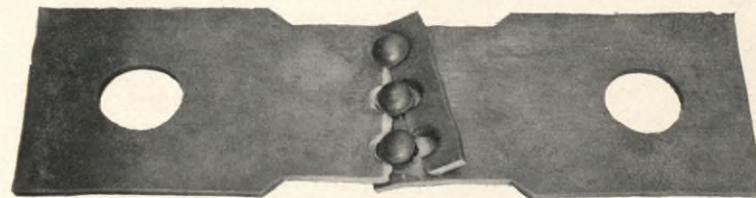


Gruppe IIa, Versuch Nr. 3.

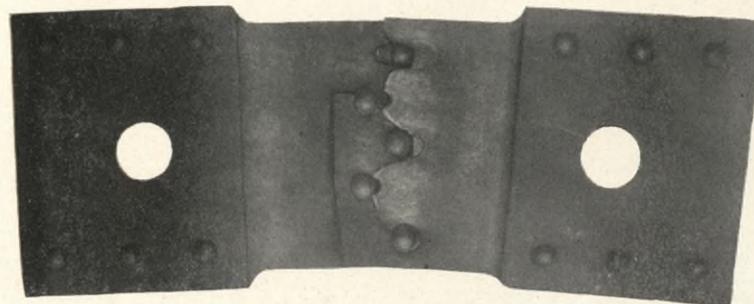


Gruppe III, Versuch Nr. 2.

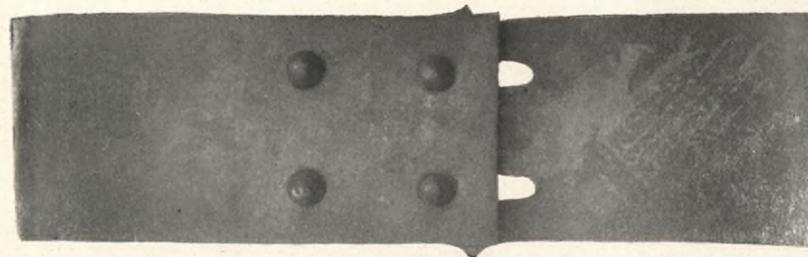
## Nickelstahlnietverbindungen.



Gruppe Va, Versuch Nr. 4.



Gruppe IX, Versuch Nr. 4.



Gruppe XIa, Versuch Nr. 1.



Niet, dessen Köpfe durch die Bleche hindurchgezogen wurden.

BIBLIOTEKA POLITECHNICZNA  
KRAKÓW

## I. Vorwort.

Die vorzüglichen Festigkeitseigenschaften des Nickelstahls haben Veranlassung gegeben, dieses Material für die Niete der Manhattan-Brücke zwischen New-York und Brooklyn zu verwenden. Diese Verwendung fand statt, ohne daß umfangreiche Versuchsergebnisse über die Festigkeit und sonstige Eigenschaften der mit Nickelstahlnieten hergestellten Verbindungen bekannt geworden sind. Auf die Verwendung des Nickelstahles für Nietzwecke wurde durch den Bericht von Reißner<sup>1)</sup> und die auszügliche Wiedergabe dieses Berichtes von Bandholz<sup>2)</sup> auch in Deutschland hingewiesen. Im Folgenden ist über Versuche berichtet, welche über die Bruchfestigkeit und das Gleiten<sup>3)</sup> von Nietverbindungen aus Flußeisen-Blechen und Nickelstahlnieten angestellt wurden.

Die Untersuchungen erstrecken sich auf 93 Nickelstahlnietverbindungen der verschiedensten Art. Wenn es möglich gewesen ist, diese Versuche in einer so umfangreichen Weise auszuführen, so ist dieses in erster Linie einer großen Reihe von Faktoren zu verdanken. Das Iron and Steel Institute of England verlieh dem Verfasser für den vorliegenden Zweck eine Carnegie-Prämie, welche die Grundlage für die Ausführung der Versuche bildete. Der Vorstand der Materialprüfungsanstalt an der Technischen Hochschule zu Darmstadt, Herr Geh. Baurat Professor Berndt, gestattete in der bereitwilligsten Weise die erforderliche Mithilfe des Personals und die Benutzung der Maschinen und Apparate

---

1) Dinglers Polytechnisches Journal 1905, S. 597.

2) Stahl und Eisen 1907, S. 1288.

3) Über die Bedeutung des Gleitens siehe: v. Bach, Maschinenelemente, Abschnitt „Niete“.

der Anstalt. Eine größere Anzahl von Firmen<sup>1)</sup> lieferte in dankenswertester Weise den erforderlichen Nickelstahl unentgeltlich und führte die erforderlichen Nietverbindungen kostenlos aus. Auf diese Weise war es möglich, 4 verschiedene Sorten von Nickelstahl auf Eignung als Nietmaterial zu untersuchen und die Eigenschaften von Nietverbindungen festzustellen, die durch Handnietung, hydraulische Nietung, elektrisch-hydraulische Nietung, Preßluftnietpressen und Preßluftschlämmer hergestellt waren. Allen Genannten sei auch an dieser Stelle der beste Dank ausgesprochen.

---

1) Friedrich Krupp, Essen; Bergische Stahlindustrie, G. m. b. H., Remscheid; Röchling'sche Eisen- und Stahlwerke, G. m. b. H., Völklingen a. S.; Dortmunder Brückenbauanstalt C. H. Jucho, Dortmund; Vereinigte Maschinenfabriken Augsburg-Nürnberg A.-G. Zweiganstalt, Brückenbauanstalt Gustavsburg; Maschinenfabrik Heinrich Lanz, Mannheim; Frankenthaler Kesselschmiede und Maschinenfabrik A.-G., Kühnle, Kopp & Kausch, Frankenthal; Maschinenbau-Aktiengesellschaft Pokorny & Wittekind, Frankfurt a. M./Bockenheim; Maschinenfabrik Gebr. Lutz, Darmstadt.

## II. Zusammenfassung der Ergebnisse.

Die nachstehenden Versuche haben zu folgenden Ergebnissen geführt:

Die Bruchfestigkeit der untersuchten Nietverbindungen aus Flußeisen-Blechen und Nickelstahlnieten ist aus den am Schluß dieses Berichtes befindlichen Tabellen zu ersehen. Bei einer Anzahl von Gruppen der untersuchten Überlappungs-Nietverbindungen (Ia, Id, III, IV, VI, VIIIa, VIIIc, IX) beträgt die bei Verbindungen mit Nickelstahlnieten erreichte Bruchfestigkeit das 1,97 bis 2,22-fache der Bruchfestigkeit von Nietverbindungen mit Schweißeisennieten von gleicher Nietzahl und gleichem Nietdurchmesser. Entsprechend der hohen Festigkeit des Nickelstahles war bei den mit Nickelstahlnieten hergestellten Verbindungen die Nietteilung und der Abstand der Niete vom Blechrande größer gewählt als bei dem bisher üblichen Nietmaterial.

Nicht so günstig hinsichtlich der Bruchfestigkeit sind die untersuchten zweiseitigen Laschnennietungen, weil wegen der in diesem Falle vorhandenen doppelten Scherfläche der Nieten und

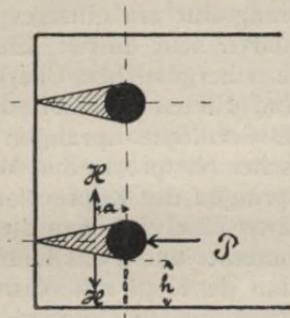


Fig. 1.

damit doppelt so hohen möglichen Belastung der Lochleibungsdruck derartige Werte erreicht, daß die Nietverbindungen nicht durch Abscheren der Niete, sondern durch die Wirkung des hohen Leibungsdruckes zerstört werden. Unter der Voraussetzung, daß an jedem Punkte der Nietlochwandung ein Lochleibungsdruck entsteht, der der radialen Verkürzung proportional ist, kann man die vom Nietschaft aufgenommene Kraft in die Seitenkräfte  $H$

und P zerlegen und zwar ist  $H = 0,318 P$ .<sup>1)</sup> Durch den Lochleibungsdruck wird schätzungsweise der schraffierte Teil des Bleches gestaucht werden. Der Angriffspunkt von H ist unbekannt; er wird im Abstände a von der Nietmitte liegend angenommen. Durch die Kraft H wird der stark punktierte Querschnitt auf Biegung beansprucht. Ist d die Dicke des Bleches, so ist die auftretende Biegungsspannung  $\sigma$ :

$$\sigma = \frac{6 H \cdot a}{d \cdot h^2}.$$

Für die Nietverbindungen der Gruppen XI a und XI b kann man schätzungsweise  $a = 30$  mm annehmen und erhält dann infolge des Lochleibungsdruckes auf Grund der oben genannten Formel im Bleche Spannungen, die zum Bruche führen müssen. Die Versuche ergaben auch abgesehen von 2 durch besondere Verhältnisse bedingten Ausnahmen, daß die Zerstörung der Nietverbindungen stets infolge einer Zerstörung des Bleches in der angedeuteten Richtung eintrat.

Von den 4 untersuchten Nickelstahlorten hat sich hinsichtlich der Sprödigkeit nur der auf elektrischem Wege hergestellte Nickelstahl nicht bewährt. Dieser Elektronickelstahl besaß eine außerordentlich hohe Scherfestigkeit, jedoch kam diese Scherfestigkeit des Nietschaftes insbesondere bei Überlappungsnietzungen gar nicht zur Geltung, weil infolge der Sprödigkeit des Nickelstahles meist die Nietköpfe frühzeitig abgesprengt wurden, ehe die Scherfestigkeit des Nietschaftes vollauf ausgenutzt war. Alle übrigen 3 Nickelstahlorten zeigten eine außerordentlich hohe Zähigkeit und von den vielen Nietköpfen der aus diesen 3 Sorten hergestellten Niete sprang nur ein einziger Nietkopf ab, was auf Verbrennen zurückzuführen sein dürfte. Eine Ausnahme bildeten die mit Preßluftschlämmern hergestellten Überlappungsnietzungen aus dem Material D. Diese Nieten machten den Eindruck, daß sie überhitzt waren; die Setzköpfe sprangen häufig ab. Bei den mit elektrisch-hydraulischer Nietpresse aus Material D hergestellten Nieten wurde ein Abspringen der Köpfe niemals beobachtet. Teilweise war das Material so zähe, daß man die Nietköpfe von Nieten von 16 mm Schaftdurchmesser durch das 8 mm dicke Blech hindurchziehen konnte, ohne daß der Kopf mit Ausnahme des etwa abgescherten Grades Beschädigungen aufwies (s. Photographie auf der Tafel). Dabei scherte der Nietkopf das unter ihm liegende in der nebenstehenden Zeichnung schraffiert dargestellte Stück des Bleches mit heraus.

Es sei an dieser Stelle bemerkt, daß der untersuchte Nickelstahl von den betreffenden Firmen vom Lager geliefert war und in der Absicht für einen ganz anderen Verwendungszweck als für Niete hergestellt war. Wenn der Nickelstahl unter besonderer

<sup>1)</sup> Landsberg, Der Brückenbau, 3. Abteilung 1907, S. 74.

Berücksichtigung seiner späteren Verwendung als Nietmaterial hergestellt worden wäre, so dürften sich für diesen Zweck noch wesentlich bessere Eigenschaften erreichen lassen, als es schon



Fig. 2.

immerhin der Fall ist. Insbesondere gilt dieses für den Elektro-nickelstahl, da gerade beim elektrischen Ofen der Hüttenmann es in der bequemsten Weise in der Hand hat, die Eigenschaften seines Einsatzes zu regeln.

Die Nietköpfe hatten die für die Kesselniete bzw. Brückenbau-niete übliche Form je nachdem ob die betreffende Nietverbindung in einer Kesselschmiede oder Brückenbauanstalt hergestellt worden war.

Hinsichtlich des Gleitwiderstandes von Nietverbindungen ist Verfasser zu anderen Ergebnissen gelangt als v. Bach auf Grund seiner Versuche. Verfasser, der das Gleiten mit Spiegelapparaten untersuchte, welche ein Gleiten von  $1/5000$  mm zu messen gestatteten, fand zunächst für Nickelstahlnietverbindungen, daß das Gleiten bei schon geringen Belastungen unterhalb der Nutzbelastung allmählich beginnt, während v. Bach angibt, daß bis zu einer bestimmten Belastung noch kein Gleiten eingetreten sei und das Gleiten dann bei einer um 1000 kg gesteigerten Belastung eingesetzt habe. Nach v. Bach beginnt dieses Gleiten im allgemeinen erst bei einer Belastung die oberhalb der üblichen Nutzbelastung der Nietverbindungen liegt. Verfasser fand für Nickelstahlnietverbindungen, daß merkliches Gleiten meist bereits bei Belastungen unterhalb der Nutzbelastung auftritt. Dasselbe ergab sich dann auch für Schweißeisennietverbindungen.

Das Gleiten war, wie es auch schon durch v. Bach beobachtet wurde, auf den beiden Stirnflächen der Nietverbindungen verschieden stark. Nach den einzelnen Belastungen der nachstehenden Versuche wurden die Nietverbindungen wieder entlastet. Es zeigte sich dabei stets, daß ein teilweises Zurückgleiten der aufeinander verschobenen Bleche stattfand. Es wurde daher im Versuchsbericht das federnde und bleibende Gleiten angegeben. Ersteres bedeutet die Gleitstrecke während der Belastung, letzteres die Gleitstrecke während der Entlastung nach erfolgter Belastung.

Gleichgroßes Gleiten der vernieteten Teile aufeinander trat bei Nieten mit größerem Schaftdurchmesser verhältnismäßig früher auf als bei Nieten mit kleinem Schaftdurchmesser. Der Grund hierfür dürfte darin liegen, daß starke Nieten naturgemäß für dicke Bleche verwendet werden und dicke Bleche sich nicht so vollkommen aufeinander pressen lassen wie dünne Bleche.

Verstemmen verringerte zwar das Gleiten aber nur wenig. Verstemmen der Nietköpfe war hinsichtlich des Gleitens wirksamer als Verstemmen der Blechränder. Es dürfte dies zum Teil darauf zurückzuführen sein, daß wegen der großen Festigkeit der Nickelstahlniete der Abstand der Niete vom Blechrande größer als bei Schweißeisennieten gewählt werden mußte.

Entsprechend der großen Festigkeit und Härte des Nickelstahles gegenüber dem bisherigen Nieteisen war zum Schlagen der Niete ein höherer Arbeitsaufwand erforderlich. In allen Fällen, in denen der Kraftbedarf der Nietpresse ohne weiteres meßbar war, ergab sich, daß im Vergleich zu Schweißeisennieten ein um etwa 25 % höherer Preßdruck zur Schließkopfbildung erforderlich war.

---

### III. Geschichtliche Übersicht.

Der warm hergestellte Niet verkürzt sich bei der Abkühlung und preßt infolge der dadurch auftretenden achsialen Spannkraft die zu verbindenden Teile aufeinander. Eine Verschiebung dieser Teile wird also durch einen Reibungswiderstand zu verhindern gesucht, dessen Größe von der achsialen Spannkraft des Nietes und der Oberflächenbeschaffenheit der zu verbindenden Teile abhängt. Dieser Reibungswiderstand soll im folgenden stets mit Gleitwiderstand bezeichnet werden. Er ist unter sonst gleichen Umständen dem Gesamtquerschnitt einer Nietverbindung proportional. Im folgenden soll mit  $G$  stets der Gleitwiderstand in kg für 1 qcm Nietquerschnitt bezeichnet werden. Schon Lavalley<sup>1)</sup> maß in den Werkstätten von Gouin & Co. vor der Ausführung der Clichy-Brücke den Gleitwiderstand von Nietverbindungen und gibt  $G = 1580$  kg/qcm an.

In England waren die Anschauungen über das Vorhandensein des Gleitwiderstandes frühzeitig und allgemein bekannt. Schon Fairbairn<sup>2)</sup> weist darauf hin. Edwin Clark<sup>3)</sup> beschreibt in seinem Buche „Britannia and Conway Bridges“<sup>4)</sup> seine Versuche über den Gleitwiderstand. 3 Bleche von  $\frac{5}{8}$ “ Dicke wurden nach Fig. 3 durch einen  $\frac{7}{8}$ “ Niet zusammengehalten. Das Nietloch

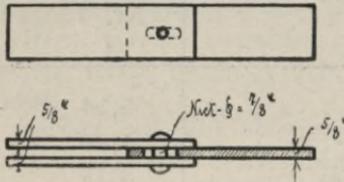


Fig. 3.

im unteren Bleche war oval und größer als der Nietschaft, sodaß dieser zunächst an der Lochleibung nicht anlag. Ein Gleiten trat bei einer Belastung von 5,59 t auf. Darauf wurde auf beiden

1) Molinos & Pronnier, *Traité de la Construction des ponts métalliques* Paris 1857, und: Köpke, Versuch einer Theorie der sogenannten Abscherungsfestigkeit und Anwendung derselben auf Brückenträger; Zeitschrift des Architekten- und Ingenieur-Vereins für das Königreich Hannover. Bd. IV. 1858, S. 238.

2) Useful Information for Engineers, First Series, Fifth Edition, London 1874, S. 271.

3) Polytechnisches Zentralblatt 1868, S. 160.

4) London 1850.

Außenseiten der beiden oberen Bleche noch je ein  $\frac{1}{2}$ '' dickes Blech aufgenietet, sodaß die Schaftlänge des Nietes von wiederum  $\frac{7}{8}$ '' Durchmesser um 1'' größer war. Gleiten trat jetzt erst bei 7,94 t auf.

Im Jahre 1869 veröffentlichte Reed in seinem Buche „Ship-building in Iron and Steel“<sup>1)</sup> seine Versuche über den Gleitwiderstand, die er auf der Werft Pembroke ausgeführt hatte.

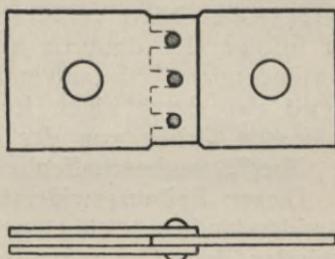


Fig. 4.

Die Nietverbindungen waren nach Fig. 4 ausgeführt. Die mittlere Platte besaß statt der Nietlöcher bis zum Rande gehende Schlitzte, sodaß keine Behinderung des Gleitens auftreten konnte. Es wurden im ganzen 24 Verbindungen geprüft, 12 mit Schweiß-eisen- und 12 mit Flußeisenblechen. Die Schweiß-eisenbleche ergaben folgende Werte:

Bleche $\frac{1}{2}$ '', Niete $\frac{3}{4}$ ''	Reibungswiderstand für 1 Niet		
	Versuch Nr. 1	Versuch Nr. 2	Mittel
	t	t	t
Runde Köpfe . . . . .	5,14	4,21	4,67
Flache Köpfe . . . . .	5,26	4,81	5,0
Versenkte Köpfe . . . . .	4,56	3,74	4,15

Bleche $\frac{7}{8}$ '', Niete 1''	Reibungswiderstand für 1 Niet		
	Versuch Nr. 1	Versuch Nr. 2	Mittel
	t	t	t
Runde Köpfe . . . . .	5,84	5,61	5,7
Flache Köpfe . . . . .	6,87	7,24	7,0
Versenkte Köpfe . . . . .	4,56	4,09	4,3

1) S. 353.

Die Versuche mit Flußeisenblechen ergaben etwas geringere Werte.

In den Jahren 1883/84 stellte Wildish auf der Werft zu Pembroke ebenfalls Gleitwiderstandsversuche an, die im wesentlichen eine Wiederholung der Reed'schen Versuche waren. Er berichtete darüber im Jahre 1885 vor der Institution of Naval Architects.<sup>1)</sup> Die Nietverbindungen von Wildish waren ebenfalls nach Fig. 4 gemacht. Die Nieten waren teils von Hand, teils durch Nietpressen hergestellt. Die Nieten waren aus Flußeisen.

Die von Hand geschlagenen Nieten ergaben folgende Mittelwerte:

Art der Nietung	Reibungswiderstand von 1 Niet in t	
	Niet = 1"	Niet = $\frac{3}{4}$ "
Runder Kopf . . . . .	6,4	4,72
Flacher Kopf . . . . .	7,36	4,52
Flacher Kopf . . . . .	8,55	6,25
Versenkter Kopf . . . . .	9,04	4,95

Die Maschinennietungen hatten runde Köpfe und der mittlere Gleitwiderstand betrug für ein Niet von 1" Durchmesser 9,6 t und für ein Niet von  $\frac{3}{4}$ " Durchmesser 5,9 t.

In den Erörterungen des Vortrages von Wildish erklärte Kirk, daß er bereits vor vielen Jahren Versuche angestellt habe, um festzustellen mit welcher Kraft Bleche durch Nieten zusammengepreßt werden können.

In Frankreich wurden auf Veranlassung von Considère<sup>2)</sup> von Bertin im Arsenal von Brest Gleitversuche angestellt. Diese Versuche ergaben, daß der Gleitwiderstand bei einer Stauchtemperatur von 600 bis 700° seinen Höchstwert erreicht hatte.

Auch in Deutschland war man sich frühzeitig über das Auftreten des Gleitwiderstandes bei Nietverbindungen klar. Von Harkort<sup>3)</sup> wurden diesbezügliche Versuche angestellt und  $G = 1460 \text{ kg/qcm}$  gefunden. Schwedler<sup>4)</sup> weist in seiner grundlegenden Arbeit über die Berechnung der Nietverbindungen darauf hin, daß „die Festigkeit der Nietverbindungen meist durch die Reibung

1) Transactions of the Institution of Naval Architects 1885, S. 190.

2) Considère, die Anwendung von Eisen und Stahl bei Konstruktionen, deutsch von Hauff, Wien 1888, S. 266.

3) Berggeist 1861, Nr. 2.

