

# Mitteilungen

über

# Forschungsarbeiten

auf dem Gebiete des Ingenieurwesens

insbesondere aus den Laboratorien  
der technischen Hochschulen

herausgegeben vom

**Verein deutscher Ingenieure.**

**Heft 142.**

**Schlesinger:** Vereinheitlichung der Schraubengewinde. Denkschrift, erstattet im Auftrage des Vereines deutscher Ingenieure, des Vereines deutscher Maschinenbauanstalten, des Vereines deutscher Werkzeugmaschinenfabriken und des Vereines deutscher Schiffswerften.

**1913**

**Springer-Verlag Berlin Heidelberg GmbH**

---

**Preis 1 M.**

(Bezugsbedingungen umstehend.)

**Mitteilungen**  
über  
**Forschungsarbeiten**

auf dem Gebiete des Ingenieurwesens

insbesondere aus den Laboratorien  
der technischen Hochschulen

herausgegeben vom

**Verein deutscher Ingenieure.**

**Heft 142.**



---

Springer-Verlag Berlin Heidelberg GmbH 1913

ISBN 978-3-662-42678-4

ISBN 978-3-662-42955-6 (eBook)

DOI 10.1007/978-3-662-42955-6

# Inhalt.

---

Vereinlichung der Schraubengewinde. Denkschrift, erstattet im Auftrage des Vereines deutscher Ingenieure, des Vereines deutscher Maschinenbauanstalten, des Vereines deutscher Werkzeugmaschinenfabriken und des Vereines deutscher Schiffswerften von Prof. Dr.-Ing. G. Schlesinger	Seite 1
--	------------

---

# Vereinheitlichung der Schraubengewinde.

## Denkschrift,

erstattet im Auftrage des Vereines deutscher Ingenieure, des Vereines deutscher Maschinenbauanstalten, des Vereines deutscher Werkzeugmaschinenfabriken und des Vereines deutscher Schiffswerften

von Prof. Dr.-Ing. **G. Schlesinger.**

## Vorwort.

Am 17. Januar 1912 tagten Vertreter  
des Vereines deutscher Ingenieure,  
» » » Maschinenbauanstalten,  
» » » Werkzeugmaschinenfabriken,  
» » » Schiffswerften

im Hause des Vereines deutscher Ingenieure auf Anregung des Vereines deutscher Werkzeugmaschinenfabriken, um über die Frage der Durchführung eines Einheitsgewindes erneut zu beraten.

Da die Ansichten der versammelten Ingenieure über Vorzüge und Mängel der 3 in Deutschland am meisten verbreiteten Systeme:

Whitworth-Gewinde,  
Löwenherz-Gewinde,  
System-International-Gewinde,

stark auseinandergingen, und da betont wurde, daß eine Vereinheitlichung ohne eine Mitarbeit des Auslandes, insbesondere von England und Amerika, unzweckmäßig sei, so übernahm es der Berichterstatter, eine Denkschrift auszuarbeiten, in der berichtet wurde:

A) über die im In- und Auslande gebräuchlichen Gewindesysteme, ihre Vorzüge und Mängel;

B) über die Verbreitung der verschiedenen Gewindesysteme in Deutschland und über die Stellungnahme der deutschen Hersteller und Verbraucher der Schrauben;

C) über die Ansichten der führenden Staatsinstitute des Auslandes betreffend die Möglichkeit einer internationalen Verständigung.

Der Berichterstatter hat versucht, seinen Auftrag in der Weise zu erledigen, daß er

zu A) kurz die Schraubensysteme nach theoretischem Aufbau und praktischer Verwendung verglich,

zu B) durch Verarbeitung einer von ihm in ganz Deutschland veranstalteten Umfrage die tatsächliche Verbreitung der Gewindesysteme feststellte,

zu C) die Antworten des Auslandes in ihrem wesentlichen Inhalt wiedergab.

Zwischen der ersten Tagung: 17. Januar 1912 und diesem Bericht: April 1913 liegen 1 $\frac{1}{4}$  Jahre. Diese lange Zeit ist dadurch zu erklären, daß die Beantwortung der an 380 deutsche Firmen versandten Fragebogen, der einzigen

Grundlage der Statistik, vom März 1912 bis Ende März 1913 gedauert hat. Geantwortet haben im ganzen 206 Firmen; davon haben sich 15 auf einen durch bestimmte Interessen begründeten ablehnenden Standpunkt gestellt und den Fragebogen unausgefüllt zurückgesandt, 7 haben erklärt, sich der Mehrheit unbedingt anschließen zu wollen. Die übrigen 184 haben zum Teil sehr ausführliche Antworten gegeben und sind mit den 7 grundsätzlich zustimmenden im Anhang mit Namen aufgeführt mit Ausnahme von 5 Firmen, die nicht genannt zu sein wünschten. Eine Durchsicht dieser Firmen zeigt, daß die Umfrage ganz Deutschland und alle wichtigen Zweige der deutschen Maschinenindustrie umfaßt, so daß das gesteckte Ziel, ein Bild der heutigen Sachlage zu schaffen, wohl als erreicht bezeichnet werden kann.