4) Wochenblatt des Architekten-Vereins zu Berlin Bd. I 1867, Nr. 47—49.

der Bleche aneinander bedingt ist“ v. Kaven<sup>1)</sup> gibt eine Zusammenstellung der bis dahin bekannten Versuche über den Gleitwiderstand. Auch Weisbach<sup>2)</sup> behandelt ausführlich den Gleitwiderstand von Nietverbindungen.

Böhme<sup>3)</sup> prüfte in der mechanisch-technischen Versuchsanstalt zu Charlottenburg 17 Nietverbindungen, ohne jedoch dabei besondere Versuche zur Ermittlung des Gleitwiderstands auszuführen.

Zu Anfang der 90er Jahre des vorigen Jahrhunderts führte v. Bach<sup>4)</sup> seine umfangreichen Versuche über den Gleitwiderstand von Schweißeisen-Nieten an mehr als 300 Nietverbindungen aus. Da diese Berichte allgemein zugänglich sind, sollen hier nur in aller Kürze ihre wesentlichsten Ergebnisse wiedergegeben werden. Die Größe des Gleitwiderstandes ist nach v. Bach weniger von der Stauchtemperatur der Niete abhängig als von der Temperatur des Nietes im Augenblick der Beendigung des Nietens. So wurde z. B. ein größerer Gleitwiderstand erhalten, wenn der Stempel der Nietpresse längere Zeit auf dem Schließkopf gelassen wurde, als wenn er sofort nach der Schließkopfbildung entfernt wurde. Bei mehrreihigen Überlappungsnetungen ist der Gleitwiderstand geringer als bei einreihigen Überlappungsnetungen, weil eine gleichmäßige Verteilung der durch die Nietverbindungen zu übertragenden Kraft auf alle Nieten nicht möglich ist. Laschennietungen ergaben einen geringeren Gleitwiderstand als Überlappungsnetungen. Das Verstemmen, das eine achsiale Verlängerung des Nietschaftes und damit eine größere achsiale Spannkraft bewirkt, vergrößert den Gleitwiderstand.

Nachdem im Vorstehenden die bisher ausgeführten Versuche über den Gleitwiderstand von Schweißeisen- und Flußeisen-Nieten besprochen sind, soll jetzt auf die Nickelstahlnietungen näher eingegangen werden. Bei Nickelstahlnietungen liegen z. Zt. noch keine Versuche über den Gleitwiderstand, sondern nur Festigkeitsversuche vor.

Nachdem James Riley<sup>5)</sup>, der Vater der wirtschaftlichen Verwendung des Nickelstahles, auf die vorzüglichen Eigenschaften dieses Materials hingewiesen hatte und diese durch die Untersuchungen von verschiedenster Seite bestätigt worden waren, stellte zuerst Beardmore<sup>6)</sup> einige Versuche mit Nickelstahl-

1) Collectaneen über einige zum Brückenbau verwendete Materialien, Zeitschrift des Architekten- und Ingenieur-Vereins zu Hannover 1868.

2) Lehrbuch der theoretischen Mechanik 1875, S. 557.

3) Mitteilungen der Kgl. techn. Versuchsanstalten zu Berlin 1883, Nr. 3.

4) Zeitschrift des Vereins Deutscher Ingenieure 1892, S. 1142; 1894, S. 1231; 1895, S. 301, und Maschinenelemente.

5) Alloys of Nickel and Steel, Journal of the Iron and Steel Institute 1889 Nr. 1, S. 45.

6) On Nickelsteel, Transactions of the Institution of Engineers and Shipbuilders in Scotland Bd. 39, 1895–96, S. 229 und „Industries and Iron“ 1. May 1896.

nietverbindungen an. Eine einreihige Laschennietung aus  $\frac{3}{4}$ " dicken Blechen von 6" Breite mit beiderseitigen Laschen von  $\frac{1}{2}$ " Dicke, die zu beiden Seiten der Stoßfuge je 3 Nickelstahlnieten von  $\frac{3}{4}$ " Durchmesser enthielt, ergab eine Bruchlast von 82,6 t. Eine zweireihige Überlappungsnietung von 6" breiten und  $\frac{3}{4}$ " dicken Blechen mit 3 Nickelstahlnieten von  $\frac{3}{4}$ " Durchmesser in der einen Reihe und zwei desgleichen in der zweiten

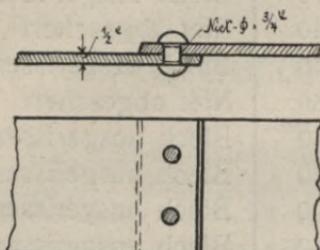


Fig. 5.

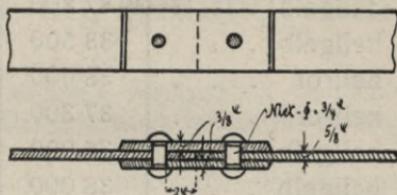


Fig. 6.

Reihe ergab eine Bruchlast von 69,8 t. Umfangreichere Versuche mit Nickelstahlnietverbindungen wurden von Maunsel White <sup>1)</sup>, dem Materialprüfungs-Ingenieur der Bethlehem Steel Co. ausgeführt.

Der Nietschaftsdurchmesser bei den Whiteschen Versuchen betrug stets  $\frac{3}{4}$ ", Versuchsreihe I wurde nach Fig. 5, Versuchsreihe II nach Fig. 6 ausgeführt. Die Nietwärme schwankte zwischen hellkirschrot bis beinahe weiß. White erhielt folgende Versuchsergebnisse:

#### Reihe I.

Nietwärme	Bruchlast kg	Scherfestigkeit kg/qcm	Art des Bruches
hellkirschrot .	38 400	6720	Blech ausgerissen
lichtrot . . .	39 600	6920	Niete abgeschert
gelb . . . . .	36 500	6380	Niete abgeschert
beinahe weiß .	35 500	6220	Niete abgeschert
hellkirschrot .	32 000	5590	Nietköpfe ab
lichtrot . . .	38 800	6770	Blech ausgerissen
gelb . . . . .	41 100	7180	Nietköpfe ab
beinahe weiß .	36 100	6320	Nietköpfe ab

<sup>1)</sup> „Nickel Steel rivets“, Journal of the American Society of Naval Engineers 1898, Bd. X, S. 1038 und Browne, „Nickelsteel, A Synopsis of Experiment and Opinion“, Transactions of the American Institute of Mining Engineers Bd. XXIX 1899, S. 569.

Reihe II.

Nietwärme	Bruchlast kg	Scherfestigkeit kg/qcm	Art des Bruches
hellrot . . .	35 500	6200	Blech ausgerissen
hellrot . . .	36 800	6440	Niet abgeschert
hellgelb . . .	37 800	6610	Blech ausgerissen
hellgelb . . .	33 500	5860	Niet abgeschert
hellrot . . .	38 000	6640	Blech ausgerissen
hellrot . . .	37 300	6520	Blech ausgerissen
hellgelb . . .	36 000	6290	Blech ausgerissen
hellgelb . . .	38 000	6640	Blech ausgerissen

White führte auch in gleicher Weise Gegenversuche mit gewöhnlichen Nietten aus. Diese ergaben folgende Werte:

Nietverbindung nach Fig.	Bruchlast kg	Scherfestigkeit kg/qcm
5	24 100	4220
6	25 000	4380

## IV. Anforderungen an Nietmaterial.

Die Anforderungen, die man an gutes Nietmaterial zu stellen hat, werden zunächst in dem Verlangen nach hoher Scherfestigkeit bestehen. Auch ist eine hohe Zugfestigkeit und eine hochliegende Streckgrenze erwünscht, damit durch die bei der Abkühlung des Nietes auftretende Verkürzung nicht ein Zerreißen oder eine Streckung des Nietschaftes auftritt, welche achsiale elastische Spannungen des Nietschaftes und damit einen erheblichen Gleitwiderstand unmöglich machen. Vor allem wird auch zu fordern sein, daß auch bei höheren Temperaturen die Streckgrenze hoch liegt. Oberhalb der Streckgrenze ist das Material gewissermaßen noch in teigigem Zustande. Elastische Achsialspannungen des Nietschaftes, welche einen Gleitwiderstand erzeugen können, können daher erst nach Unterschreiten der Streckgrenze auftreten. Nimmt man z. B. 2 Nietmaterialien, von denen das erste bei  $400^{\circ}$  einen bestimmten Wert für die Streckgrenze hat und das zweite den gleich großen Wert für die Streckgrenze bei  $500^{\circ}$  zeigt, so treten entsprechende elastische Spannkkräfte im Nietschaft bei dem ersten Material von  $400^{\circ}$  abwärts, bei dem zweiten Material aber schon von  $500^{\circ}$  abwärts auf. Setzt man in beiden Fällen einen gleichen Wärmeausdehnungskoeffizienten voraus, so wird im zweiten Falle die Verkürzung des Nietschaftes und damit der Gleitwiderstand  $\frac{5}{4}$  der betreffenden Werte des ersten Materials betragen. Aus diesem Grunde wurde von Seiten des Verfassers die Lage der Bruchgrenze und Streckgrenze des Nietmaterials bei höheren Wärmegraden eingehend untersucht. Hierüber ist weiter unten berichtet.

Ferner ist an das Nietmaterial die Anforderung zu stellen, daß es nicht zu hart und spröde, sondern im gewissen Grade weich und zähe ist. Diese Anforderungen sind zu stellen, damit die Nietköpfe nicht abspringen und keine zu große Kraftleistung der Nietpresse gegenüber den bisherigen Anforderungen bei Flußeisen erforderlich wird. Auch wird bei härterem Material die Wirkung des Verstemmens schlechter ausfallen, da der Arbeiter bei dieser Arbeit an einen bestimmten Arbeitsaufwand gewöhnt ist, der aus praktischen Gründen nur schwer gesteigert werden dürfte.

Die Whiteschen Versuche ergaben, daß zur Schließkopfbildung ein größerer Kraftaufwand erforderlich war als bei Flußeisennieten. Ein Abspringen des Nietkopfes erfolgte bei den Whiteschen Versuchen niemals.

Günstig ist ferner mit Rücksicht auf die Kosten eine niedrige Bearbeitungswärme des Nietmaterials. Die günstigste Bearbeitungswärme von Nickelstahl ist nach den Versuchen von Ellis<sup>1)</sup> auf Grund der Versuche von Souther und Flavel die Kirschrot-Wärme. Auch darf das Nietmaterial nicht zu empfindlich sein gegenüber einer gelegentlichen zu starken Überhitzung. Es wurden daher auch nach dieser Richtung hin von seiten des Verfassers eingehende Versuche angestellt.

Da die Größe des Gleitwiderstandes u. a. von der Verkürzung des Nietschaftes bei der Abkühlung abhängt, so wird in dieser Hinsicht ein Material mit möglichst großem Wärmeausdehnungskoeffizienten am günstigsten sein. Nach den Versuchen von Guillaume<sup>2)</sup>, des Direktors des Internationalen Bureau für Maße und Gewichte in Paris ist für praktische Verhältnisse kein Unterschied in der Wärmeausdehnung zwischen Kohlenstoffstahl und Nickelstahl mit einem Nickelgehalt bis zu 5 % aufwärts. Es sind also in dieser Beziehung beide Materialien gleichwertig.

Da die Niete auch häufig Spannungsschwankungen und Wechseln ausgesetzt sind, so ist auch das Verhalten des Nietmaterials bei Ermüdungsversuchen in Betracht zu ziehen. Hier liegen Versuche von Beardmore<sup>3)</sup> vor. Er stellte vergleichende Ermüdungsversuche zwischen Nickelstahl und Kohlenstoffstahl an, die die bedeutende Überlegenheit des ersteren erwiesen. Die angewandten Spannungen lagen oberhalb der Streckgrenze.

Auch Landis<sup>4)</sup> stellte derartige Versuche mit dem gleichen Ergebnis an. Auch gegenüber von stoßweiser Beanspruchung ist Nickelstahl im Vorteil.

Nach Wiggin<sup>5)</sup> ist Nickelstahl bei Schlagversuchen in höherem Maße vorteilhafter als dem Verhältnis der Zugfestigkeit von Nickelstahl zu Kohlenstoffstahl entspricht.

Weiter ist zu verlangen, daß das Nietmaterial homogen ist und nicht seigert. Hier liegen Versuche von Porter an Nickelstahlblöcken vor. Er fand auf den Bethlehem Steel Works bei einem Block von 0,6 m Durchmesser und 2,2 m Länge folgende Verteilung:

---

1) „Recent experiments in Armor“ Transactions of the Institution of Naval Architects, March 1894.

2) „Recherches sur les Aciers au Nickel“, Comptes Rendus, March 7. 1898.

3) Trans. Inst. Shipbuilders of Scotland, 1895/96, S. 229.

4) Scientific American 9. Jan. 1897.

5) „Nickelsteel“ Journal of the Iron and Steel Institute 1895, Nr. 2. S. 164.

	An der Oberfläche %	15 cm von der Mittelachse %	Konzentrations- verhältnis
Ni	3,07	3,27	100 : 108
Si	0,172	0,170	100 : 98
S	0,03	0,06	100 : 200
C	0,31	0,36	100 : 116
P	0,025	0,047	100 : 188

Von wesentlicher Bedeutung für Nietmaterial ist auch sein Verhalten gegenüber von Korrosionen durch Wasser insbesondere durch Seewasser. Whyte<sup>1)</sup> hat auf den Docks in Leith Schweiß-eisen und Nickelstahl 12 Monate lang dem Seewasser ausgesetzt und folgende Gewichtsabnahme gefunden:

Material	Gewichts- abnahme %
Bearbeiteter 3 % Nickelstahl	1,36
Bearbeitetes Schweiß-eisen .	1,89
Unbearbeiteter Nickelstahl .	0,74

Wiggin gibt für die Korrosion folgende Zahlen:

Material	Gewichtsverlust bei 3 monatlichem Kochen in 10 % Kochsalzlösung in %	Gewichtsverlust, wenn 2 Monate Wasserdampf ausgesetzt %
Nickelstahl, 3 % Ni .	1,00	0,27
Bessemerstahl . . .	1,81	0,58
Siemens-Martin-Stahl .	1,97 — 2,00	0,31 — 0,36

Nach Howe ist der Gewichtsverlust in kg auf 1 qcm Ober-  
fläche, wenn das Material dem Wasser ausgesetzt ist:

<sup>1)</sup> Siehe Beardmore, Nickelsteel as an Improved Material for Boiler Plates.

Material	Seewasser	Süßwasser
Schweißeisen . . . . .	0,000069	0,000062
Kohlenstoffarmes Flußeisen . . . . .	0,000078	0,000059
Niedrigprozentiger Nickelstahl . . . . .	0,000057	0,000050
Hochprozentiger Nickelstahl . . . . .	0,000022	0,000021

Es darf auch keine zu hohe elektrische Potential-Differenz zwischen den Nickelstahlnieten und den Schweißeisen- oder Flußeisenblechen bestehen, damit keine elektrolytischen Zerstörungen auftreten. Es wurden daher auch hierüber Versuche angestellt, über die weiter unten berichtet werden wird.

Material	Seewasser	Süßwasser
Nickelstahl	0,000022	0,000021
Schweißeisen	0,000069	0,000062
Flußeisen	0,000078	0,000059

Material	Seewasser	Süßwasser
Nickelstahl	0,000022	0,000021
Schweißeisen	0,000069	0,000062
Flußeisen	0,000078	0,000059

Nach dem in der Tabelle oben ist zu sehen, daß die Zerstörung in Seewasser größer ist als in Süßwasser. Dies ist auf die höhere elektrische Leitfähigkeit des Seewassers zurückzuführen. Die Zerstörung ist in Seewasser um ein Vielfaches größer als in Süßwasser.

## V. Eigenschaften des für die nachstehenden Versuche benutzten Materials.

Über die chemische Zusammensetzung des für Niete benutzten Nickelstahles liegen bisher nur die Lieferungsvorschriften<sup>1)</sup> für die New-Yorker Brückenbauten vor. Diese schreiben für Nickelstahlniete vor einen:

Mindestgehalt an	Ni	=	3,25	%
Höchstgehalt	„	P	=	0,035
„	„	S	=	0,03
„	„	Mn	=	0,6
„	„	Si	=	0,1

Ferner muß nach diesen Vorschriften die Zugfestigkeit 49 bis 56 kg/qmm und die Elastizitätsgrenze 32 kg/qmm betragen.

Je nach der Bruchfestigkeit muß das Material eine Dehnung von 20 bis 26 % bei einer Meßlänge von 8 Zoll haben. Es muß sich kalt ohne rissig zu werden um 180° flach biegen lassen können.

Das bei den vorliegenden Versuchen verwandte Material hat nach Angabe der liefernden Firmen folgende chemische Zusammensetzungen:

Material Nr.	G e h a l t i n %					
	Ni	Cr	C	Mn	P	S
A	4,0	1,0	0,1	0,35	?	?
B	3,2	0	0,15	0,8	0,01	0,03
C	3,4	0	0,36	0,29	0,01	0,02
D	3,2	0	0,15	0,6	?	?

Die Scherfestigkeit wurde in zweischnittiger Scherung an Rundstäben mit dem Durchmesser d bestimmt und ergab folgende Werte:

<sup>1)</sup> Proposals for bids or Estimates for the Manhattan Bridge, New-York 1906.

Material Nr.	Versuch Nr.	d mm	Scherkraft kg	Scherfestigkeit kg/qmm
A	1	19,0	23 300	41,0
	2		23 200	40,8
	3		23 100	40,7
				Mittel: 40,8
B	1	18,85	21 400	38,4
	2		20 700	37,1
	3		20 600	36,9
				Mittel: 37,5
C	1	18,9	28 000	49,8
	2		27 700	49,3
	3		28 300	50,3
				Mittel: 49,8
D	1	18,8	22 800	41,3
	2		22 800	41,3
	3		22 800	41,3
				Mittel: 41,3

Die bei Zimmerwärme ausgeführten Zerreißversuche ergaben folgende Werte:

### Nickelstahlzugversuche.

#### A. Zimmerwärme.

Proportionalrundstab von 11 mm Durchmesser.

Meßlänge: 100 mm.

Mat.	Ver- such Nr.	Durch- messer mm	Quer- schnitt qmm	Propor- tionalitts- Grenze		Streck- grenze		Bruch- grenze		Deh- nung %	Quer- schnitt- vermin- derung %
				kg	kg/ qmm	kg	kg/ qmm	kg	kg/ qmm		
A	1	11,00	95,0	3200	33,7	4450	46,8	5250	55,3	20,2	79,3
	2	10,95	94,1	3200	34,0	4470	47,5	5320	56,5	20,2	78,3
B	1	10,90	93,3	2800	30,0	3400	36,4	4780	51,2	24,2	64,0
	2	10,95	94,1	2900	30,8	3380	35,9	4820	51,2	23,4	64,0
C	1	11,00	95,0	2600	27,4	— <sup>1)</sup>	—	7450	78,4	16,6	44,3
	2	11,00	95,0	2900	30,5	— <sup>1)</sup>	—	7500	78,8	16,4	44,3
D	1	11,00	95,0	2900	30,5	3600	37,9	4970	52,3	27,2	62,8
	2	11,00	95,0	2900	30,5	3600	37,9	4930	51,9	25,4	62,8

<sup>1)</sup> Streckgrenze nicht ausgeprägt.

Der Elastizitätsmodul von Nickelstahl mit 3 bis 4 % Nickel ist nach Reuleaux (Abriss der Festigkeitslehre für den Maschinenbau, 1904, S. 33)  $E = 2\,200\,000$  kg/qcm.

Die bei höheren Wärmestufen ausgeführten Zerreißversuche ergaben die in nachstehender Tabelle wiedergegebenen Werte. Die Warmzerreiversuche wurden in einem elektrisch geheizten Ofen ausgeführt. Die Wrmemessungen wurden bis zu 300° mit einem Quecksilberthermometer, darüber mit einem geeichten Pyrometer (Thermoelement) ausgeführt. Als Material für die nachstehenden Warmzerreiversuche diente das Material D.

### Nickelstahlzugversuche.

B. Bei Wärmestufen von 20° C. bis 600° C.

Rundstäbe von etwa 10 mm Durchmesser.

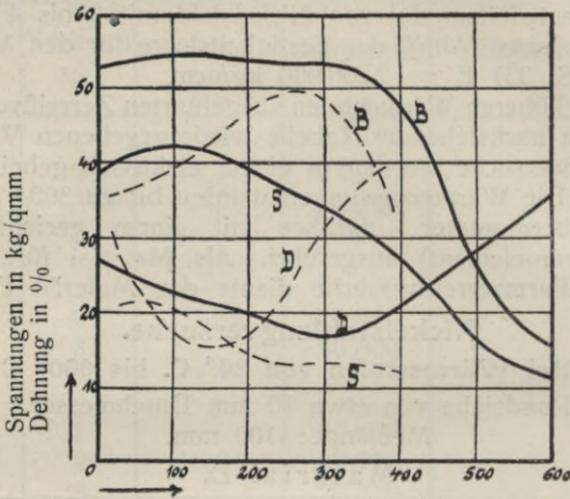
Meßlänge: 100 mm.

Material D.

Wärme in ° C.	Ver- such  Nr.	Durch- messer  mm	Quer- schnitt  qmm	Streck- grenze		Bruch- grenze		Deh- nung  %	Quer- schnitts- vermin- derung  %
				kg	kg/ qmm	kg	kg/ qmm		
20	1	11,00	95,0	3600	37,9	4970	52,3	27,2	62,8
	2	11,00	95,0	3600	37,9	4930	51,9	25,4	62,8
100	1	9,9	77,0	3200	41,6	4190	54,4	21,4	66,8
	2	9,95	77,6	3200	41,2	4220	54,4	21,6	67,0
200	1	10,0	78,6	3000	38,2	4160	52,9	20,6	68,5
	2	9,8	75,4	2900	38,5	4090	54,2	19,6	66,2
300	1	10,0	78,6	2600	33,1	4245	54,0	15,3	66,7
	2	10,0	78,6	2600	33,1	4180	53,2	—	63,0
400	1	10,0	78,6	2200	28,0	3660	46,6	20,0	78,2
	2	10,0	78,6	2200	28,0	3800	48,3	20,5	78,2
500	1	10,0	78,6	1350	17,2	2100	26,7	25,9	79,2
	2	9,9	77,0	1200	15,6	1720	22,3	29,2	82,0
600	1	10,0	78,6	850	10,8	1090	13,9	34,4	93,0
	2	9,85	76,2	850	11,2	1220	16,0	37,0	92,6

Die bei den Warmzerreiversuchen für die Bruchgrenze, Streckgrenze und Dehnung erhaltenen Werte sind in Fig. 7 schaubildlich dargestellt. In dem gleichen Schaubilde sind die von Rudeloff<sup>1)</sup> für Schweißeisen bei Warmversuchen er-

<sup>1)</sup> Mitteilungen aus den Kgl. Techn. Versuchsanstalten zu Berlin 1893, S. 327.



° C. Fig. 7.

— Nickelstahl - - - - - Schweiß Eisen  
 B = Bruchgrenze S = Streckgrenze D = Dehnung

haltenen Werte eingetragen. Man erkennt, daß bei höheren Wärmestufen die Bruchgrenze des Nickelstahles höher liegt als die von Schweiß Eisen, insbesondere liegt aber auch bei höheren Wärmestufen die Streckgrenze des Nickelstahles sehr wesentlich höher als die Streckgrenze des Schweiß Eisens. Letzterer Umstand ist aus dem Grunde besonders wichtig (vergl. S. 17), weil nach dem Schlagen des Nietes erst dann eine achsiale Spannkraft im Nietschaft auftreten kann, wenn der Niet sich soweit abgekühlt hat, daß die Streckgrenze unterschritten ist, daß also der Niet sich nicht mehr im teigigen, sondern bereits im elastischen Zustande befindet. Um festzustellen, ob Nickelstahl durch höhere Überhitzung etwa spröde wird, wurden nach dem Heyn'schen Ver-

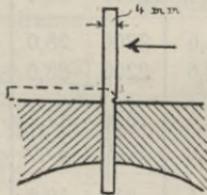


Fig. 8.

fahren<sup>1)</sup> Kerbschlagversuche angestellt. Nach diesem Verfahren wurden Stäbchen von 60 mm Länge und 4×6 mm Querschnitt hergestellt. Sie tragen in der Mitte ihrer Länge auf der einen Seite eine 1/2 mm tiefe Kerbe. Diese Stäbchen werden, wie Fig. 8

<sup>1)</sup> Mitteilungen aus dem Kgl. Materialprüfungsamt zu Groß-Lichterfelde West 1906, S. 263.

zeigt, so in die scharfkantigen Backen eines Schraubstockes eingespannt, daß die Kerbe in der Höhe der oberen Kante liegt. Durch einen kräftigen Hammerschlag wird die obere Stabhälfte um  $90^\circ$  gebogen, um dann wieder gerade gerichtet zu werden usw. Jede Biegung aus der Strecklage um  $90^\circ$  bis in die rechtwinkelige Form bezw. aus der rechtwinkeligen Form wieder zurück in die Strecklage zählt als eine Biegung. Die in nachstehender Tabelle angegebenen Versuchsergebnisse wurden mit dem Material A erzielt. Die Versuchsstäbchen wurden eine halbe Stunde lang bei der in der Tabelle angegebenen Temperatur gehalten und darauf langsam abgekühlt. Man erkennt, daß durch Überhitzung die Zähigkeit abnimmt. Immerhin beträgt aber auch bei starker Überhitzung bis zur Weißglut die Biegungszahl noch  $1\frac{3}{4}$  an Wert, der als gute Biegungszahl für Kesselbleche gelten darf. Bei besonders starker Überhitzung steigt sogar die Biegungszahl wieder.

$\frac{1}{2}$ Stunde geglüht bei $^\circ$ C.	Versuch Nr.	Anzahl der Biegungen um $90^\circ$
Anlieferungs- zustand	1	$3\frac{1}{2}$
	2	$3\frac{1}{2}$
	3	$3\frac{1}{2}$
640	1	$3\frac{3}{4}$
	2	$3\frac{3}{4}$
	3	$3\frac{3}{4}$
740	1	2
	2	2
	3	$1\frac{3}{4}$
840	1	$1\frac{3}{4}$
	2	$1\frac{3}{4}$
	3	2
940	1	$1\frac{3}{4}$
	2	$1\frac{3}{4}$
	3	$1\frac{3}{4}$
1040	1	$2\frac{1}{2}$
	2	$2\frac{3}{4}$
	3	$2\frac{1}{2}$

Es war bereits auf Seite 20 darauf hingewiesen, daß zwischen den zu vernietenden Blechen und den Nieten keine zu hohe

elektrische Potentialdifferenz bestehen darf, damit nicht elektrolytische Zerstörungen auftreten. Um den Einfluß etwaiger elektrolytischer Zersetzungen festzustellen, wurden in ein Flachflußeisen 6 Nickelstahlnieten und ferner in ein zweites Flacheisen 6 Schweißeisennieten genietet. Beide Eisen wurden ohne Schutzanstrich 2 Monate lang in einer Lösung von Kochsalz in Wasser gehalten. Der Kochsalzgehalt der Lösung betrug 3,6 % entsprechend dem Kochsalzgehalt des Meerwassers. Während der zweimonatlichen Versuchsdauer ergaben sich folgende Gewichtsabnahmen:

Material	Gewicht zu Beginn des Versuches gr	Gewichtsabnahme während des Versuches gr
Flußeisen mit Nickelstahlnieten	2567	11
Flußeisen mit Schweißeisennieten	2794	6

Ferner wurde die elektrische Potentialdifferenz zwischen Flußeisen und Nickelstahl andererseits gemessen. Diese Messungen erfolgten durch Herrn Diplom-Ingenieur Pungs am Elektrotechnischen Institut der Technischen Hochschule zu Darmstadt.

Herr Pungs berichtet hierüber folgendes:

Die Elektroden waren plattenförmig ausgebildet und der obere Teil derselben mit einer Paraffinschicht überzogen, welche beim Eintauchen etwas unter die Oberfläche der Flüssigkeit herabreichte.<sup>1)</sup> Die Gefäße wurden erschütterungsfrei aufgestellt, da schon geringe Bewegungen der Flüssigkeit die Potentialdifferenzen beeinflussten. Vor dem Eintauchen wurden die Elektroden abgeschmirgelt und dann abgewischt. Die Messung wurde nach der Kompensationsmethode ausgeführt. Vorversuche zeigten, daß die zu untersuchenden Potentialdifferenzen von schwer regelbaren Ursachen sehr oder weniger beeinflusst wurden. Die angegebenen Werte sind deshalb als Vergleichs- und nicht als absolute Werte aufzufassen.

Die Tabellen enthalten die Potentialunterschiede von Nickelstahl und Schweiß Eisen gegen Flußeisen in Volt als Funktion der Zeit vom Moment des Eintauchens ab gerechnet. Da in der ersten Zeit nach dem Eintauchen die Potentialdifferenz sich sehr schnell veränderte, sodaß keine Kompensation möglich war, so wurde die erste Ablesung immer 6 Minuten nach dem Eintauchen gemacht. In den Tabellen ist ferner das Verhalten der zu vergleichenden Potentialdifferenzen angegeben. Die Temperatur bei den Versuchen war im Mittel 16° C. Flußeisen zeigte bei allen

<sup>1)</sup> Mitteilungen aus dem Kgl. Materialprüfungsamt zu Groß-Lichterfelde West 1908, Heft 1 und 2, S. 50.

Versuchen negative Polarität. In den Tabellen ist deshalb die Polarität weiter nicht besonders bezeichnet.

**Versuchsreihe I: Darmstädter Leitungswasser.**

Nr.	Zeit	E <sub>1</sub> Nickelstahl Volt	E <sub>2</sub> Schweißeisen Volt	E <sub>1</sub> /E <sub>2</sub>
1	0 <sup>h</sup> 6 <sup>m</sup>	0,1385	0,0729	1,90
2	0 <sup>h</sup> 20 <sup>m</sup>	0,1520	0,0496	3,06
3	1 <sup>h</sup>	0,1250	0,0322	3,88
4	4 <sup>h</sup>	0,0616	0,0146	4,22
5	7 <sup>h</sup>	0,0536	0,0173	3,10
6	22 <sup>h</sup>	0,0473	0,00770	6,14
7	28 <sup>h</sup>	0,0428	0,00382	11,20

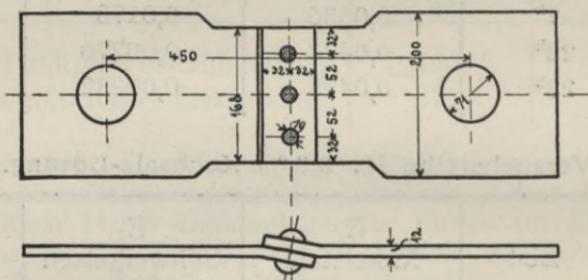
**Versuchsreihe II: 3,6 % Kochsalz-Lösung.**

Nr.	Zeit	E <sub>1</sub> Nickelstahl Volt	E <sub>2</sub> Schweißeisen Volt	E <sub>1</sub> /E <sub>2</sub>
1	0 <sup>h</sup> 6 <sup>m</sup>	0,0645	0,0514	1,25
2	0 <sup>h</sup> 25 <sup>m</sup>	0,0344	0,0434	0,73
3	1 <sup>h</sup>	0,0392	0,0344	1,11
4	4 <sup>h</sup>	0,0429	0,00943	4,44
5	7 <sup>h</sup>	0,0523	0,00723	7,24
6	22 <sup>h</sup>	0,0383	0,00937	4,07
7	28 <sup>h</sup>	0,0380	0,01045	3,64

Das Ergebnis der Untersuchung ist folgendes: Die Potentialdifferenz Nickelstahl-Flußeisen ist bei den in Frage kommenden Flüssigkeiten höher als diejenige Schweißeisen-Flußeisen. Das Verhältnis E<sub>1</sub> : E<sub>2</sub> ändert sich wesentlich mit der Zeit.

## VI. Meßapparate.

Alle Nietverbindungen wurden in der Prüfungsmaschine von Werder untersucht. Es war ursprünglich in Aussicht genommen, alle Nietverbindungen, wie es auch bei den v. Bachschen Versuchen geschehen war, nach Zeichnung Blatt Nr. 1 mit 2 Löchern



Zeichnung Blatt 1.

Niet  $\psi = 19$  mm

Blech = 12 mm

an den Enden zu versehen und mit Hülfe von Einspanndornen einzuspannen. Der Vorteil dieser Einspannungsart ist ein guter axialer Kraftangriff. Bei der großen Festigkeit der Nickelstahlnietverbindungen wurde indessen der Lochleibungsdruck im Einspannloch zu groß. Diejenigen Nietverbindungen, deren Breite 200 mm nicht überschritt, wurden daher mit Hülfe von Beißkeilen in Einspannköpfe eingespannt. Die gut übereinstimmenden Versuchswerte der einzelnen Versuche innerhalb der verschiedenen Versuchsgruppen zeigen, daß auch der Kraftangriff der Einspannköpfe über die Breite des Bleches gleichmäßig verteilt war. Da die Einspannköpfe nur bis zu 200 mm breite Bleche einzuspannen gestatteten, mußte für breitere Nietverbindungen auf die Einspannung mit Hülfe von Einspanndornen zurückgegriffen werden. Damit der Leibungsdruck im Einspannloch nicht zu groß wurde, mußten in diesem Falle die Enden der Nietverbindungen durch aufgenietete Bleche verstärkt werden.

Für die Messung des Gleitens wurde die Spiegelablesung mit Hülfe von Martensschen Schneiden gewählt. Das Übersetzungsverhältnis betrug 1:500.<sup>1)</sup> Ein Gleiten der Bleche von  $\frac{1}{100}$  mm stellt sich also auf der Ableseskala als eine Strecke von 5 mm dar.

<sup>1)</sup> Bei den ersten Versuchsreihen betrug das Übersetzungsverhältnis 1:550.

Da sich auf der Skala eine Strecke von  $\frac{1}{10}$  mm mit Sicherheit schätzen läßt, so konnte ein Gleiten der Bleche von  $\frac{1}{5000}$  mm festgestellt werden.

Zur Kontrolle wurde ferner bei einigen Nietverbindungen auf den abgeschliffenen Stirnflächen der Überlappungsstelle der beiden Bleche ein Strichnetz aufgerissen und die Verschiebung der Strichmarken mit Hülfe eines mit einer Lupe versehenen Mikrometers bis auf  $\frac{1}{100}$  mm genau gemessen. Es ergab sich eine gute Übereinstimmung der auf beide Arten erhaltenen Werte. Da die Spiegelablesung schneller von statten ging und genauere Werte ergibt, wurde sie später allein angewandt.

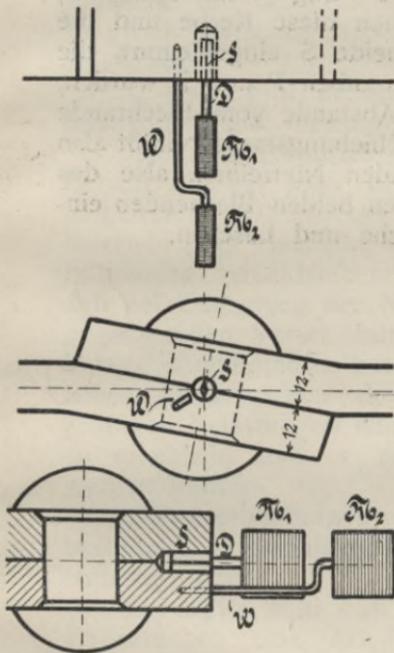


Fig. 9.

Verschiebungsmesser Nr. 1.

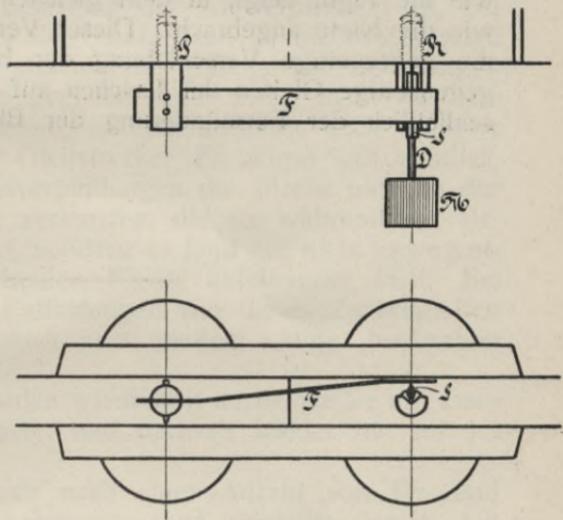


Fig. 10.

Verschiebungsmesser Nr. 2.

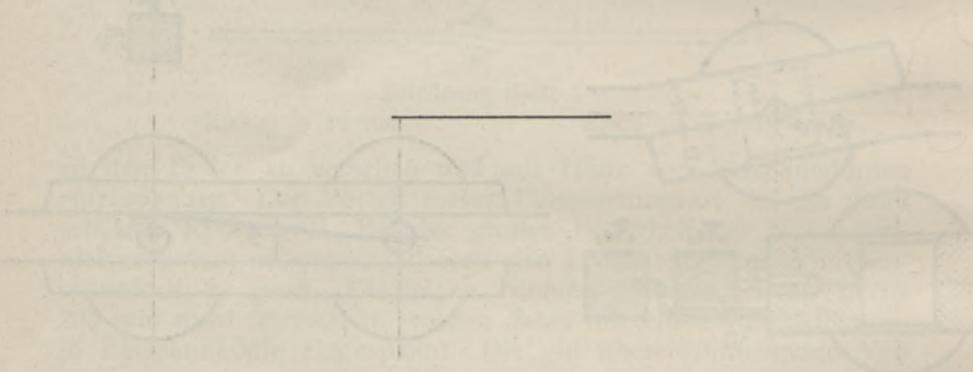
Das Gleiten wurde stets an beiden Stirnflächen der Nietverbindungen gemessen und das Mittel beider Werte in den nachstehenden Protokollen angegeben. Das Gleiten auf den beiden Stirnflächen war, wie es sich auch schon bei den v. Bachschen Versuchen gezeigt hatte, verschieden stark.

Zum Messen des Gleitens der Überlappungsnietungen wurde der Verschiebungsmesser Nr. 1<sup>1)</sup> benutzt. In der Mitte der Überlappungsfuge wurde ein Loch von 4 mm Durchmesser und 10 mm Länge gebohrt. In dieses Loch wurde die Martens'sche Schneide

1) Nach den Angaben des Herrn Geh. Baurat Professor Berndt.

S von 4,24 mm Breite mit leichten Hammerschlägen eingetrieben, sodaß die Schneide im Loch festsaß. Mit der Schneide war durch den Stift D der Spiegel  $M_1$  verbunden. Ferner wurde auf einem ausgekragten Draht W noch ein zweiter Spiegel  $M_2$  angebracht, dessen Ebene mit der Ebene des Spiegels  $M_1$  zusammenfiel. Der Spiegel  $M_2$  gestattete den Einfluß einer Drehung der Überlappungsstelle im Raum zu messen und zu berücksichtigen. Die Messungen ergaben, daß die Drehung der Überlappungsstelle sehr gering war.

Für die Laschennietungen wurde der Verschiebungsmesser Nr. 2 benutzt. In die beiden Bleche wurden die Schrauben P und R eingeschraubt. Schraube P trug eine Feder F, Schraube R besaß eine Kerbe. Zwischen diese Kerbe und die Feder F wurde die Martens'sche Schneide S eingeklemmt, die wiederum den Spiegel M trug. Die Schrauben P und R wurden, wie die Figur zeigt, in dem gleichen Abstände vom Blechrande wie die Niete angebracht. Dieser Verschiebungsmesser mißt also die gegenseitige Verschiebung der beiden Nietreihen, also das gegenseitige Gleiten der Laschen auf den beiden Blechenden einschließlich der Formänderung der Bleche und Laschen.



## VII. Versuche.

Geprüft wurden im ganzen 93 Nietverbindungen. Die Art der Verbindungen war so gewählt, daß die Versuche möglichst parallel zu den umfangreichen von v. Bach veröffentlichten Versuche mit Schweißeisennieten ausgeführt wurden, um einen Vergleich zwischen Nickelstahl- und Schweiß Eisen-Nieten zu ermöglichen.

v. Bach gibt in seinen Versuchsberichten mit sehr wenig Ausnahmen nur diejenige Belastung der Nietverbindung an, bei der das Gleiten eintritt. Im Gegensatz dazu ist im vorliegenden Bericht die bei jeder der stufenweise gesteigerten Belastungen eingetretene Gleitstrecke angegeben und zwar nicht nur das federnde oder elastische Gleiten, sondern auch die nach erfolgter Entlastung zurückbleibende Gleitstrecke. Es zeigte sich nämlich, daß bei Entlastung der Nietverbindungen die Bleche nicht in der gegenseitigen Verschiebung verharrten, die sie während der Belastung eingenommen hatten, sondern es fand ein nicht unwesentliches Zurückgleiten der beiden Bleche aufeinander statt. Bei größeren Belastungen und Entlastungen war dieses Zurückgleiten so erheblich, daß es deutlich mit bloßem Auge beobachtet werden konnte.

2 Nietverbindungen wurden wiederholt nacheinander mit einer bestimmten Höchstlast belastet und darnach wieder bis auf 1 t entlastet.

Es ergab sich, daß sich nach einer Anzahl von Be- und Entlastungen eine Art Beharrungszustand einstellte derart, daß bei erneuerter Belastung das Gleiten nicht mehr zunahm und daß nach darauffolgender Entlastung die Gleitstrecke sich auf den gleichen Betrag wie bei den vorhergehenden Entlastungen verringerte. Bei einer darauf wieder erfolgenden Belastung nahm die Gleitstrecke dann auf den gleichen Betrag zu, um den sie sich bei der Entlastung verringert hatte. Für die obere Stirnfläche bei der letzten Be- und Entlastung der Nietverbindung A ergibt sich für die Größe der Gleitstrecke im Zustande der Belastung:

$$(2290 - 1980) - (2480 - 2447) = 310 - 33 = 277 \cdot 0,0002 \text{ mm} \\ = 5,5 \cdot 0,01 \text{ mm}$$

desgleichen für den Zustand der Entlastung:

$$(2290 - 2014) - (2480 - 2431) = 276 - 49 = 227 \cdot 0,0002 \text{ mm} \\ = 4,5 \cdot 0,01 \text{ mm.}$$

Bei der wiederholten Be- und Entlastung fand also ein Hin- und Hergleiten der beiden Bleche aufeinander von etwa  $\frac{1}{100}$  mm statt, ohne daß jedoch die gesamte Gleitstrecke sich vergrößerte. Die nachstehenden Protokolle A und B auf S. 32 und 33 lassen diese Verhältnisse erkennen.

### Protokoll A.

Einreihige Überlappungsniertung mit 3 Flußeisennieten von 19 mm Durchmesser.

Blechdicke: 12 mm. Nach Zeichnung Blatt 2.