Die Sichtung der eingegangenen Unterlagen ist an Hand der gestellten Fragen nach folgenden Gruppen erfolgt:

- 1) Allgemeiner Maschinenbau (79 Firmen),
- 2) Werkzeugmaschinenbau (46),
- 3) Werften (8),
- 4) Lokomotiv- und Wagenfabriken (8),
- 5) Elektrotechnische Werke (15),
- 6) Feinmechaniker (9),
- 7) Schraubenfabrikanten (19).

Der Berichtstatter hat naturgemäß nur eine rein sachliche Darstellung bringen können und dürfen; die Entscheidung, welche Schritte nach der herbeigeführten Klärung nunmehr zu unternehmen sind, müssen erneuten Tagungen der interessierten Fachwelt überlassen bleiben.

Charlottenburg, im April 1913.

Schlesinger.

## **Bericht.**

### **A) Die Verwendungsgebiete von Gewinden.**

Man unterscheidet allgemein:

- 1) Befestigungsgewinde,
- 2) Dichtungsgewinde,
- 3) Verstellgewinde,
- 4) Meßgewinde.

Befestigungsgewinde stellen den normalen, weitaus am meisten vorkommenden Fall vor. Schrauben und Muttern werden hier zur festen Verbindung zweier Körper unter voller Ausnutzung der Festigkeitseigenschaften der Schraubenelemente benutzt.

Dichtungsgewinde dienen hauptsächlich zum Verschuß von Gefäßen, Rohren, Armaturen usw., in denen sich Gase oder Flüssigkeiten unter Druck befinden. Das Hauptgewicht muß also hier auf das sorgfältige Passen der Gewinde in der Flanke und im Grunde gelegt werden, wenn man nicht auf einen Abschlußbund am Schraubenende oder auf zusätzliche Dichtungsmittel rechnen darf.

Verstellgewinde dienen zum Einstellen von Maschinenteilen wie Mikroskopen, Stativen, Schiebern, Supporten, Ventilen usw. Sie müssen besonders gut passen und lange Lebensdauer trotz häufiger Verstellung besitzen.

Meßgewinde werden an Mikrometerschrauben usw. benutzt. Der Schwerpunkt liegt hier in der absoluten Genauigkeit der Steigung unter Vermeidung von totem Gang.



dard Whitworth Screw Thread\* (B. S. W.). Die mit \* versehenen Größen sollen nach Möglichkeit nicht verwendet werden; sie sind nur aufgenommen, um Willkürlichkeiten vorzubeugen.

Zahlentafel 1.  
British Standard Whitworth Screw Threads (B. S. W.).