Last t	Ablesungen 0,0002 mm		
	Spiegel M <sub>2</sub>	Spiegel M <sub>1</sub> obere   untere Stirnfläche	
1	2480	2290	2270
15	2449	1994	1979
1	2437	2050	2000
15	2449	1981	1983
1	2433	2031	1990
15	2448	1980	1993
1	2433	2026	1990
15	2448	1980	1980
1	2431	2020	1985
15	2448	1981	1981
1	2431	2019	1985
15	2448	1981	1980
1	2431	2017	1984
15	2447	1980	1980
1	2431	2014	1983

In allen Versuchsergebnissen und Schaubildern ist, soweit als möglich, diejenige Belastung angegeben, bei der nach den v. Bachschen Versuchen das Gleiten eintrat. Es sei gleich hier bemerkt, worauf weiter unten noch ausführlich zurückgekommen werden wird, daß nach den Angaben von v. Bach das Gleiten bei einer bestimmten Belastung, also plötzlich eintrat, während die vorliegenden Versuche ergeben, daß das Gleiten ganz allmählich eintritt, wie die Meßeinrichtung, welche ein Gleiten von  $\frac{1}{5000}$  mm erkennen läßt, zeigte.

**Protokoll B.**

Einreihige Überlappungsnielung mit 3 Flußeisennieten von 18 mm Durchmesser.

Blechdicke: 8 mm.

Last t	Ablesungen 0,0002 mm		
	Spiegel M <sub>2</sub>	Spiegel M <sub>1</sub> obere   untere Stirnfläche	
1	2477	2318	2405
7	2538	2522	2047
1	2486	2404	2181
7	2538	2547	2042
1	2487	2426	2173
7	2538	2549	2042
1	2486	2437	2160
7	2537	2557	2031
1	2487	2438	2159
7	2537	2557	2029
1	2486	2437	2158
7	2537	2558	2028
1	2482	2433	2162
7	2537	2558	2027
1	2484	2437	2158
7	2537	2558	2027

In den Versuchsergebnissen wurden zum Vergleich die von v. Bach für Schweißisen-Nietverbindungen von gleichem Nietdurchmesser, gleicher Nietzahl usw. gefundenen Bruchfestigkeiten mitgeteilt. Da von v. Bach nur bei wenigen Nietverbindungen die Bruchfestigkeiten mitgeteilt sind, so wurde in allen anderen Fällen in den vorliegenden Versuchsergebnissen zum Vergleich diejenige Bruchfestigkeit gewöhnlicher Nietverbindungen angegeben, die sich rechnungsmäßig bei derselben Nietzahl und demselben Nietdurchmesser bei einer Scherfestigkeit des Nietmaterials von 35 kg/qmm ergibt.

Alle Firmen, welche die Nietverbindungen herstellten, waren über den Zweck der Versuche unterrichtet. Alle Nietlöcher wurden gebohrt.

Nachstehende Übersicht gibt die Art der untersuchten Nietverbindungen an:

## I. Überlappungsnetungen.

	Zeichnung Blatt Nr.	Gruppe	Anzahl
<b>A. Einreihig.</b>			
1. Nietdurchmesser: 16 mm, Blechdicke: 8 mm, unverstemmt, hergestellt durch:			
a) elektrisch-hydraulische Nietpresse . . . . .	3	I a	5
b) hydraulische Nietpresse . . . . .	3	I b	3
c) Preßlufthämmer . . . . .	3	I c	3
d) Handnietung . . . . .	3	I d	3
2. Nietdurchmesser: 19 mm, Blechdicke: 12 mm,			
a) unverstemmt, hergestellt durch:			
aa) elektrisch-hydraul. Nietpresse	1	II a	5
bb) hydraulische Nietpresse . . . . .	1	II b	3
cc) Preßlufthämmer			
α) Nietwärme: kirschrot . . . . .	2	II c	3
β) Nietwärme: lichtrot . . . . .	2	II d	3
b) Nietköpfe verstemmt, Bleche unverstemmt, hergestellt durch:			
elektrisch-hydraulische Nietpresse	2	III	5
c) Nietköpfe unverstemmt, Bleche verstemmt, hergestellt durch:			
elektrisch-hydraulische Nietpresse	2	IV	5
d) Nietköpfe und Bleche verstemmt, hergestellt durch:			
aa) elektrisch-hydraul. Nietpresse	1	V a	5
bb) hydraulische Nietpresse . . . . .	1	V b	3
cc) Preßlufthämmer . . . . .	2	V c	3
e) Niete mit durch Beilage verlängertem Schaft, unverstemmt, hergestellt durch:			
elektrisch-hydraulische Nietpresse	6	VI	5
f) Vergleichende Schweißeisennietversuche, hergestellt durch:			
aa) elektrisch-hydraul. Nietpresse	9	VII a	5
bb) hydraulische Nietpresse . . . . .	9	VII b	3

	Zeichnung Blatt Nr.	Gruppe	Anzahl
<b>3. Nietdurchmesser: 25 mm, Blechdicke: 18 mm, unverstemmt, hergestellt durch:</b>			
a) elektrisch-hydraulische Nietpresse	4	VIII a	5
b) hydraulische Nietpresse . . . . .	4	VIII b	3
c) Preßluftnietpresse . . . . .	4	VIII c	3
<b>B. Zweireihig.</b>			
<b>Nietdurchmesser: 19 mm, Blechdicke: 12 mm, unverstemmt, hergestellt durch:</b>			
elektrisch-hydraulische Nietpresse . .	5	IX	5

## II. Laschennietungen.

	Zeichnung Blatt Nr.	Gruppe	Anzahl
<b>Einreihig, unverstemmt</b>			
<b>A. Nietdurchmesser: 16 mm, Blechdicke: 12 mm, hergestellt durch:</b>			
a) hydraulische Nietpresse . . . . .	7	X a	3
b) Preßluftschlämm . . . . .	7	X b	3
c) Handnietung . . . . .	7	X c	3
<b>B. Nietdurchmesser: 19 mm, Blechdicke: 14 mm, hergestellt durch:</b>			
a) hydraulische Nietpresse . . . . .	8	XI a	3
b) Preßluftschlämm . . . . .	8	XI b	3

Nachstehend ist ein Einzelprotokoll wiedergegeben, wie es für jede Nietverbindung aufgenommen wurde.

### Nickelstahlnietversuche.

Datum: 30. 9. 08.	Überlappt.
Nickelstahlsorte: A.	Verstemmt.
Verfertiger: F.	1-reihig.
Herstellungsart: hydraul. Nietpresse.	Nietzahl: 3.
Gruppe: Nr. V b.	Nietdurchmesser: 19 mm.
Zeichnung Blatt: 1.	Nietwärme: lichtrot.
Bruchlast: 49 020 kg.	Blechdicke: 12 mm.
Spiegelübersetzung: 1 : 550.	Stempel a. Schließkopf: normal.

### Ergebnisse.

Last t	Ablesung 0,002 mm			Gleiten in 0,01 mm						Drehung im Raum, Spiegel M <sub>2</sub> 0,01 m
	Spiegel M <sub>1</sub>		Spiegel M <sub>2</sub>	oben		unten		mittel		
	oben	unten		fd.	bl.	fd.	bl.	fd.	bl.	
1	315	269	315	0	—	0	—	0	—	0
2	317	271	317	0	—	0	—	0	—	0
3	318	273	317	0	—	0	—	0	—	0
4	319	273	318	0	—	0	—	0	—	1
5	319	274	318	0	—	0	—	0	—	1
6	320	275	319	0	—	0	—	0	—	1
7	320	276	319	0	—	0	—	0	—	1
8	321	276	319	0	—	0	—	0	—	1
10	322	278	320	0	—	0	—	0	—	1
12	323	280	320	0	—	1	—	0,5	—	1
14	326	297	321	1	—	2	—	1,5	—	1
16	331	309	322	2	—	6	—	4	—	1
2	323	300	317	—	1	—	5	—	3	1
18	349	329	323	5 <sup>1)</sup>	—	9	—	7	—	1
2	340	319	318	—	4	—	8	—	6	1
20	373	358	324	9	—	15	—	12	—	2
2	362	344	319	—	8	—	13	—	10,5	1
23	412	401	326	16	—	23	—	19,5	—	2
2	390	366	321	—	13	—	17	—	15	1
26	467	468	331	25 <sup>1)</sup>	—	34	—	29,5	—	3
2	421	404	325	—	18	—	23	—	20,5	2
30	—	—	360	—	—	—	—	—	—	8
2	—	—	355	—	—	—	—	—	—	7
49,02	Bolzenloch reißt auf									

<sup>1)</sup> Gleiten mit Hilfe des Mikrometers aus der Verschiebung der Strichmarken gemessen bei:

18 t = 0,05 mm  
26 t = 0,27 mm.

Vorstehendes Protokoll soll insbesondere zeigen, wie gering die mit dem Spiegel  $M_2$  gemessene Drehung der Überlappungsstelle im Raum ist.

Ferner läßt das Protokoll die gute Übereinstimmung der für die Gleitstrecke erhaltenen Werte erkennen, die einerseits mit den Spiegelapparaten und andererseits mit Hilfe eines Mikrometers aus der Verschiebung des auf den Stirnflächen aufgerissenen Strichmarkennetzes gemessen wurde. Es sei hierzu bemerkt, daß die Ablesung durch das Mikrometer wegen der im Vergleich zum Fadenkreuz großen Breite der Strichmarken die geringere Genauigkeit besitzt.

Es war bereits in der Zusammenfassung der Versuchsergebnisse auf Seite 9 bemerkt worden, daß nach den Versuchen des Verfassers das Gleiten der Nietverbindungen schon bei geringer Belastung ganz allmählich beginnt, daß also von einem plötzlichen Eintreten des Gleitens nicht gesprochen werden kann. Das vorstehende Protokoll über Versuch Nr. 14 läßt das eben Gesagte deutlich erkennen. Unter Berücksichtigung der wegen der Drehung der Nietverbindung im Raum erforderlichen Korrektur durch den Spiegel  $M_2$  beträgt das Gleiten an der oberen Stirnfläche:

Last t	Gleiten in 0,002 mm	
1	315 minus	315 = 0
2	317 „	317 = 0
3	318 „	317 = 1
4	319 „	318 = 1
5	319 „	318 = 1
6	320 „	319 = 1
7	320 „	319 = 1
8	321 „	319 = 2
9	322 „	320 = 2
10	322 „	320 = 2
12	323 „	320 = 3
14	326 „	321 = 5

Man erkennt also aus dieser Tabelle, daß das Gleiten ganz allmählich beginnt. Es ist also nicht möglich den wirklichen Beginn des Gleitens genau festzustellen. Es wurde daher, wie bereits früher bemerkt wurde, der Beginn des Gleitens erst

dann angegeben, wenn die Gleitstrecke mindestens  $5 \times 0,002 = 0,01$  mm betrug. Aus diesem Grunde ist der Beginn des Gleitens an der oberen Stirnfläche bei Versuch Nr. 14 erst bei 14 t angegeben.

Aus diesen Einzelprotokollen wurden nur die Mittelwerte für das federnde und bleibende Gleiten in die nachstehend wiedergegebenen Gruppenprotokolle übernommen. Die Abkürzungen „fed.“ und „bl.“ bedeuten federnd und bleibend. In den Schaubildern bedeuten die punktierten Linien das federnde, die ausgezogenen Linien das bleibende Gleiten.

Gleitstrecke in 0,002 mm

Strecke	Zeit	Strecke	Zeit
0	0	0	0
1	10	1	10
2	20	2	20
3	30	3	30
4	40	4	40
5	50	5	50
6	60	6	60
7	70	7	70
8	80	8	80
9	90	9	90
10	100	10	100
11	110	11	110
12	120	12	120
13	130	13	130
14	140	14	140
15	150	15	150
16	160	16	160
17	170	17	170
18	180	18	180
19	190	19	190
20	200	20	200
21	210	21	210
22	220	22	220
23	230	23	230
24	240	24	240
25	250	25	250
26	260	26	260
27	270	27	270
28	280	28	280
29	290	29	290
30	300	30	300
31	310	31	310
32	320	32	320
33	330	33	330
34	340	34	340
35	350	35	350
36	360	36	360
37	370	37	370
38	380	38	380
39	390	39	390
40	400	40	400
41	410	41	410
42	420	42	420
43	430	43	430
44	440	44	440
45	450	45	450
46	460	46	460
47	470	47	470
48	480	48	480
49	490	49	490
50	500	50	500

### Gruppe Nr. Ia.

1-reihige Überlappungs-Nietung mit 3 Nickelstahlnieten von 16 mm Durchmesser nach Zeichnung Blatt 3.

Nickelstahlsorte: A.

Art der Nietung: elektr.-hydraul.

Unverstemmt.

Hersteller der Nietverbindung: E.

Nietwärme: lichtrot.

Blechdicke: 8 mm.

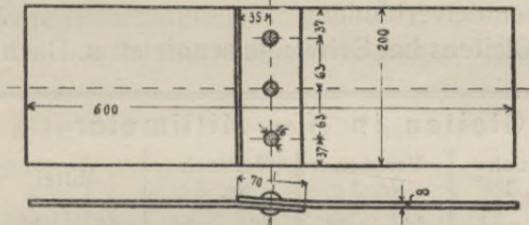
Stempel auf Schließkopf: normal.

Mittlere Bruchlast der Nickelstahlnietverbindung . 41 940 kg

Bruchlast einer gleichstarken<sup>1)</sup> Schweißei- oder

Flußeisennietverbindung . . . . . 21 100 „

Beginn des Gleitens bei Schweißeiennieten n. Bach 5 700 „



Zeichnung Blatt 3.

Niet  $\phi$  = 16 mm

Nietlochweite = 17 mm

Last P t	Gleiten in $\frac{1}{100}$ Millimeter												$P: 3 \frac{d^2 \pi}{4}$ kg
	Versuch Nr. 1		Versuch Nr. 2		Versuch Nr. 3		Versuch Nr. 4		Versuch Nr. 5		Mittel		
	fd.	bl.	fd.	bl.	fd.	bl.	fd.	bl.	fd.	bl.	fd.	bl.	
1	0	—	0	—	0	—	0	—	0	—	0	—	166
2	0	—	0	—	0	—	0,5	—	0	—	0,1	—	332
3	2	—	1	—	1	—	1,5	—	2	—	1,5	—	498
4	3	—	2	—	2,5	—	2,5	—	3	—	2,6	—	664
5	4,5	—	3	—	3,5	—	3,5	—	4	—	3,7	—	830
6	5,5	2	4	2,5	4,5	1,5	5	2,5	5	2	4,8	2,1	996
7	6,5	—	6	—	5,5	—	6	—	6	—	6,0	—	1162
8	7,5	2	8	4	6,5	1,5	7	3	7	2	7,2	2,5	1328
10	10	2,5	11	5	8	2,5	9,5	3,5	9,5	2	9,6	3,1	1660
12	12,5	3,5	13	5	10	2,5	11,5	4	11	4	11,6	3,8	1992
14	15	4	16	6	12,5	3,5	14	5	14	4,5	14,3	4,6	2324
16	17,5	5	20	8	15	4	16	5,5	16	5,5	16,9	5,6	2656
18	21	6,5	24	9	17,5	6	19	7	19	6,5	20,1	7,0	2980
20	25	8	27	10	20,5	8	21,5	8,5	22,5	8,5	23,3	8,6	3320
23	32	12	37	15	26	10	25,5	12	29,5	12,5	30,0	12,3	3820
26	40	20	46	23	34	18	28	19	40	19,5	37,6	19,9	4320
Bruchlast in t	43,200		38,000		43,780		43,660		41,080		41,940		6840
Bruchart	Nietköpfe durch Blech hindurchgezogen		Nietlöcher im Blech ausgerissen		Nietköpfe durch Blech hindurchgezogen		Nietköpfe durch Blech hindurchgezogen		Nietlöcher im Blech ausgerissen				

<sup>1)</sup> „Gleichstark“ d. h. von gleicher Nietzahl und gleichem Nietdurchmesser.

### Gruppe Nr. Ib.

1-reihige Überlappungs-Nietung mit 3 Nickelstahlnieten  
von 16 mm Durchmesser nach Zeichnung Blatt 3.

Nickelstahlsorte: C. Art der Nietung: hydraulisch.  
Unverstemmt. Hersteller der Nietverbindung: F.  
Nietwärme: lichtrot. Blechdicke: 8 mm.  
Stempel auf Schließkopf: normal.  
Mittlere Bruchlast der Nickelstahlnietverbindung . 27 530 kg  
Bruchlast einer gleichstarken Schweißisen- oder  
Flußeisennietverbindung . . . . . 21 100 „  
Beginn des Gleitens bei Schweißeisennieten n. Bach 5 700 „

Last P t	Gleiten in $\frac{1}{100}$ Millimeter								$P: 3 \frac{d^2 \pi}{4}$ kg
	Versuch Nr. 1		Versuch Nr. 2		Versuch Nr. 3		Mittel		
	fd.	bl.	fd.	bl.	fd.	bl.	fd.	bl.	
1	0	—	0	—	0	—	0	—	166
2	3	—	5	—	2	—	3,3	—	332
3	4,5	—	9	—	4,5	—	6,0	—	498
4	7	—	13	—	7	—	9,0	—	664
5	9	—	17,5	—	10,5	—	12,3	—	830
6	11,5	6	19	9,5	12	7	14,2	7,5	996
7	14	—	20,5	—	14,5	—	16,3	—	1162
8	15,5	8,5	22,5	11	16,5	8,5	18,2	9,3	1328
10	20	10,5	25,5	13	Spiegel fällt ab		22,7	11,8	1660
12	23,5	13	28,5	16,5			26,0	14,8	1992
14	27,5	16	31,5	17,5			29,5	16,8	2324
16	33	20,5	35	20			34,0	20,3	2656
18	37,5	24	38,5	22			38,0	23,0	2980
20	41,5	29,5	43	26			42,3	27,8	3320
Bruch- last in t	29,750		29,690		23,160		27,530		4580
Bruch- art	3 Nietköpfe ab- gesprungen		2 Nietköpfe ab- gesprungen		6 Nietköpfe ab- gesprungen				



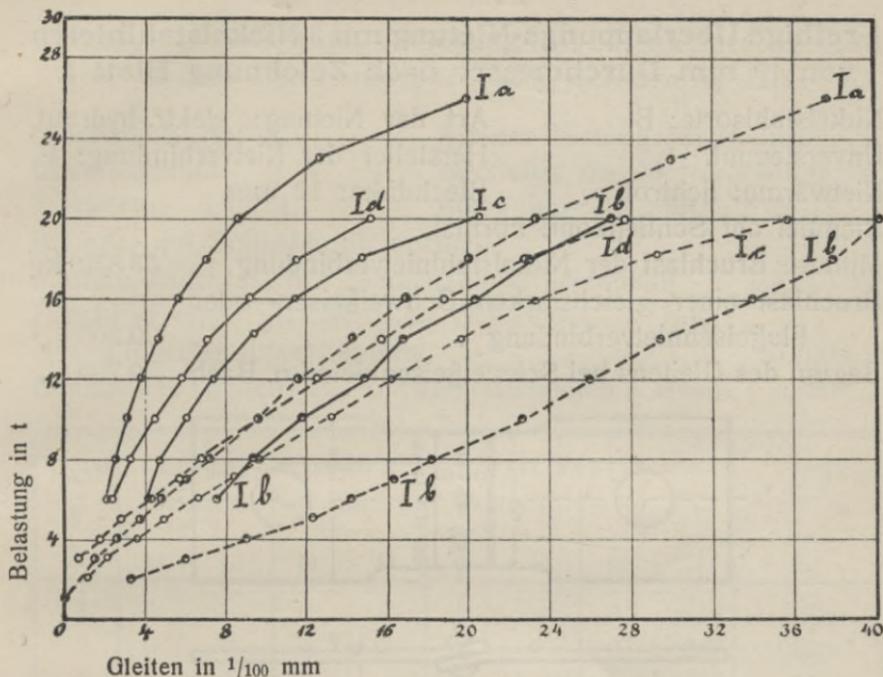
### Gruppe Nr. Id.

1-reihige Überlappungs-Nietung mit 3 Nickelstahlnieten  
von 16 mm Durchmesser nach Zeichnung Blatt 2.

Nickelstahlsorte: A. Art der Nietung: Handnietung.  
Unverstemt. Hersteller der Nietverbindung: G.  
Nietwärme: lichtrot. Blechdicke: 8 mm.  
Stempel auf Schließkopf: 4–6 Sek. mit Niethammer geschlagen;  
25–51 Sek. mit Schellhammer geschlagen.  
Mittlere Bruchlast der Nickelstahlnietverbindung . 44 260 kg  
Bruchlast einer gleichstarken Schweißisen- oder  
Flußeisennietverbindung . . . . . 21 100 „  
Beginn des Gleitens bei Schweißisennieten n. Bach 5 700 „

Last P t	Gleiten in $\frac{1}{100}$ Millimeter								$P : 3 \frac{d^2 \pi}{4}$ kg
	Versuch Nr. 1		Versuch Nr. 2		Versuch Nr. 3		Mittel		
	fd.	bl.	fd.	bl.	fd.	bl.	fd.	bl.	
1	0	—	0	—	0	—	0	—	166
2	0	—	0	—	0	—	0	—	332
3	0,5	—	0,5	—	1	—	0,7	—	498
4	1,5	—	2	—	1,5	—	1,7	—	664
5	2,5	—	3	—	3	—	2,8	—	830
6	4,5	3	4,5	2,5	4	1,5	4,3	2,3	996
7	5,5	—	6	—	5,5	—	5,7	—	1162
8	6,5	3	7,5	4	6,5	3	6,8	3,3	1328
10	8,5	4	11	5,5	9,5	4	9,7	4,5	1660
12	11	4,5	14	7,5	12,5	5,5	12,5	5,8	1992
14	14	5,5	17	8,5	16	7	15,7	7,0	2324
16	16,5	7	20,5	11,5	19,5	9	18,8	9,2	2656
18	21	9	25	14	22,5	11,5	22,8	11,5	2980
20	26	12	31	19	26	14,5	27,7	15,2	3320
Bruch- last in t	43,450		44,410		44,930		44,260		7330
Bruch- art	Blech reißt zwischen Nietloch und Rand		2 Niete abgeschert		2 Niete abgeschert				

Schaubild Nr. 1.<sup>1)</sup>



### Einfluß der Art der Nietung.

1-reihige Überlappungs-nietung mit 3 Nieten von 16 mm Durchmesser.

Gruppe Ia: elektrisch-hydraulisch

Gruppe Ic: Preßluft-hämmer

„ Ib: hydraulisch

„ Id: Handnietung.

Schaubild Nr. 1 zeigt den Einfluß der verschiedenen Arten von Nietverfahren auf das Gleiten von unverstemmten einreihigen Überlappungs-nietungen mit 3 Nickelstahlnieten von 16 mm Durchmesser. Am günstigsten stehen hierbei die mit elektrisch-hydraulischer Nietpresse (Ia) und die von Hand (Id) hergestellten Nietverbindungen, während die mit hydraulischer und Preßluft-Nietpresse hergestellten Verbindungen ein größeres Gleiten aufweisen.

Es sei an dieser Stelle ganz allgemein darauf aufmerksam gemacht, daß es streng genommen unzulässig ist, aus dem Vorstehenden und den nachstehenden Schaubildern Nr. 1 bis 15, die das Gleiten der Bleche aufeinander als Funktion der Belastung darstellen, Schlüsse über die Güte der verschiedenen Arten von Nietpressen bzw. Preßluft-hämmern und Handnietungen zu ziehen. Wie fast alle Schaulinien zeigen, sind die Unterschiede der Gleitstrecken der nach verschiedenartigen Nietverfahren hergestellten Nietverbindungen verhältnismäßig gering, und diese geringen Unterschiede dürften zum Teil darauf zurückzuführen sein, daß für die nach den verschiedenen Nietverfahren hergestellten Nietverbindungen meist verschiedene Sorten Nickelstahl als Nietmaterial benutzt wurden. Selbst auch dann, wenn für die einzelnen Gruppen stets die gleiche Sorte Nickelstahl verwendet wäre, würde die verschiedenartige Oberflächenbeschaffenheit der aus den verschiedenen Werken stammenden Bleche hinsichtlich des Gleitens einen so starken Einfluß ausüben, daß kein vollkommener Vergleich der verschiedenen Nietverfahren möglich wäre.

<sup>1)</sup> In allen Schaubildern ist das bleibende Gleiten durch eine ausgezogene Linie, das federnde Gleiten durch eine gestrichelte Linie dargestellt.



## Gruppe Nr. II b.

1-reihige Überlappungs-Nietung mit 3 Nickelstahlnieten von 19 mm Durchmesser nach Zeichnung Blatt 1.

Nickelstahlsorte: A. Art der Nietung: hydraulisch.  
 Unverstemt. Hersteller der Nietverbindung: F.  
 Nietwärme: lichtrot. Blechdicke: 12 mm.  
 Stempel auf Schließkopf: normal.  
 Mittlere Bruchlast der Nickelstahlnietverbindung . 52 570 kg  
 Bruchlast einer gleichstarken Schweißeißen- oder  
 Flußeisennietverbindung . . . . . 29 200 „  
 Beginn des Gleitens bei Schweißeißenieten n. Bach 9 700 „

Last P t	Gleiten in $\frac{1}{100}$ Millimeter								$P : 3 \frac{d^2 \pi}{4}$ kg
	Versuch Nr. 1		Versuch Nr. 2		Versuch Nr. 3		Mittel		
	fd.	bl.	fd.	bl.	fd.	bl.	fd.	bl.	
1	0	—	0	—	0	—	0	—	118
2	0	0	0	0	0	0	0	0	236
3	0	—	0	—	0	—	0	—	354
4	0	0	0	0	0	0	0	0	472
5	0	—	0	—	0,5	—	0,2	—	590
6	0	0	0	0	1	0	0,3	0	708
7	0	—	0	—	2	—	0,7	—	826
8	0,5	0	0	0	2,5	2	1,0	0,7	944
10	2,5	1,5	0	0	5	4	2,5	1,8	1180
12	5	4	0,5	0	7	5,5	4,2	3,2	1416
14	7,5	6,5	1,5	1,5	10,5	7,5	6,5	5,2	1652
16	10,5	8	3,5	3,5	13	8,5	9,0	6,7	1888
18	13	9,5	7	7	16	9,5	12,0	8,7	2120
20	16	11	11	9,5	19	11	15,3	10,5	2360
23	21	12,5	17,5	14	25	13	21,2	13,2	2720
26	30	17,5	25	—	36	23	30,3	—	3070
Bruch- last in t	52,970		52,940		51,800		52,570		6200
Bruch- art	Bolzenloch reißt auf		Bolzenloch reißt auf		Bolzenloch reißt auf				

## Gruppe Nr. IIc.

**1-reihige Überlappungs-Nietung mit 3 Nickelstahlnieten von 19 mm Durchmesser nach Zeichnung Blatt 2.**

Nickelstahlsorte: D.<sup>1)</sup>

Art der Nietung: Preßlufthammer.

Unverstemmt.

Hersteller der Nietverbindung: H.

Nietwärme: kirschrot.

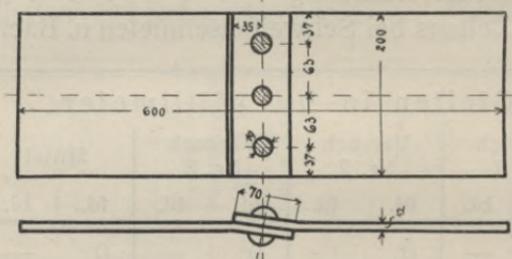
Blechdicke: 12 mm.

Stempel auf Schließkopf: —

Mittlere Bruchlast der Nickelstahlnietverbindung . . . . . 48 650 kg

Bruchlast einer gleichstarken Schweißeisen- oder Flußeisen-nietverbindung . . . . . 29 200 „

Beginn des Gleitens bei Schweißeisennieten n. Bach . . . . . 10 700 „



Zeichnung Blatt 2.

Niet  $\psi$  = 19 mm

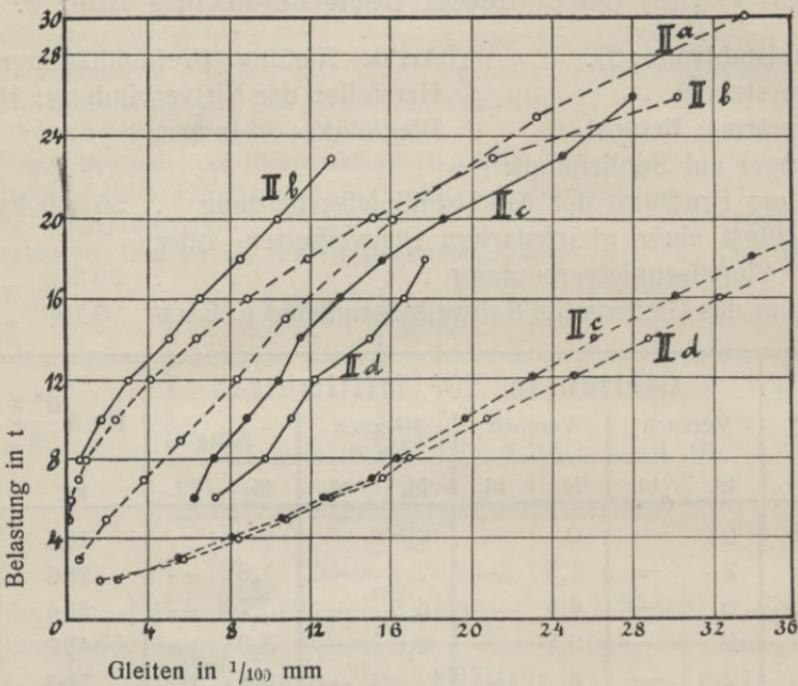
Nietlochweite = 20 mm

Last P t	Gleiten in $\frac{1}{100}$ Millimeter								$P : 3 \frac{d^2 \pi}{4}$ kg
	Versuch Nr. 1		Versuch Nr. 2		Versuch Nr. 3		Mittel		
	fd.	bl.	fd.	bl.	fd.	bl.	fd.	bl.	
1	0	—	0	—	0	—	0	—	118
2	2	—	1,5	—	4	—	2,5	—	236
3	3	—	5	—	8,5	—	5,5	—	354
4	5	—	7,5	—	12	—	8,2	—	472
5	7	—	10,5	—	14,5	—	10,7	—	590
6	8	4,5	13,5	6,5	16,5	8	12,7	6,3	708
7	9,5	—	17	—	19	—	15,2	—	826
8	10,5	5	18	7,5	20,5	9	16,3	7,2	944
10	13	6	22,5	10	23,5	10,5	19,7	8,8	1180
12	16,5	8	26,5	12	26	11,5	23,0	10,5	1416
14	19	8	30	13,5	29	13	26,0	11,5	1652
16	22,5	9	35	16	32,5	15,5	30,0	13,5	1888
18	25,5	11	39,5	19	36,5	17	33,8	15,7	2120
20	30,5	13,5	44	22	40	20,5	38,2	18,7	2360
23	36,5	19	53,5	28,5	48	26	46,0	24,5	2720
26	46	23	—	—	55	33	50,5	28,0	3070
Bruchlast in t	45,000		52,310		28,000		48,650		5730
Bruchart	2 Nietköpfe abgesprungen		2 Nietköpfe abgesprungen		2 Nietköpfe abgesprungen				

<sup>1)</sup> Versuch Nr. 3: Nickelstahlsorte C. Versuch Nr. 3 bei Mittelwertbildung nicht berücksichtigt.



Schaubild Nr. 2.



### Einfluß der Art der Nietung.

1-reihige Überlappungsniertung mit 3 Nieten von 19 mm Durchmesser, unverstemmt.

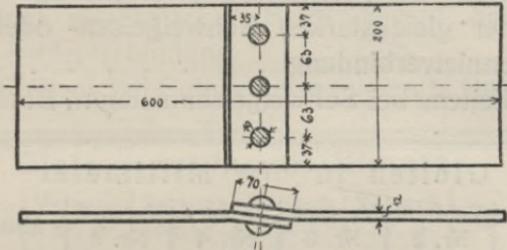
- Gruppe II a: elektrisch-hydraulisch
- " II b: hydraulisch
- " II c: Preßluftthämmer
- " II d: Preßluftthämmer.

Schaubild Nr. 2 zeigt den Einfluß der verschiedenen Arten von Nietverfahren auf das Gleiten von unverstemmten einreihigen Überlappungsniertungen mit 3 Nickelstahlnieten von 19 mm Durchmesser. Am günstigsten zeigt sich in diesem Falle die elektrisch-hydraulische (II a) und hydraulische (II b) Nietpresse, während die mit Preßluftthämmern (II c und II d) hergestellten Niertungen bereits bei geringerer Belastung beträchtliches Gleiten aufwiesen.

### Gruppe Nr. III.

1-reihige Überlappungs-Nietung mit 3 Nickelstahlnieten  
von 19 mm Durchmesser nach Zeichnung Blatt 2.

Nickelstahlorte: A. Art der Nietung: elektr.-hydraul.  
Köpfe verstemmt, Bleche unverstemmt. Hersteller der Nietverbindung: E.  
Nietwärme: lichtrot. Blechdicke: 12 mm.  
Stempel auf Schließkopf: normal.  
Mittlere Bruchlast der Nickelstahlnietverbindung . . . . . 64 250 kg  
Bruchlast einer gleichstarken Schweißeisen- oder Flußeisen-  
nietverbindung . . . . . 29 200 „  
Beginn des Gleitens bei Schweißeisennieten n. Bach . . . . . — „



Zeichnung Blatt 2.

Niet  $\phi = 19$  mm

Nietlochweite = 20 mm

Last P t	Gleiten in $\frac{1}{100}$ Millimeter												$P: 3 \frac{d^2 \pi}{4}$ kg
	Versuch Nr. 1		Versuch Nr. 2		Versuch Nr. 3		Versuch Nr. 4		Versuch Nr. 5		Mittel		
	fd.	bl.	fd.	bl.	fd.	bl.	fd.	bl.	fd.	bl.	fd.	bl.	
1	0	—	0	—	0	—	0	—	0	—	0	—	118
2	0	—	2	—	0	—	0	—	0	—	0	—	236
3	0	—	3	—	0	—	0	—	0	—	0	—	354
4	0	0	4,5	3	0,5	0	0	0	0,5	0	0,3	0	472
5	0	—	6,5	—	1	—	0	—	0,5	—	0,4	—	590
6	0	0	7,5	3,5	1	0	0	0	1	0	0,5	0	708
7	0,5	—	8,5	—	1	—	0	—	1,5	—	0,8	—	826
8	1	0,5	9,5	4,5	2,5	2	0,5	0	2,5	1,5	1,6	1	944
10	3	2	12	4,5	5,5	4,5	1,5	1	4	2,5	3,5	2,5	1180
12	5	3,5	14	5,5	10	6,5	4	2,5	6	4	6,3	4,1	1416
14	7,5	5,5	16	6	12	7	6,5	5	8	5,5	8,5	5,8	1652
16	11	7	18	6,5	15	8,5	10	7	11,5	7	11,9	7,4	1888
18	12,5	8,5	20	7	18	9	13	9	14,5	9,5	14,5	9,0	2120
20	15	9	21,5	8	20,5	10	16	10,5	19	12	17,6	10,4	2360
23	19	10	26	10	24,5	11,5	20	12	24,5	15,5	22,0	12,3	2720
26	22,5	12,5	30,5	12,5	28	12,5	24,5	14	28	14,5	25,7	13,4	3070
30	28,5	15,5	37	—	34	15,5	31,5	17	33,5	21,5	31,8	17,4	3540
Bruchlast in t	66,800		62,200		66,300		62,280		63,620		64,250		7550
Bruchart	Blech reißt in Nietnaht u. zwischen Nietloch und Blechrand		Blech reißt in Nietnaht		Nietköpfe durch Blech hindurchgezogen		Blech reißt in Nietnaht		Blech reißt in Nietnaht				

<sup>1)</sup> Versuch Nr. 2 ist als stark herausfallend bei Mittelwertbildung nicht berücksichtigt.





## Gruppe Nr. V b.

1-reihige Überlappungs-Nietung mit 3 Nickelstahlnieten  
von 19 mm Durchmesser nach Zeichnung Blatt 1.

Nickelstahlsorte: A.

Art der Nietung: hydraulisch.

Verstemmt.

Hersteller der Nietverbindung: F.

Nietwärme: lichtrot.

Blechdicke: 12 mm.

Stempel auf Schließkopf: normal.

Mittlere Bruchlast der Nickelstahlnietverbindung . 51 807 kg

Bruchlast einer gleichstarken Schweißisen- oder

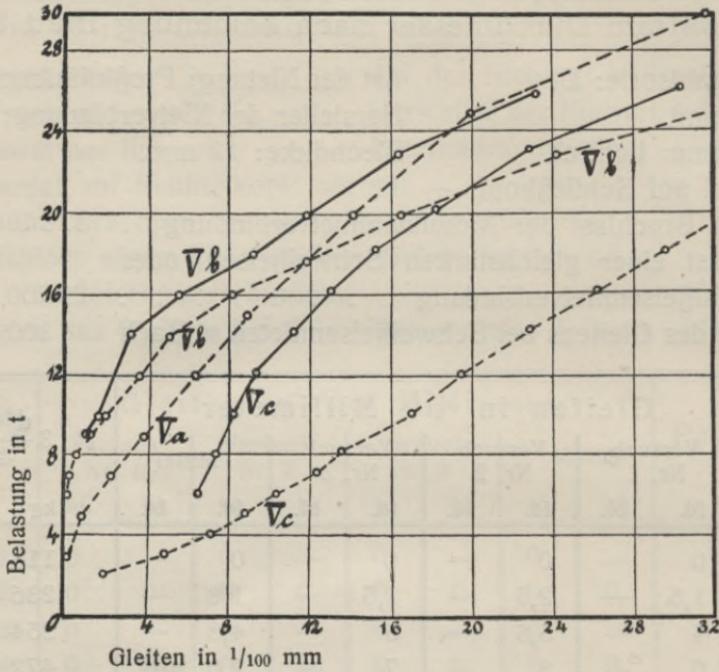
Flußeisennietverbindung . . . . . 29 200 „

Beginn des Gleitens bei Schweißisennieten n. Bach 14 300 „

Last P t	Gleiten in $\frac{1}{100}$ Millimeter								P : $3 \frac{d^2 \pi}{4}$ kg
	Versuch Nr. 1		Versuch Nr. 2		Versuch Nr. 3		Mittel		
	fd.	bl.	fd.	bl.	fd.	bl.	fd.	bl.	
1	0	—	0	—	0	—	0	—	118
2	0	0	0	0	0	0	0	0	236
3	0	—	0	—	0	—	0	—	354
4	0	0	0	0	0	0	0	0	472
5	0	—	0	—	0	—	0	—	590
6	0	0	0	0	0,5	0	0,2	0	708
7	0	—	0	—	1	—	0,3	—	826
8	0	0	0	0	2	1,5	0,6	0,5	944
9	0	—	0	—	4	—	1,3	—	1060
10	0,5	0	0	0	5,5	5,5	2,0	1,8	1180
12	1,5	1	0,5	0	9,5	7	3,8	2,7	1416
14	2,5	1,5	1,5	0	12	8,5	5,3	3,3	1652
16	5,5	4,5	4	3	15,5	11	8,3	5,7	1888
18	10	8,5	7	6	20	13,5	12,3	9,3	2120
20	14	11	12	10,5	24	14,5	16,7	12,0	2360
23	21,5	14	19,5	15	32	20,5	24,3	16,5	2720
26	32	21	29,5	20,5	43	28,5	34,8	23,3	3070
Bruch- last in t	53,900		49,020		52,500		51,807		6100
Bruch- art	Blech reißt in Nietnaht		Bolzenloch reißt auf		Bolzenloch reißt auf				



Schaubild Nr. 3.



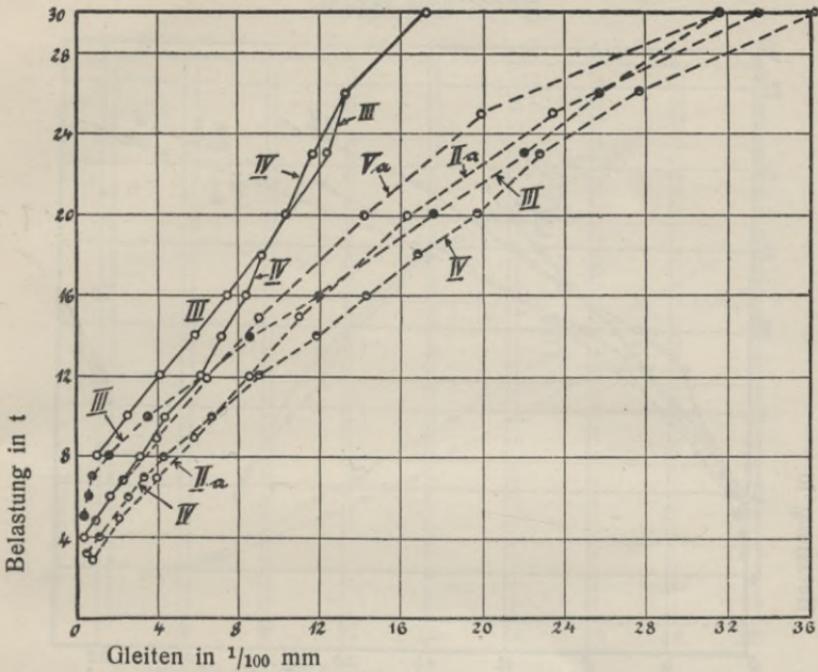
### Einfluß der Art der Nietung.

1-reihige Überlappungsniertung mit 3 Nieten von 19 mm Durchmesser, verstemmt.

- Gruppe Va: elektrisch-hydraulisch
- „ Vb: hydraulisch
- „ Vc: Preßluftschlämmer.

Schaubild Nr. 3 zeigt den Einfluß der verschiedenen Arten von Nietverfahren auf das Gleiten von verstemmten einreihigen Überlappungsniertungen mit 3 Nickelstahlnieten von 19 mm Durchmesser. Das stärkste Gleiten tritt bei den mit Preßluftschlämmern (Vc) hergestellten Niertungen auf, während die auf elektrisch-hydraulischem (Va) und hydraulischem (Vb) Wege hergestellten Niertverbindungen günstigere Werte ergeben.

Schaubild Nr. 4.



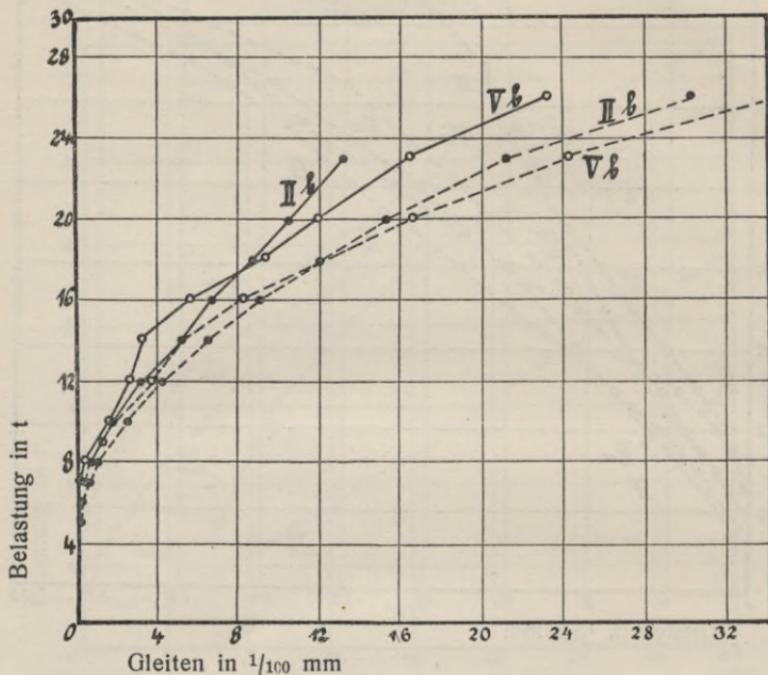
### Einfluß des Verstemmens der Nietköpfe und des Blechrandes.