1	2	3	4	5	6
Bolzendurchmesser Zoll	Zahl der Gänge für 1 Zoll	Ganghöhe Zoll	Gewindetiefe Zoll	Flankenmaß Zoll	Kern- durchmesser Zoll
1/4 (0,25)	20	0,0500	0,0320	0,2180	0,1860
5/16 (0,3125)	18	0,0556	0,0356	0,2769	0,2414
3/8 (0,375)	16	0,0625	0,0400	0,3350	0,2950
7/16 (0,4375)	14	0,0714	0,0457	0,3918	0,3460
1/2 (0,5)	12	0,0833	0,0534	0,4466	0,3933
9/16 (0,5625)	12	0,0833	0,0534	0,5091	0,4558
5/8 (0,625)	11	0,0909	0,0582	0,5668	0,5086
11/16 (0,6875)	11	0,0909	0,0582	0,6293	0,5711
3/4 (0,75)	10	0,1000	0,0640	0,6860	0,6219
13/16 (0,8125)	10	0,1000	0,0640	0,7485	0,6844
7/8 (0,875)	9	0,1111	0,0711	0,8039	0,7327
*15/16 (0,9375)	9	0,1111	0,0711	0,8664	0,7952
<b>1</b>	<b>8</b>	<b>0,1250</b>	<b>0,0800</b>	<b>0,9200</b>	<b>0,8399</b>
1 1/8 (1,125)	7	0,1429	0,0915	1,0335	0,9420
1 1/4 (1,25)	7	0,1429	0,0915	1,1585	1,0670
1 3/8 (1,375)	6	0,1667	0,1067	1,2683	1,1616
1 1/2 (1,5)	6	0,1667	0,1067	1,3933	1,2866
1 5/8 (1,625)	5	0,2000	0,1281	1,4969	1,3689
1 3/4 (1,75)	5	0,2000	0,1281	1,6219	1,4939
*1 7/8 (1,875)	4,5	0,2222	0,1423	1,7327	1,5904
<b>2</b>	<b>4,5</b>	<b>0,2222</b>	<b>0,1423</b>	<b>1,8577</b>	<b>1,7154</b>
*2 1/8 (2,125)	4,5	0,2222	0,1423	1,9827	1,8404
2 1/4 (2,25)	4	0,2500	0,1601	2,0899	1,9298
*2 3/8 (2,375)	4	0,2500	0,1601	2,2149	2,0548
2 1/2 (2,5)	4	0,2500	0,1601	2,3399	2,1798
*2 5/8 (2,625)	4	0,2500	0,1601	2,4649	2,3048
2 3/4 (2,75)	3,5	0,2857	0,1830	2,5670	2,3841
*2 7/8 (2,875)	3,5	0,2857	0,1830	2,6920	2,5091
<b>3</b>	<b>3,5</b>	<b>0,2857</b>	<b>0,1830</b>	<b>2,8170</b>	<b>2,6341</b>
*3 1/8 (3,125)	3,5	0,2857	0,1830	2,9420	2,7591
3 1/4 (3,25)	3,25	0,3077	0,1970	3,0530	2,8560
*3 3/8 (3,375)	3,25	0,3077	0,1970	3,1780	2,9810
3 1/2 (3,5)	3,25	0,3077	0,1970	3,3030	3,1060
*3 5/8 (3,625)	3,25	0,3077	0,1970	3,4280	3,2310
3 3/4 (3,75)	3	0,3333	0,2134	3,5366	3,3231
*3 7/8 (3,875)	3	0,3333	0,2134	3,6616	3,4481
<b>4</b>	<b>3</b>	<b>0,3333</b>	<b>0,2134</b>	<b>3,7866</b>	<b>3,5731</b>
*4 1/8 (4,125)	3	0,3333	0,2134	3,9116	3,6981
4 1/4 (4,25)	2,875	0,3478	0,2227	4,0273	3,8046
*4 3/8 (4,375)	2,875	0,3478	0,2227	4,1523	3,9296
4 1/2 (4,5)	2,875	0,3478	0,2227	4,2773	4,0546
*4 5/8 (4,625)	2,875	0,3478	0,2227	4,4023	4,1796
4 3/4 (4,75)	2,75	0,3636	0,2328	4,5172	4,2843
*4 7/8 (4,875)	2,75	0,3636	0,2328	4,6422	4,4093
<b>5</b>	<b>2,75</b>	<b>0,3636</b>	<b>0,2328</b>	<b>4,7672</b>	<b>4,5343</b>
*5 1/8 (5,125)	2,75	0,3636	0,2328	4,8922	4,6593
5 1/4 (5,25)	2,625	0,3810	0,2439	5,0061	4,7621
*5 3/8 (5,375)	2,625	0,3810	0,2439	5,1311	4,8871
5 1/2 (5,5)	2,625	0,3810	0,2439	5,2561	5,0121
*5 5/8 (5,625)	2,625	0,3810	0,2439	5,3811	5,1371
5 3/4 (5,75)	2,5	0,4000	0,2561	5,4939	5,2377
*5 7/8 (5,875)	2,5	0,4000	0,2561	5,6189	5,3627
<b>6</b>	<b>2,5</b>	<b>0,4000</b>	<b>0,2561</b>	<b>5,7439</b>	<b>5,4877</b>

\* Das Engineering Standards Committee empfiehlt, die mit \* versehenen Stärken nicht zum allgemeinen Gebrauch zu verwenden.









Zahlentafel 5.  
British Standard Fine Screw Threads (B. S. F).

1	2	3	4	5	6
Bolzendurchmesser Zoll	Zahl der Gänge für 1 Zoll	Ganghöhe Zoll	Gewindetiefe Zoll	Flankenmaß Zoll	Kern- durchmesser Zoll
1/4 (0,25)	25	0,0400	0,0256	0,2244	0,1988
(0,270)	25	0,0400	0,0256	0,2244	0,2188
5/16 (0,3125)	22	0,0455	0,0291	0,2834	0,2543
3/8 (0,375)	20	0,0500	0,0320	0,3430	0,3110
7/16 (0,4375)	18	0,0556	0,0356	0,4019	0,3664
1/2 (0,5)	16	0,0625	0,0400	0,4600	0,4200
9/16 (0,5625)	16	0,0625	0,0400	0,5225	0,4825
5/8 (0,625)	14	0,0714	0,0457	0,5793	0,5335
11/16 (0,6875)	14	0,0714	0,0457	0,6418	0,5960
3/4 (0,75)	12	0,0833	0,0534	0,6966	0,6433
13/16 (0,8125)	12	0,0833	0,0534	0,7591	0,7058
7/8 (0,875)	11	0,0909	0,0582	0,8168	0,7586
*15/16 (0,9375)	11	0,0909	0,0582	0,8793	0,8211
<b>1</b>	10	0,1000	0,0640	0,9360	0,8719
1 1/8 (1,125)	9	0,1111	0,0711	1,0539	0,9827
1 1/4 (1,25)	9	0,1111	0,0711	1,1789	1,1077
1 3/8 (1,375)	8	0,1250	0,0800	1,2950	1,2149
1 1/2 (1,5)	8	0,1250	0,0800	1,4200	1,3399
1 5/8 (1,625)	8	0,1250	0,0800	1,5450	1,4649
1 3/4 (1,75)	7	0,1429	0,0915	1,6585	1,5670
*1 7/8 (1,875)	7	0,1429	0,0915	1,7835	1,6920
<b>2</b>	7	0,1429	0,0915	1,9085	1,8170
*2 1/8 (2,125)	7	0,1429	0,0915	2,0335	1,9420
2 1/4 (2,25)	6	0,1667	0,1067	2,1433	2,0366
*2 3/8 (2,375)	6	0,1667	0,1067	2,2683	2,1616
2 1/2 (2,5)	6	0,1667	0,1067	2,3933	2,2866
*2 5/8 (2,625)	6	0,1667	0,1067	2,5183	2,4116
2 3/4 (2,75)	6	0,1667	0,1067	2,6433	2,5366
*2 7/8 (2,875)	6	0,1667	0,1067	2,7683	2,6616
<b>3</b>	5	0,2000	0,1281	2,8719	2,7439
*3 1/8 (3,125)	5	0,2000	0,1281	2,9969	2,8689
3 1/4 (3,25)	5	0,2000	0,1281	3,1219	2,9939
*3 3/8 (3,375)	5	0,2000	0,1281	3,2469	3,1189
3 1/2 (3,5)	4,5	0,2222	0,1423	3,3577	3,2154
*3 5/8 (3,625)	4,5	0,2222	0,1423	3,4827	3,3404
3 3/4 (3,75)	4,5	0,2222	0,1423	3,6077	3,4654
*3 7/8 (3,875)	4,5	0,2222	0,1423	3,7327	3,5904
<b>4</b>	4,5	0,2222	0,1423	3,8577	3,7154
*4 1/8 (4,125)	4,5	0,2222	0,1423	3,9827	3,8404
4 1/4 (4,25)	4	0,2500	0,1601	4,0899	3,9298
*4 3/8 (4,375)	4	0,2500	0,1601	4,2149	4,0548
4 1/2 (4,5)	4	0,2500	0,1601	4,3399	4,1798
*4 5/8 (4,625)	4	0,2500	0,1601	4,4649	4,3048
4 3/4 (4,75)	4	0,2500	0,1601	4,5899	4,4298
*4 7/8 (4,875)	4	0,2500	0,1601	4,7149	4,5548
<b>5</b>	4	0,2500	0,1601	4,8399	4,6798
*5 1/8 (5,125)	4	0,2500	0,1601	4,9649	4,8048
5 1/4 (5,25)	3,5	0,2857	0,1830	5,0670	4,8841
*5 3/8 (5,375)	3,5	0,2857	0,1830	5,1920	5,0091
5 1/2 (5,5)	3,5	0,2857	0,1830	5,3170	5,1341
*5 5/8 (5,625)	3,5	0,2857	0,1830	5,4420	5,2591
5 3/4 (5,75)	3,5	0,2857	0,1830	5,5670	5,3841
*5 7/8 (5,875)	3,5	0,2857	0,1830	5,6920	5,5091
<b>6</b>	3,5	0,2857	0,1830	5,8170	5,6341

\* Das Engineering Standards Committee empfiehlt, die mit \* versehenen Stärken nicht zum allgemeinen Gebrauch zu verwenden.