1-reihige Überlappungsniertung mit 3 Nieten von 19 mm Durchmesser, elektrisch-hydraulische Nietung.

- Gruppe II a: unverstemmt
- „ III: Nietköpfe verstemmt
- „ IV: Bleche verstemmt
- „ Va: Nietköpfe und Bleche verstemmt.

Schaubild Nr. 4 zeigt den Einfluß des Verstemmens auf einreihige Überlappungsniertungen mit 3 Nickelstahlnieten von 19 mm Durchmesser und zwar sind die Verbindungen der Gruppe II a gar nicht verstemmt, während bei der Gruppe III nur die Nietköpfe, bei der Gruppe IV nur die Blechränder und bei der Gruppe Va sowohl die Nietköpfe wie auch die Blechränder verstemmt sind. Alle Niete wurden mit der elektrisch-hydraulischen Nietpresse hergestellt. Bei kleineren Belastungen weisen diejenigen Nietverbindungen geringeres Gleiten auf, bei denen sowohl die Blechränder wie auch die Nietköpfe (Va) bzw. nur die Nietköpfe (III) verstemmt sind.

Schaubild Nr. 5.



### Einfluß des Verstemmens.

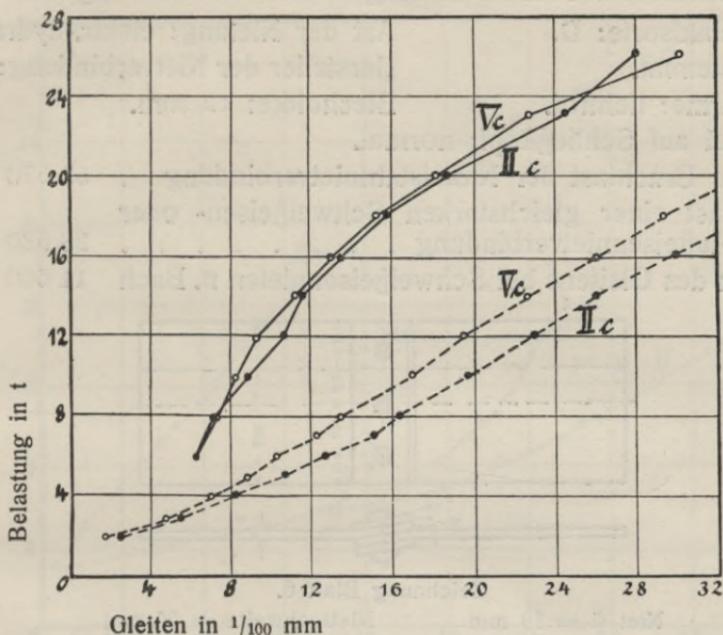
1-reihige Überlappungsnielung mit 3 Nieten von 19 mm Durchmesser, hydraulisch genietet.

Gruppe IIb: unverstemmt

„ Vb: verstemmt.

Schaubild Nr. 5 zeigt den Einfluß des Verstemmens auf einreihige Überlappungsnielungen mit 3 Nickelstahlnieten von 19 mm Durchmesser, die auf hydraulischem Wege hergestellt wurden. Die Verbindungen der Gruppe IIb sind unverstemmt, diejenigen der Gruppe Vb dagegen verstemmt. Ein hinsichtlich des Gleitens günstiger Einfluß des Verstemmens ist zwar bemerkbar, jedoch wird das Gleiten durch das Verstemmen nur unwesentlich verringert.

Schaubild Nr. 6.



### Einfluß des Verstemmens.

1-reihige Überlappungsnielung mit 3 Nieten von 19 mm Durchmesser, mit Preßluftschlämmern genietet.

Gruppe IIc: unverstemmt

„ Vc: verstemmt.

Schaubild Nr. 6 zeigt in gleicher Weise wie Schaubild Nr. 5 den Einfluß des Verstemmens auf einreihige Überlappungsnielungen mit 3 Nickelstahlnieten von 19 mm Durchmesser, die mit Preßluftschlämmern hergestellt wurden. Die Verbindungen der Gruppe IIc sind unverstemmt, die der Gruppe Vc verstemmt. Auch hier ist wieder ein wenn auch geringer günstiger Einfluß des Verstemmens auf das Gleiten deutlich bemerkbar.

### Gruppe Nr. VI.

1-reihige Überlappungs-Nietung mit 3 Nickelstahlnieten von 19 mm Durchm. u. Beilagen nach Zeichnung Blatt 6.

Nickelstahlsorte: D. Art der Nietung: elektr.-hydraul.

Unverstemmt. Hersteller der Nietverbindung: E.

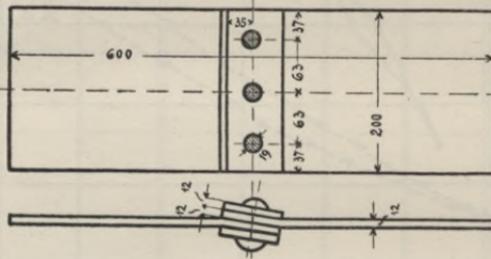
Nietwärme: lichtrot. Blechdicke: 12 mm.

Stempel auf Schließkopf: normal.

Mittlere Bruchlast der Nickelstahlnietverbindung . 58 570 kg

Bruchlast einer gleichstarken Schweißisen- oder  
Flußeisennietverbindung . . . . . 28 630 „

Beginn des Gleitens bei Schweißisennieten n. Bach 11 600 „



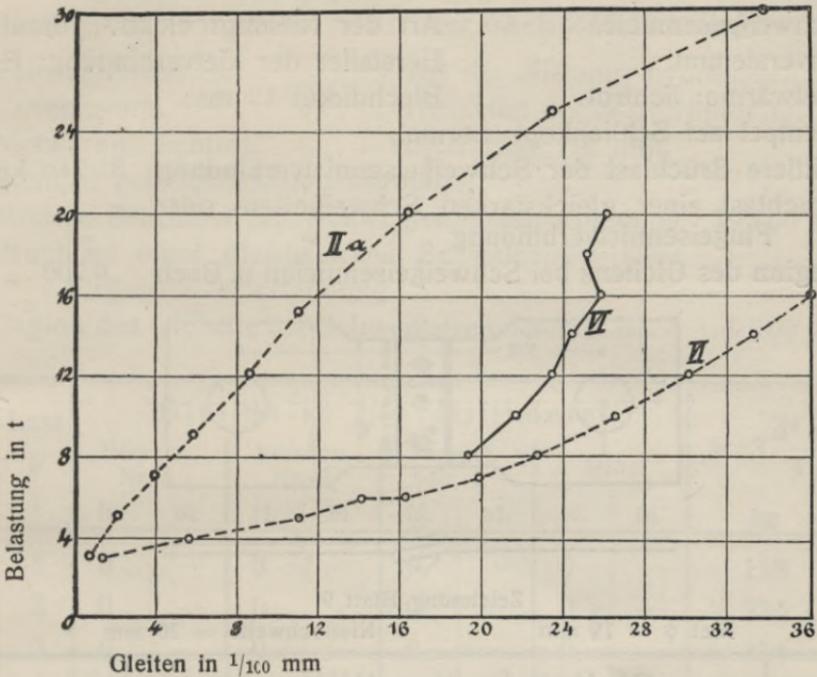
Zeichnung Blatt 6.

Niet  $\phi$  = 19 mm

Nietlochweite = 20 mm

Last P t	Gleiten in $\frac{1}{100}$ Millimeter											P: $3 \frac{d^2 \pi}{4}$ kg	
	Versuch Nr. 1		Versuch Nr. 2		Versuch Nr. 3		Versuch Nr. 4		Versuch Nr. 5		Mittel		
	fd.	bl.	fd.	bl.	fd.	bl.	fd.	bl.	fd.	bl.	fd.		bl.
2	0	—	0	—	0	—	0	—	0	—	0	—	236
3	1	—	3,5	—	0	—	1	—	1	—	1,3	—	354
4	3	—	9,5	—	2	—	6	—	7,5	—	5,6	—	472
5	8	—	15,5	—	5,5	—	11	—	15	—	11,0	—	590
6	15	13	19,5	17,5	11	8	15	13	20,5	19	16,2	14,1	708
7	20,5	—	22,5	—	14	—	17,5	—	25	—	19,9	—	826
8	25,5	22,5	24,5	20	16,5	14	20	16,5	27	23,5	22,7	19,3	944
10	31	27	27,5	21,5	21	17,5	22,5	17,5	30,5	24,5	26,5	21,6	1180
12	35,5	30,5	31	22,5	24,5	18,5	25,5	19,5	34,5	26	30,2	23,4	1416
14	40,5	32	33	22,5	27,5	20,5	28,5	19,5	37,5	27,5	33,4	24,4	1652
16	43,5	34,5	35,5	23,5	30	21,5	31,5	21	40,5	29	36,2	25,9	1888
18	—	—	39	25,5	32,5	22	35	23	43	30	37,4	25,1	2120
20	—	—	41,5	25,5	37,5	24	41,5	25	46	30	41,6	26,1	2360
Bruchlast in t	58,320		59,480		59,090		58,700		57,250		58,570		6880
Bruchart	3 Niete ab-geschert		2 Niete ab-geschert		2 Niete ab-geschert		3 Niete ab-geschert		2 Niete ab-geschert				

Schaubild Nr. 7.



### Einfluß der künstlichen Verlängerung des Nietschaftes durch Beilagen.

1-reihige Überlappungsnietzung von 19 mm Durchmesser.

Gruppe IIa: Nietschaft von normaler Länge

„ VI: Nietschaft künstlich verlängert.

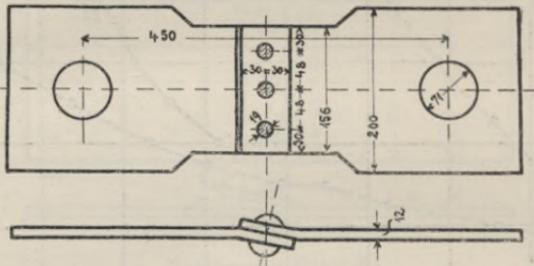
Schaubild Nr. 7 zeigt den Einfluß der künstlichen Verlängerung des Nietschaftes durch Beilagen bei einreihigen Überlappungsnietzungen mit 3 Nickelstahlnieten von 19 mm Durchmesser nach Zeichnung Blatt 6. Die Nietschäfte der Verbindungen der Gruppe VI sind durch solche Beilagen verlängert, während die Verbindungen der Gruppe IIa normallange Nietschäfte haben. Die durch Beilagen verlängerten Nietschäfte zeigen ein erheblich größeres Gleiten.

### Gruppe Nr. VII a.

1-reihige Überlappungs-Nietung mit 3 Schweißeisen-nieten von 19 mm Durchmesser nach Zeichnung Blatt 9.

Schweißeisenните. Art der Nietung: elektr.-hydraul.  
 Unverstemmt. Hersteller der Nietverbindung: E.  
 Nietwärme: lichtrot. Blechdicke: 12 mm.  
 Stempel auf Schließkopf: normal.

Mittlere Bruchlast der Schweißeisen-nietverbindung 32 740 kg  
 Bruchlast einer gleichstarken Schweißeisen- oder  
 Flußeisen-nietverbindung . . . . . — „  
 Beginn des Gleitens bei Schweißeisen-nieten n. Bach 9 700 „



Zeichnung Blatt 9.

Niet  $\phi = 19$  mm

Nietlochweite = 20 mm

Last P t	Gleiten in $\frac{1}{100}$ Millimeter												P: $3 \frac{d^2 \pi}{4}$ kg
	Versuch Nr. 1		Versuch Nr. 2		Versuch Nr. 3		Versuch Nr. 4		Versuch Nr. 5		Mittel		
	fd.	bl.	fd.	bl.	fd.	bl.	fd.	bl.	fd.	bl.	fd.	bl.	
1	0	—	0	—	0	—	0	—	0	—	0	—	118
2	0	—	0	—	0	—	0	—	0	—	0	—	236
3	0	—	0	—	0,5	—	0	—	0	—	0,1	—	354
4	0	—	0	—	1	—	0,5	—	0	—	0,3	—	472
5	0,5	—	2	—	2,5	—	2	—	0	—	1,4	—	590
6	1,5	1	3	2	3,5	3,5	3	2,5	1	0	2,4	1,8	708
7	2,5	—	4	—	6	—	5	—	2,5	—	4,0	—	826
8	4	3	5,5	4,5	8	6,5	7	5	4	3	5,7	4,4	944
10	8,5	7	12	9,5	17	13	15	11,5	7,5	6,5	12,0	9,5	1180
12	18	14,5	19	14	25	19	19,5	14	14,5	13	19,2	14,9	1416
14	21,5	16,5	23	17	28	30	22,5	15,5	21	17	23,2	17,2	1652
16	25	18	26	19	31,5	21,5	26	17,5	24,5	19	26,6	19,0	1888
18	30,5	21	30	20	37,5	25,5	—	—	28	21	31,5	21,9	2120
20	46	33	40	28	59,5	44,5	—	—	36	26	45,4	32,9	2360
Bruchlast in t	30,800		35,000		29,300		35,760		32,840		32,740		3840
Bruchart	Bolzenloch reißt auf		3 Niete abgeschert		Bolzenloch reißt auf		2 Niete abgeschert		Bolzenloch reißt auf				

### Gruppe Nr. VIIb.

1-reihige Überlappungs-Nietung mit 3 Schweißeisennieten von 19 mm Durchmesser nach Zeichnung Blatt 9.

Schweißeisenniete.

Art der Nietung: hydraulisch.

Unverstemmt.

Hersteller der Nietverbindung: F.

Nietwärme: lichtrot.

Blechdicke: 12 mm.

Stempel auf Schließkopf: normal.

Mittlere Bruchlast der Schweißeisennietverbindung 29 160 kg

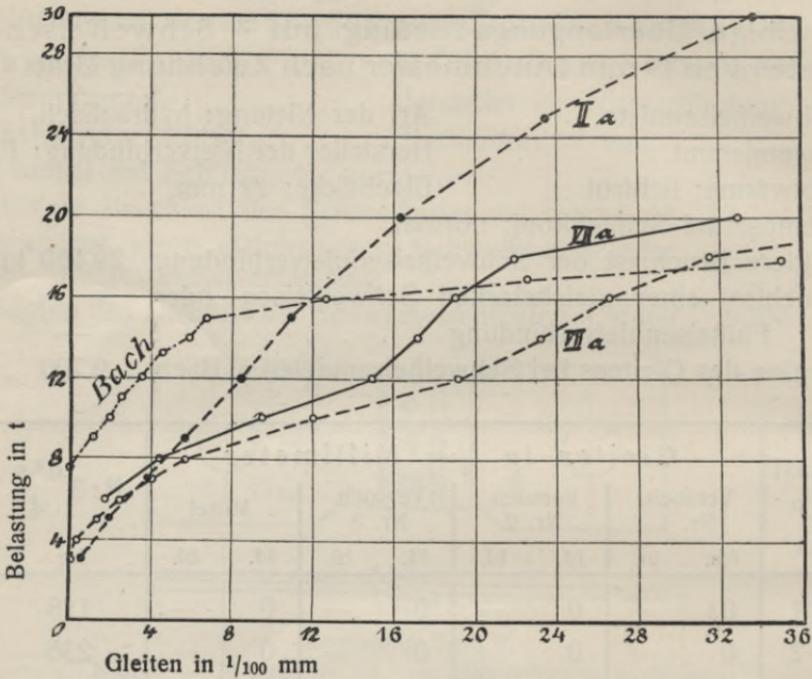
Bruchlast einer gleichstarken Schweißeisener-

Flußeisennietverbindung . . . . . —

Beginn des Gleitens bei Schweißeisennieten n. Bach 9 700 „

Last P t	Gleiten in $\frac{1}{100}$ Millimeter								P: $3 \frac{d^2 \pi}{4}$ kg
	Versuch Nr. 1		Versuch Nr. 2		Versuch Nr. 3		Mittel		
	fd.	bl.	fd.	bl.	fd.	bl.	fd.	bl.	
1	0	—	0	—	0	—	0	—	118
2	0	—	0	—	0	—	0	—	236
3	0	—	0	—	0	—	0	—	354
4	0	—	0	—	0	—	0	—	472
5	0	—	0	—	0	—	0	—	590
6	0	0	0	0	0,5	0	0,2	0	708
7	0	—	0	—	1	—	0,3	—	826
8	0,5	0	0	0	1,5	0,5	0,7	0,2	944
10	1,5	1	0	0	3	2	1,5	1	1180
12	3	2	2,5	2	6	5	3,8	3	1416
14	8,5	7	8	7	12,5	11	9,7	8,3	1652
16	15	13	30	23	28,5	21,5	24,5	19,2	1888
18	33,5	27	—	—	59	40,5	46,3	33,8	2120
Bruch- last in t	29,380		28,840		29,260		29,160		3430
Bruch- art	2 Niete abgeschert		2 Niete abgeschert		2 Niete abgeschert				

Schaubild Nr. 8.



### Vergleich von Schweißeisen- und Nickelstahnnieten.

1-reihige Überlappungsnietsung mit 3 Nieten von 19 mm Durchmesser, elektrisch-hydraulisch genietet.

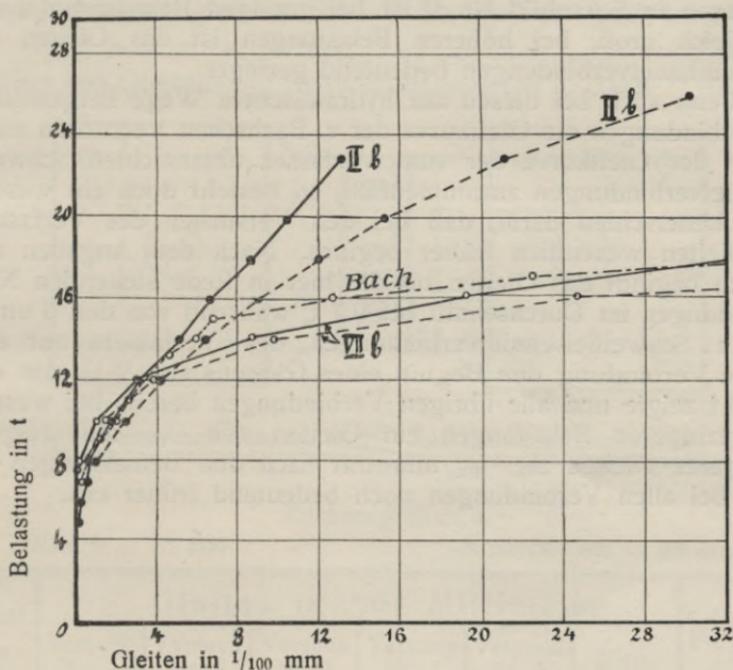
Gruppe IIa: Nickelstahnniete.

„ VIIa: Schweißeisen-niete.

Schaubild Nr. 8 zeigt einen Vergleich des Gleitens zwischen Nickelstahnnietverbindungen (IIa) und Schweißeisen-nietverbindungen (VIIa). Beide Gruppen wurden mit elektrisch-hydraulischer Nietpresse hergestellt. Bei kleinen Belastungen ist das Gleiten der Nickelstahnnietverbindungen größer als das Gleiten der Schweißeisen-nietverbindungen, aber schon bei einer Belastung von etwa 6,5 t ist das Gleiten der Nickelstahnnietverbindungen und Schweißeisen-nietverbindungen gleich groß. Diese Belastung von 6,5 t ist geringer als die Nutzbelastung der Schweißeisen-nietverbindungen, da die Schweißeisen-nietverbindung eine Bruchlast von etwa 30 t aushält und bei etwa vierfacher Sicherheit im Betriebe mit etwa 7 t beansprucht werden dürfte. Bei höheren Belastungen ist das Gleiten der Nickelstahnnietverbindungen bedeutend geringer als das Gleiten der Schweißeisen-nietverbindungen.

Zum Vergleich ist auch die von v. Bach für Schweißeisennietverbindungen angegebene Gleitkurve mit in das Schaubild Nr. 8 eingezeichnet. Es sei hierzu bemerkt, daß die Schweißeisennietverbindungen der Gruppe VII b nach der v. Bachschen Zeichnung angefertigt wurden. Die v. Bachschen Versuche ergaben ein gleichgroßes Gleiten erst bei wesentlich höheren Belastungen.

Schaubild Nr. 9.



### Vergleich von Schweißeisen- und Nickelstahlnieten.

1-reihige Überlappungsnietung mit 3 Nieten von 19 mm Durchmesser, hydraulisch genietet.

- Gruppe II b: Nickelstahlniete  
 „ VII b: Schweißeisenniete.

Schaubild Nr. 9 zeigt in gleicher Weise wie Schaubild Nr. 8 einen Vergleich des Gleitens zwischen einreihigen überlappten Nickelstahl- und Schweißeisennietverbindungen mit 3 Nieten von 19 mm Durchmesser, welche auf hydraulischem Wege hergestellt wurden. Es ist in Schaubild Nr. 9 auch wieder die Gleitkurve der v. Bachschen Versuche mit Schweißeisennieten eingetragen. Man erkennt, daß bei diesen auf hydraulischem Wege herge-

stellten Nietverbindungen die Gleitkurve von v. Bach nahezu zusammenfällt mit der Gleitkurve der Schweißeisennietverbindungen des Verfassers. Ein Vergleich der Schweißeisennietverbindungen des Schaubildes Nr. 8, die mit einer elektrisch-hydraulischen Nietpresse hergestellt wurden mit den Schweißeisennietverbindungen des Schaubildes Nr. 9, die mit einer hydraulischen Nietpresse hergestellt wurden, zeigt, daß die auf hydraulischem Wege hergestellten Nietverbindungen hinsichtlich des Gleitens bedeutend bessere Werte ergeben haben. Das Gleiten der hydraulisch hergestellten Nickelstahlnietverbindungen und Schweißeisennietverbindungen in Schaubild Nr. 9 ist bei geringen Belastungen ziemlich gleich groß, bei höheren Belastungen ist das Gleiten der Nickelstahlnietverbindungen bedeutend geringer.

Wenn auch bei diesen auf hydraulischem Wege hergestellten Nietverbindungen die Gleitkurve der v. Bachschen Versuchen nahezu mit der Gleitkurve der vom Verfasser untersuchten Schweißeisennietverbindungen zusammenfällt, so besteht doch ein wesentlicher Unterschied darin, daß bei den Versuchen des Verfassers das Gleiten wesentlich früher beginnt. Nach den Angaben von v. Bach beginnt das Gleiten für die hier in Rede stehenden Nietverbindungen im Durchschnitt bei 9,7 t, während von den 8 untersuchten Schweißeisennietverbindungen des Verfassers nur eine einzige Verbindung den Beginn eines Gleitens von  $\frac{1}{100}$  mm erst bei 10 t zeigte und alle übrigen Verbindungen bereits bei wesentlich geringeren Belastungen ein Gleiten von  $\frac{1}{100}$  mm zeigten. Geringeres Gleiten als  $\frac{1}{100}$  mm trat nach den Bemerkungen auf S. 38 bei allen Verbindungen noch bedeutend früher ein.

## Gruppe Nr. VIIIa.

1-reihige Überlappungs-Nietung mit 3 Nickelstahlnieten von 25 mm Durchmesser nach Zeichnung Blatt 4.

Nickelstahlsorte: A. Art der Nietung: elektr.-hydraul.

Unverstemmt. Hersteller der Nietverbindung: E.

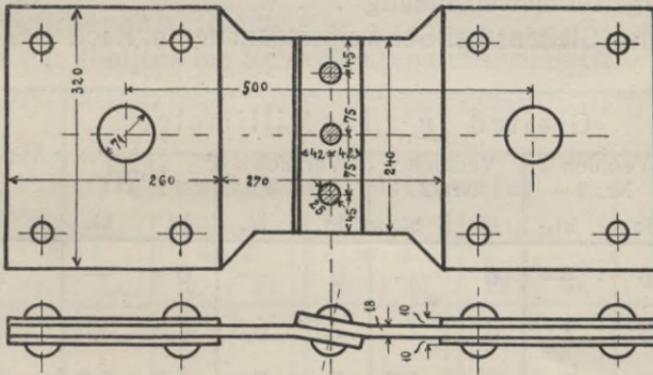
Nietwärme: lichtrot. Blechdicke: 18 mm.

Stempel auf Schließkopf: normal.

Mittlere Bruchlast der Nickelstahlnietverbindung . 93 940 kg

Bruchlast einer gleichstarken Schweißisen- oder  
Flußeisennietverbindung . . . . . 44 010 „

Beginn des Gleitens bei Schweißisennieten n. Bach 9 400 „



Zeichnung Blatt 4.

Niet  $\phi$  = 25 mm

Nietlochweite = 26 mm

Last P t	Gleiten in $\frac{1}{100}$ Millimeter											$P : 3 \frac{d^2 \pi}{4}$ kg	
	Versuch Nr. 1		Versuch Nr. 2		Versuch Nr. 3		Versuch Nr. 4		Versuch Nr. 5		Mittel		
	fd.	bl.	fd.	bl.	fd.	bl.	fd.	bl.	fd.	bl.	fd.		bl.
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	—	136
5	0	0	2	0	1,5	1,5	0	0	1	0	0,9	0,3	340
8	1,5	0	7,5	3,5	6	4,5	3	2,5	2,5	1	4,1	2,3	545
11	3,5	0	12	5	10	7	7	5	5	3,5	7,5	4,1	748
14	7,5	0	16,5	7	13	8	11,5	5	7,5	5	11,2	5,0	953
17	10,5	6,5	21,5	9,5	16,5	9,5	16	7	11	7	15,1	7,9	1160
20	14,5	8	23,5	11,5	19,5	10,5	20,5	8,5	13,5	9	18,3	9,5	1360
25	19,5	9,5	24	15	25	12,5	26	10,5	18,5	11	22,6	11,7	1700
30	25,5	12,5	31	18,5	29,5	14	32	12	23	12,5	28,2	13,9	2040
35	31	14	—	—	34	17	38	16	28	—	32,8	15,7	2380
Bruchlast in t	92,000		94,000		94,700		91,980		97,000		93,940		6480
Bruchart	Blech reißt zwischen Nietloch und Blechrand		2 Niete ab-geschert		2 Niete ab-geschert		2 Niete ab-geschert		3 Niete ab-geschert				

### Gruppe Nr. VIII b.

1-reihige Überlappungs-Nietung mit 3 Nickelstahlnieten von 25 mm Durchmesser nach Zeichnung Blatt 4.

Nickelstahlsorte: C. Art der Nietung: hydraulisch.  
 Unverstemmt. Hersteller der Nietverbindung: F.  
 Nietwärme: lichtrot. Blechdicke: 18 mm.  
 Stempel auf Schließkopf: normal.

Mittlere Bruchlast der Nickelstahlnietverbindung . 71 170 kg  
 Bruchlast einer gleichstarken Schweißisen- oder  
 Flußeisennietverbindung . . . . . 44 010 „  
 Beginn des Gleitens bei Schweißisennieten n. Bach 9 400 „

Last P t	Gleiten in $\frac{1}{100}$ Millimeter								$P: 3 \frac{d^2 \pi}{4}$ kg
	Versuch Nr. 1		Versuch Nr. 2		Versuch Nr. 3		Mittel		
	fd.	bl.	fd.	bl.	fd.	bl.	fd.	bl.	
2	0	—	0	—	0	—	0	—	136
5	3	2	4	2	7,5	6,5	4,8	3,5	340
8	7	5	8	3,5	8	7	7,7	5,2	545
11	11	7	12,5	6,5	10	8	11,2	7,2	748
14	13,5	10	16	8,5	15	10	14,8	9,5	953
17	20	12,5	20,5	10	19	12	19,8	11,5	1160
20	24	15,5	23,5	11,5	23	14	23,5	13,7	1360
25	31,5	20,5	29	14	31	18	30,5	17,5	1700
30	39,5	27	35	17,5	35	22	36,5	22,2	2040
Bruch- last in t	70,000		63,710		79,800		71,170		4860
Bruch- art	3 Nietköpfe ab- gesprungen		3 Nietköpfe ab- gesprungen		1 Nietkopf ab- gesprungen				

### Gruppe Nr. VIIIc.

1-reihige Überlappings-Nietung mit 3 Nickelstahlnieten von 25 mm Durchmesser nach Zeichnung Blatt 4.

Nickelstahlsorte: A. Art der Nietung: Preßluftnietpresse.

Unverstemmt. Hersteller der Nietverbindung: G.

Nietwärme: lichtrot. Blechdicke: 18 mm.

Stempel auf Schließkopf: Stempel kurz nach Schließkopfbildung entfernt; Firma entfernt Stempel sonst erst 20 Sekunden nach Kopfbildung.

Mittlere Bruchlast der Nickelstahlnietverbindung . 95 670 kg

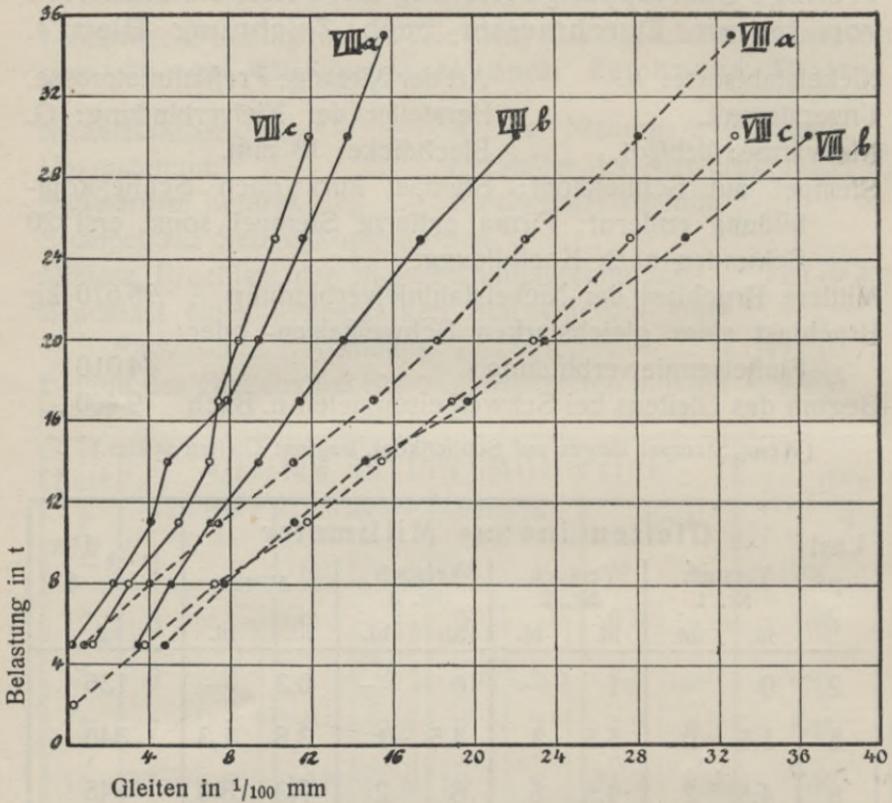
Bruchlast einer gleichstarken Schweißisen- oder  
Flußeisennietverbindung . . . . . 44 010 „

Beginn des Gleitens bei Schweißisennieten n. Bach 9 400 „

(Wenn Stempel länger auf Schließkopf, beginnt Gleiten später.)

Last P t	Gleiten in $\frac{1}{100}$ Millimeter								$P: 3 \frac{d^2 \pi}{4}$ kg
	Versuch Nr. 1		Versuch Nr. 2		Versuch Nr. 3		Mittel		
	fd.	bl.	fd.	bl.	fd.	bl.	fd.	bl.	
2	0	—	1	—	0	—	0,3	—	136
5	1,5	0	5,5	3	4,5	1	3,8	1,3	340
8	4,5	2	9,5	5	8	2	7,3	3,0	545
11	9,5	7	13	6	13	3,5	11,8	5,5	748
14	14,5	9	16	7	16	5	15,5	7,0	953
17	19	—	18,5	8	19,5	7	19,0	7,5	1160
20	24,5	—	21,5	8,5	23	8,5	23,0	8,5	1360
25	30	—	25	9,5	28	11	27,7	10,3	1700
30	36	—	29,5	11	33,5	13	33,0	12,0	2040
Bruch- last in t	94,580		97,000		95,440		95,670		6510
Bruch- art	1 Nietkopf ab 1 Niet abgesichert		3 Niete abgesichert		2 Niete abgesichert				

Schaubild Nr. 10.



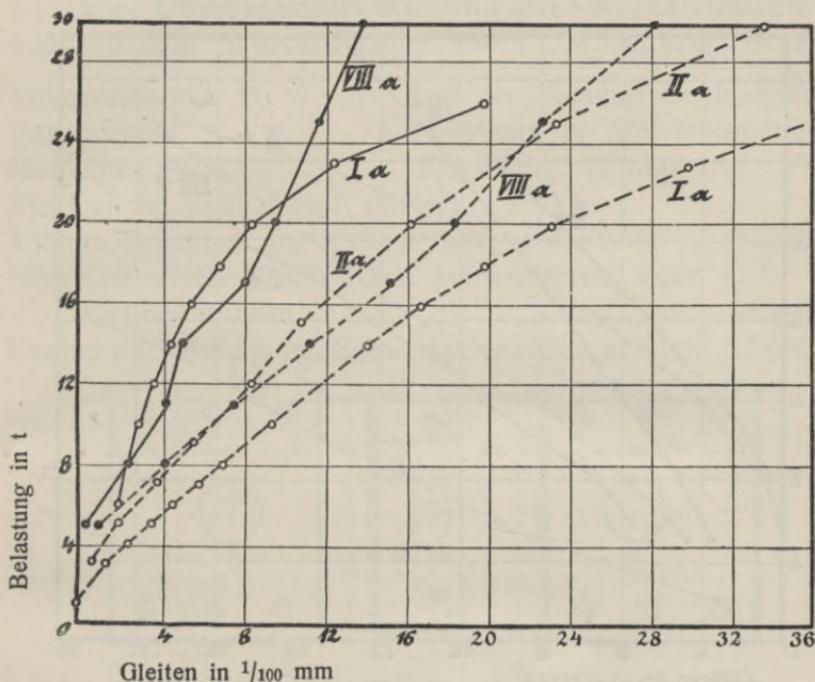
### Einfluß der Art der Nietung.

1-reihige Überlappungsniertung mit 3 Nieten von 25 mm Durchmesser.

- Gruppe VIII a: elektrisch-hydraulisch
- „ VIII b: hydraulisch
- „ VIII c: Preßluftnietpresse.

Schaubild Nr. 10 zeigt das Gleiten von einreihigen Überlappungsniertungen mit 3 Nickelstahlnieten von 25 mm Durchmesser, die nach verschiedenem Verfahren hergestellt wurden. Die Verbindungen der Gruppe VIII a wurden auf elektrisch-hydraulischem Wege, die der Gruppe VIII b auf hydraulischem Wege und die der Gruppe VIII c durch Preßluftnietpressen hergestellt. Bei den auf elektrisch-hydraulischem Wege hergestellten Verbindungen der Gruppe VIII a fand das geringste Gleiten statt.

Schaubild Nr. 11.



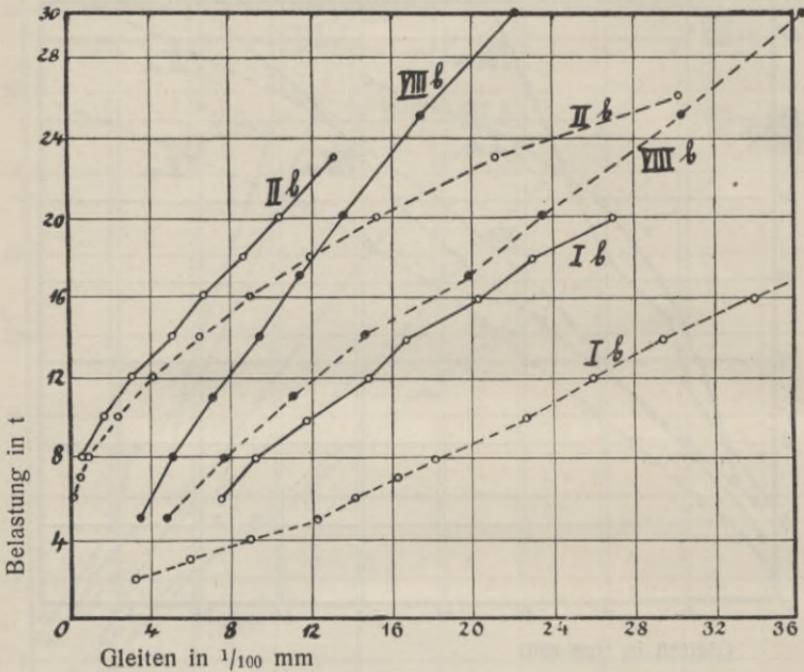
### Vergleich von Nieten mit verschieden starkem Schaftdurchmesser.

1-reihige Überlappungsnietsung mit 3 Nieten, elektrisch-hydraulisch genietet.

Gruppe Ia:	Nietdurchmesser:	16 mm
"	IIa:	" 19 mm
"	VIIIa:	" 25 mm.

Schaubild Nr. 11 zeigt einen Vergleich des Gleitens von einreihigen Überlappungsnietsungen mit 3 Nickelstahlnieten von verschiedenem Schaftdurchmesser. Alle Nietverbindungen wurden auf elektrisch-hydraulischem Wege hergestellt. Wenn auch bei gleichgroßen Belastungen das Gleiten der Nietverbindungen mit stärkeren Nieten geringer ist als bei Nietverbindungen mit schwächeren Nieten, so ist dieser Unterschied doch nur gering. Es sind also hinsichtlich des Gleitens Nietverbindungen mit stärkeren Nieten ungünstiger. Der verhältnismäßig geringe Gleitwiderstand von Nietverbindungen mit stärkeren Nieten dürfte darauf zurückzuführen sein, daß die stärkeren Nieten naturgemäß bei stärkeren Blechen verwendet werden und diese stärkeren Bleche sich durch die Niete bzw. die Nietpresse nicht so vollkommen aufeinander pressen lassen wie dies bei schwächeren möglich ist.

Schaubild Nr. 12.



### Vergleich von Nieten mit verschieden starkem Schaftdurchmesser.

1-reihige Überlappungsnietung mit 3 Nieten, hydraulisch genietet.

- Gruppe Ib: Nietdurchmesser: 16 mm
- "    IIb:                  "    19 mm
- "    VIIIb:                "    25 mm.

Schaubild Nr. 12 zeigt in gleicher Weise wie Schaubild Nr. 11 einen Vergleich des Gleitens von einreihigen überlappenden Nickelstahlnietverbindungen mit verschieden starkem Nietdurchmesser. Die auf diesem Schaubilde dargestellten Nietverbindungen wurden hydraulisch genietet. In diesem Falle zeigen die mit 19 mm starken Nieten versehenen Nietverbindungen ein bedeutend geringeres Gleiten als die mit 16 bzw. 25 mm starken Nieten hergestellten Nietverbindungen.

### Gruppe Nr. IX.

2-reihige Überlappungs-Nietung mit 5 Nickelstahlnieten von 19 mm Durchmesser nach Zeichnung Blatt 5.

Nickelstahlsorte: D.

Art der Nietung: elektr.-hydraul.

Unverstemmt.

Hersteller der Nietverbindung: E.

Nietwärme: lichtrot.

Blechdicke: 12 mm.

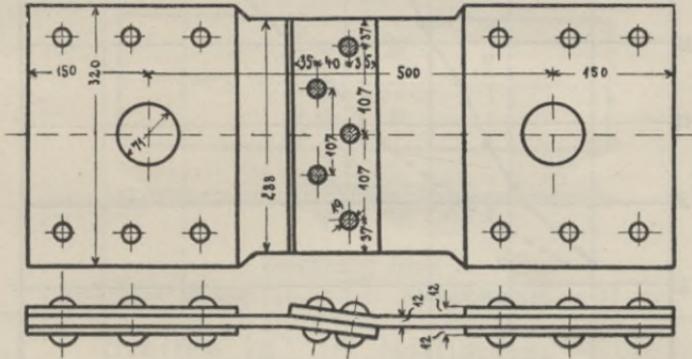
Stempel auf Schließkopf: normal.

Mittlere Bruchlast der Nickelstahlnietverbindung . 99560 kg

Bruchlast einer gleichstarken Schweißisen- oder

Flußeisennietverbindung . . . . . 44810 „

Beginn des Gleitens bei Schweißisennieten n. Bach 8600 „



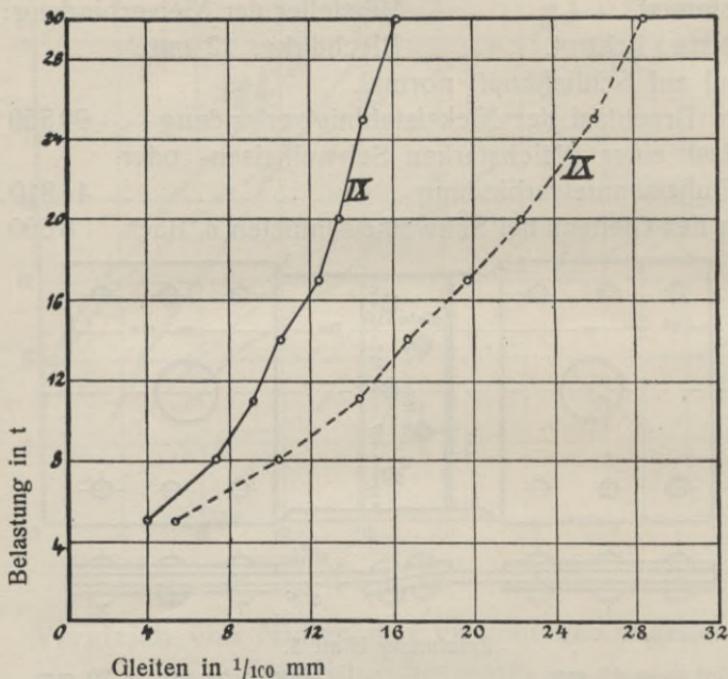
Zeichnung Blatt 5.

Niet  $\phi = 19$  mm

Nietlochweite = 20 mm

Last P t	Gleiten in $\frac{1}{100}$ Millimeter												$P: 3 \frac{d^2 \pi}{4}$ kg
	Versuch Nr. 1		Versuch Nr. 2		Versuch Nr. 3		Versuch Nr. 4		Versuch Nr. 5		Mittel		
	fd.	bl.	fd.	bl.	fd.	bl.	fd.	bl.	fd.	bl.	fd.	bl.	
2	0	—	0	—	0	—	0,5	—	1	—	0,3	—	141
5	6	5	6	4	5	3,5	4	2	5,5	4,5	5,3	3,8	352
8	11,5	8	9,5	6	12	9,5	8,5	5	10,5	7,5	10,4	7,2	564
11	16,5	10,5	12	6,5	17	12,5	11,5	7	14,5	9,5	14,3	9,2	774
14	19	11	13,5	8	20	14,5	14	8	17,5	11	16,8	10,5	987
17	23	17	15,5	8	23,5	15,5	16,5	9,5	20,5	11	19,8	12,4	1190
20	26	18	17,5	9	26,5	17	19	9,5	23	13	22,4	13,3	1410
25	30	19	20	10,5	31	17,5	22	11	27	15	26,0	14,6	1760
30	30	20	23	11,5	34,5	19,5	25	12,5	30	17,5	28,5	16,2	2110
Bruchlast in t	99,700		101,260		101,120		99,000		96,700		99,560		7020
Bruchart	4 Nietköpfe durch Blech hindurchgezogen		5 Nietköpfe durch Blech hindurchgezogen		3 Nietköpfe durch Blech hindurchgezogen		Blech reißt zwischen 2 Nieten von einer Nietnaht zur anderen		5 Nietköpfe durch Blech hindurchgezogen				

Schaubild Nr. 13.



### Gleiten einer 2-reihigen Überlappungsnietzung.

2-reihige Überlappungsnietzung mit 5 Nieten von 19 mm Durchmesser, elektrisch-hydraulisch genietet.

Schaubild Nr. 13 zeigt den Verlauf des Gleitens bei einer zwei-reihigen Überlappungsnietzung mit 5 Nieten von 19 mm Durchmesser, die mit der elektrisch-hydraulischen Nietpresse hergestellt wurde.

### Gruppe Nr. X a.

1-reihige Laschen-Nietung mit 4 Nickelstahlnieten von  
16 mm Durchmesser nach Zeichnung Blatt 7.

Nickelstahlsorte: C.

Art der Nietung: hydraulisch.

Unverstemmt.

Hersteller der Nietverbindung: F.

Nietwärme: lichtrot.

Blechdicke: 12 mm.

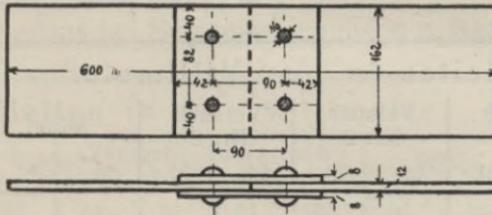
Laschendicke: 8 mm.

Stempel auf Schließkopf: normal.

Mittlere Bruchlast der Nickelstahlnietverbindung . 40 000 kg

Bruchlast einer gleichstarken Schweißisen- oder  
Flußeisennietverbindung . . . . . 28 100 „

Beginn des Gleitens bei Schweißeisennieten n. Bach — „



Zeichnung Blatt 7.

Niet  $\phi$  = 16 mm

Nietlochweite = 17 mm

Last P t	Gleiten in $\frac{1}{100}$ Millimeter								P : $4 \frac{d^2 \pi}{4}$ kg
	Versuch Nr. 1		Versuch Nr. 2		Versuch Nr. 3		Mittel		
	fd.	bl.	fd.	bl.	fd.	bl.	fd.	bl.	
2	3	—	3,5	—	2	—	2,8	—	249
3	5,5	—	5,5	—	5	—	5,3	—	374
4	8	—	7,5	—	7,5	—	7,7	—	498
5	10	—	10	—	10	—	10,0	—	622
6	12	5,5	12,5	5,5	12,5	6	12,3	5,7	747
7	14	—	13,5	—	15,5	—	14,3	—	871
8	16,5	7,5	15	6	18	8	16,5	7,2	994
10	21,5	9	19	7	23,5	10,5	21,3	8,8	1240
12	25	10	23	8	29,5	14	25,8	10,7	1490
14	28,5	11,5	29,5	11	37,5	20	31,8	14,2	1740
16	36,5	18	33	12,5	43	22	37,5	17,3	1990
Bruch- last in t	34,500		41,600		43,890		40,000		4980
Bruch- art	1 Nietschaft in Mitte durch- gebrochen		Nietlöcher in Blech ausgerissen		Nietlöcher in Blech ausgerissen				

### Gruppe Nr. Xb.

1-reihige Laschen-Nietung mit 4 Nickelstahlnieten von  
16 mm Durchmesser nach Zeichnung Blatt 7.

Nickelstahlsorte: D. Art der Nietung: Preßluftschlämmer.  
Unverstemmt. Hersteller der Nietverbindung: H.  
Nietwärme: lichtrot. Blechdicke: 12 mm.  
Stempel auf Schließkopf: — Laschendicke: 8 mm.  
Mittlere Bruchlast der Nickelstahlnietverbindung . 41 330 kg  
Bruchlast einer gleichstarken Schweißstahlniet- oder  
Flußstahlnietverbindung . . . . . 28 100 „  
Beginn des Gleitens bei Schweißstahlnieten n. Bach — „

Last P t	Gleiten in $\frac{1}{100}$ Millimeter								$P : 4 \frac{d^2 \pi}{4}$ kg
	Versuch Nr. 1		Versuch Nr. 2		Versuch Nr. 3		Mittel		
	fd.	bl.	fd.	bl.	fd.	bl.	fd.	bl.	
2	1	—	1,5	—	0	—	0,8	—	249
3	3	—	5	—	2	—	3,3	—	374
4	5	—	8	—	3,5	—	5,5	—	498
5	7,5	—	11,5	—	4,5	—	7,8	—	622
6	9,5	7	14	10,5	7	5	10,2	7,5	747
7	12	—	17	—	9	—	12,7	—	871
8	14	10	20	14,5	11,5	7,5	15,2	10,7	994
10	18	11,5	25	18	16	11,5	19,7	13,7	1240
12	23,5	16	32	22,5	20,5	14	25,3	17,5	1490
14	27	18,5	39	26	25,5	16,5	30,5	20,3	1740
16	38,5	23	46	31	30	19	38,2	24,3	1990
Bruch- last in t	40,800		42,140		41,060		41,330		5130
Bruch- art	Nietlöcher ausgerissen		Nietlöcher ausgerissen		Nietlöcher ausgerissen				

### Gruppe Nr. Xc.

1-reihige Laschen-Nietung mit 4 Nickelstahlnieten von  
16 mm Durchmesser nach Zeichnung Blatt 7.

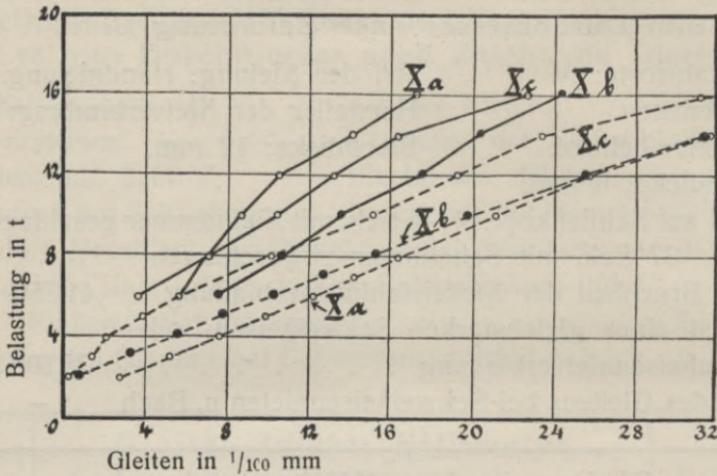
Nickelstahlsorte: A. Art der Nietung: Handnietung.  
Unverstemt. Hersteller der Nietverbindung: G.  
Nietwärme: lichtrot. Blechdicke: 12 mm.  
Laschendicke: 8 mm.

Stempel auf Schließkopf: 4–6 Sek. mit Niethammer geschlagen,  
17–37 Sek. mit Schellhammer geschlagen.

Mittlere Bruchlast der Nickelstahlnietverbindung . 41 550 kg  
Bruchlast einer gleichstarken Schweißeißen- oder  
Flußeisennietverbindung . . . . . 28 100 „  
Beginn des Gleitens bei Schweißeißenieten n. Bach — „

Last P t	Gleiten in $\frac{1}{100}$ Millimeter								P : $4 \frac{d^2 \pi}{4}$ kg
	Versuch Nr. 1		Versuch Nr. 2		Versuch Nr. 3		Mittel		
	fd.	bl.	fd.	bl.	fd.	bl.	fd.	bl.	
2	0	—	1	—	0	—	0,3	—	249
3	1	—	2,5	—	1	—	1,5	—	374
4	2,5	—	3	—	1	—	2,2	—	498
5	5	—	4,5	—	2,5	—	4,0	—	622
6	6	5	6	3,5	4,5	2,5	5,5	3,7	747
7	9,5	—	7,5	—	7	—	8,0	—	871
8	12	8,5	9,5	5,5	9	7	10,2	7,0	994
10	17,5	12,5	13	7,5	15	11	15,2	10,3	1240
12	20	15	17	9,5	21	15,5	19,3	13,3	1490
14	22	17	22	13	26,5	19,5	23,5	16,5	1740
16	35	29	26	15,5	33	23,5	31,3	22,7	1990
Bruch- last in t	35,000		44,850		44,790		41,550		5170
Bruch- art	1 Niet abgeschert		Nietloch in Blech reißt aus		Nietloch in Blech reißt aus				

Schaubild Nr. 14.



### Einfluß der Art der Nietung.

1-reihige Laschennietung mit 4 Nieten von 16 mm Durchmesser.

- Gruppe Xa: hydraulisch
- „ Xb: Preßfluthämmer
- „ Xc: Handnietung.

Schaubild Nr. 14 zeigt das Gleiten von einreihigen Laschennietungen mit 4 Nickelstahlnieten, die nach verschiedenem Verfahren (hydraulisch, Preßfluthämmer bzw. Handnietung) hergestellt wurden. Die einzelnen Gruppen zeigen hinsichtlich des Gleitens keinen allzugroßen Unterschied voneinander. Die Bruchlast dieser Nietverbindungen beträgt etwa 40 t. Die in Schaubild Nr. 1 dargestellten einreihigen Überlappungsnietungen mit 3 Nieten von 16 mm Durchmesser haben etwa die gleiche Bruchfestigkeit von 40 t. Vergleicht man die Schaulinien für das Gleiten in Schaubild Nr. 1 und Schaubild Nr. 14 miteinander, so erkennt man daß die Gleitlinien in Schaubild Nr. 14 tiefer liegen als in Schaubild Nr. 1, daß also bei gleichen Belastungen das Gleiten der Laschennietungen größer ist. Hieraus folgt, wie auch schon v. Bach festgestellt hat, daß bei Nietverbindungen gleicher Bruchfestigkeit das Gleiten bei Laschennietungen größer ist als bei Überlappungsnietungen.

## Gruppe Nr. XIa.

1-reihige Laschen-Nietung mit 4 Nickelstahlnieten von  
19 mm Durchmesser nach Zeichnung Blatt 8.

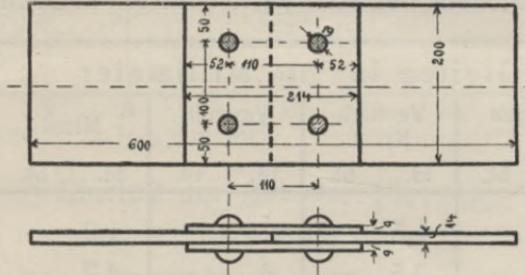
Nickelstahlsorte: A. Art der Nietung: hydraulisch.  
Unverstemmt. Hersteller der Nietverbindung: F.  
Nietwärme: lichtrot. Blechdicke: 14 mm.  
Laschendicke: 9 mm.

Stempel auf Schließkopf: normal.

Mittlere Bruchlast der Nickelstahlnietverbindung . 62760 kg

Bruchlast einer gleichstarken Schweißeißen- oder  
Flußeisennietverbindung . . . . . 39700 „

Beginn des Gleitens bei Schweißeißenieten n. Bach 13600 „



Zeichnung Blatt 8.

Niet  $\phi$  = 19 mm

Nietlochweite = 20 mm

Last P t	Gleiten in $\frac{1}{100}$ Millimeter								$P : 4 \frac{d^2 \pi}{4}$ kg
	Versuch Nr. 1		Versuch Nr. 2		Versuch Nr. 3		Mittel		
	fd.	bl.	fd.	bl.	fd.	bl.	fd.	bl.	
2	1,5	—	1	—	1	—	1,2	—	175
3	3,5	—	2,5	—	2,5	—	2,8	—	263
4	5	—	4,5	—	4	—	4,5	—	350
5	6,5	—	6	—	5,5	—	6,0	—	437
6	8	4,5	8	4,5	6,5	3,5	7,5	4,2	525
7	10	—	9,5	—	8,5	—	9,3	—	615
8	11,5	5	11,5	6	10,5	5,5	11,2	5,5	700
10	14,5	6	14	7,5	13,5	7	14,0	6,8	875
12	17,5	6,5	18	9	16,5	8,5	17,3	8,0	1050
14	20,5	7,5	22,5	11,5	20,5	9,5	21,2	9,5	1230
16	24	8	26,5	12,5	24	11	24,8	10,5	1400
18	27	9	32	14	27,5	12,5	28,8	11,8	1580
20	30	11	35,5	17	31,5	14,5	32,3	14,2	1750
Bruchlast in t	61,380		62,510		63,380		62,760		5500
Bruchart	Nietlöcher im Blech ausgerissen		Nietlöcher im Blech ausgerissen		Nietlöcher im Blech ausgerissen				

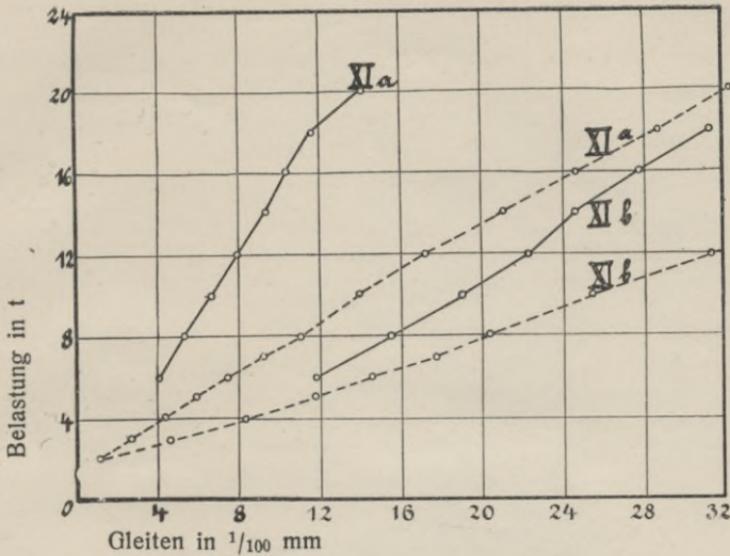
## Gruppe Nr. XIb.

1-reihige Laschen-Nietung mit 4 Nickelstahlnieten von  
19 mm Durchmesser nach Zeichnung Blatt 8.

Nickelstahlsorte: D.	Art der Nietung: Preßlufthammer.
Unverstemt.	Hersteller der Nietverbindung: H.
Nietwärme: lichtrot.	Blechdicke: 14 mm.
Stempel auf Schließkopf: —	Laschendicke: 9 mm.
Mittlere Bruchlast der Nickelstahlnietverbindung	59 740 kg
Bruchlast einer gleichstarken Schweißisen- oder Flußeisennietverbindung . . . . .	39 700 „
Beginn des Gleitens bei Schweißeisennieten n. Bach	13 600 „

Last P t	Gleiten in $\frac{1}{100}$ Millimeter								$P: 4 \frac{d^2 \pi}{4}$ kg
	Versuch Nr. 1		Versuch Nr. 2		Versuch Nr. 3		Mittel		
	fd.	bl.	fd.	bl.	fd.	bl.	fd.	bl.	
2	0	—	1,5	—	2	—	1,2	—	175
3	4,5	—	3,5	—	6	—	4,7	—	263
4	8,5	—	7	—	9,5	—	8,3	—	350
5	12	—	10	—	13	—	11,7	—	437
6	15,5	13	12,5	9,5	15,5	13	14,5	11,8	525
7	19	—	15,5	—	18,5	—	17,7	—	615
8	22	18	18	12,5	21	16	20,3	15,5	700
10	26,5	22	23	16	26	19	25,5	19,0	875
12	34,5	26,5	28	19	31	21,5	31,2	22,3	1050
14	39	28,5	32	21	36,5	24,5	35,8	24,7	1230
16	42,5	31,5	37	23,5	42	28,5	40,5	27,8	1400
18	48,5	34,5	43,5	28	47	31	46,3	31,2	1580
20	55,5	39	50,5	32,5	54,5	36,5	53,5	36,0	1750
Bruch- last in t	66,420		54,800		58,000		59,740		5230
Bruch- art	Riß in Nietnaht		Nietlöcher ausgerissen		1 Nietloch ausgerissen				

Schaubild Nr. 15.



### Einfluß der Art der Nietung.

1-reihige Laschennietung mit 4 Nieten von 19 mm Durchmesser.

Gruppe XIa: hydraulisch  
 „ XIb: Preßluftschlämmer.

Schaubild Nr. 15 zeigt das Gleiten von einreihigen Laschennietungen mit 4 Nickelstahlnieten, die auf hydraulischem Wege bzw. durch Preßluftschlämmer hergestellt wurden. Die auf hydraulischem Wege hergestellten Nietverbindungen ergaben ein geringeres Gleiten als die mit Preßluftschlämmern hergestellten Nietverbindungen. Die Bruchfestigkeit dieser Nietverbindungen beträgt etwa 60 t. Die gleiche Bruchfestigkeit besitzen auch die in Schaubild Nr. 2 dargestellten einreihigen Überlappungsnietungen mit 3 Nickelstahlnieten von 19 mm Durchmesser. Vergleicht man Schaubild Nr. 2 mit Schaubild Nr. 15, so erkennt man wieder, wie bereits bei Erörterung des Schaubildes Nr. 14 ausgeführt wurde, daß die gleiche Bruchfestigkeit vorausgesetzt, das Gleiten bei Laschennietungen größer ist als bei Überlappungsnietungen.

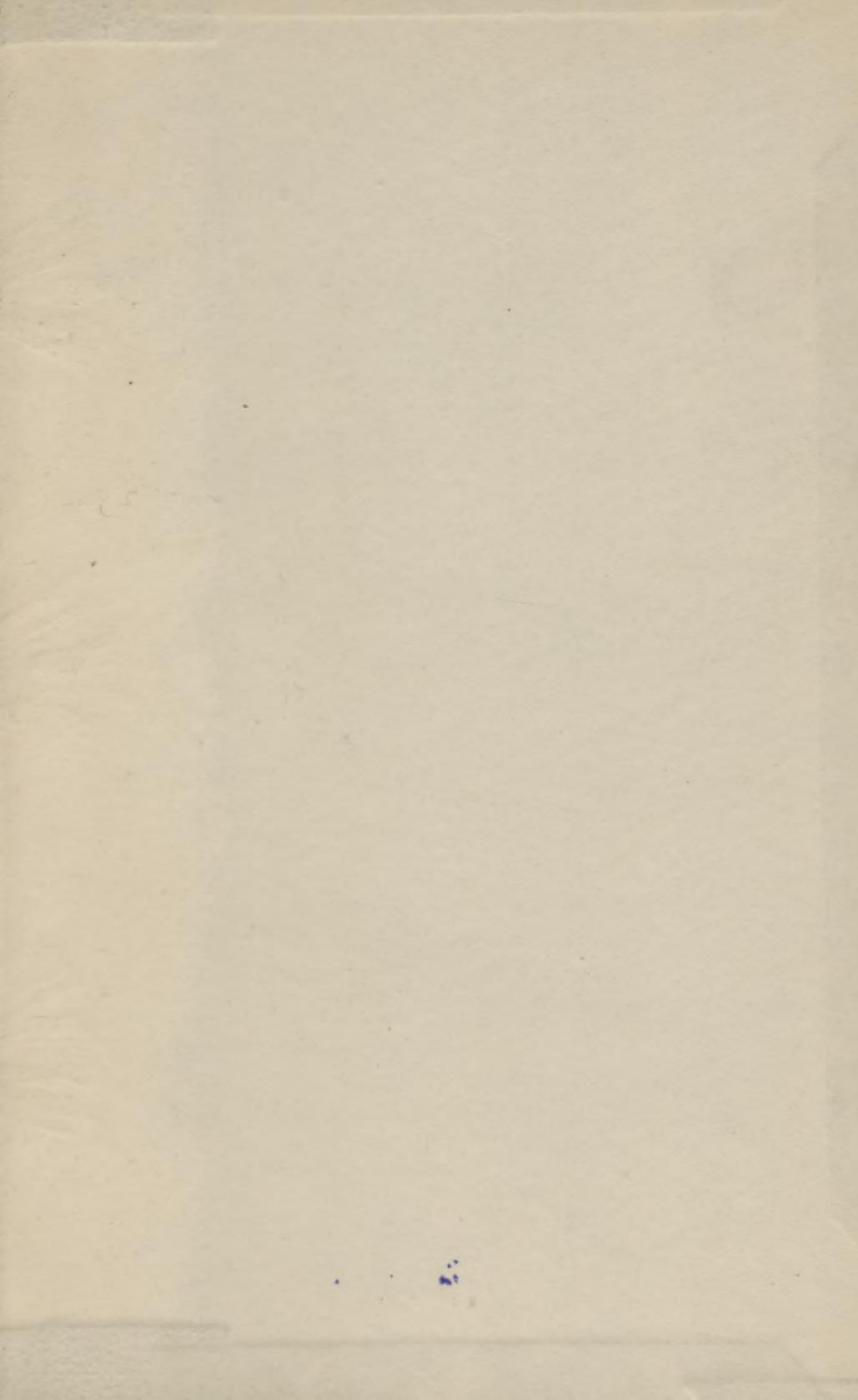
### Berichtigung.

Die Nietverbindungen der Gruppe Vc waren nicht verstemmt.





S - 96.



Biblioteka Politechniki Krakowskiej



10000297585