Lehrenschnabel *B* nicht einführen lassen, dagegen muß sie zwischen dem auf einer Seite gezahnten Schnabel *A* ohne Zwang durchgehen, und eine solche Schraube ist innerhalb der in nachstehenden Zahlentafeln angeführten Fehlergrenzen bezüglich des Außen- und Kerndurchmessers sowie der Gewindesteigung als einwandfrei zu bezeichnen. · Läßt sich die Schraube an dem mit *B* bezeichneten glatten Teil des gezahnten Lehrenschnabels seitlich einführen und bei *A* von vorn nicht, so ergibt sich daraus, daß ihr äußerer Durchmesser richtig, aber das Gewinde falsch ist; das Gewinde der Schraube ist dann entweder zu grob oder zu fein in der Steigung oder auch nicht tief genug oder schiefwinklig geschnitten; eine solche Schraube ist ebenso unbrauchbar wie diejenige, die in ihrem äußeren Durchmesser zu schwach ist.

Mit der Kontrollehre lassen sich auch Gewindebohrer prüfen, sobald sie, statt mit den veralteten drei Nuten, mit vier Nuten versehen sind. An den Lehren für das S. J.-Gewinde ist für diesen Zweck der erste Teil des gezahnten Lehrenschnabels, entsprechend der Vorschrift für dieses Gewinde, um  $\frac{1}{16}$  der Gewindetiefe weiter als der hintere Teil desselben Lehrenschnabels, welcher zum Nachprüfen von Schrauben dient. Die Gewindebohrer werden, wie vorher beschrieben, geprüft, nur mit dem Unterschied, daß ein Gewindebohrer in den vorderen gezahnten Lehrenschnabel streng passen, bzw. nur anschnäbeln soll, während eine Schraube, wie schon erwähnt, ohne jeden Zwang durch die Lehre zu führen sein muß.

Die Bauart, Abb. 34 und 35, läßt die zu prüfenden Schrauben zuerst durch die Prüfspitzen der Gutseite der Lehre hindurchgehen und vor den Spitzen der Ausschußseite haltmachen.

Trotz der theoretischen Bedenken vollzieht sich die Abnahme der Whitworth-Gewinde genau so leicht wie die der 60°-Gewinde.

Der Berichterstatter hat Gelegenheit genommen, eine der größeren deutschen Fabriken für schwarze Schrauben und Muttern nach Whitworth, die von Bauer & Schaurte in Neuß dank dem Entgegenkommen ihres Inhabers, Hrn. Chr. Schaurte, sehr eingehend zu besichtigen. Er hat im normalen Betriebe an allen möglichen Stellen bei großen und kleinen Schrauben Stichproben über das Passen und den Gang der Muttern auf dem Bolzen gemacht, ferner vorher und hinterher beliebig herausgegriffene Stücke mit dem Kalibergewindedorn und der Kalibermutter geprüft und muß die hervorragende Güte dieser »schwarzen Ware« feststellen, die tatsächlich praktisch bis zur Auswechselbarkeit getrieben ist. Dabei ist hervorzuheben, daß es sich um die gewaltige Herstellung von rd. 650000 Stück an einem 9 $\frac{1}{2}$ stündigen Arbeitstag handelt.

Die Einhaltung des Gewinde-Profilwinkels von 55° scheint aber im Durchschnitt schwierig zu sein. Wir haben eine Anzahl schwarzer Whitworth-Schrauben einmal herausgegriffen, bis zur Mitte durchgeschnitten und unter einem von der Firma Carl Zeiß in dankenswerter Weise geliehenen Feinmeßapparat, Abb. 36, mit Winkel-Meßtisch durchgemessen. Dabei hat sich herausgestellt, daß je nach dem Durchmesser die Winkel zwischen 50° und 56° schwankten, daß also ein wirkliches Tragen in der Flanke schwer zu erreichen sein wird.

Einige Firmen der Feinmechanik und Elektrotechnik, die vorzugsweise blanke Schrauben mit Whitworth-, Loewenherz- und Mechaniker-gewinde herstellen, haben eine scharfe Abnahme organisiert, bei der die zulässigen Grenzen ähnlich festgelegt sind wie bei den glatten Bohrungen. So schreiben z. B. die Siemens Schuckert-Werke in Charlottenburg folgende Grenzen vor:

A) Für Gewindebohrer.

1) Durchmesserunterschiede, bezogen auf

Flankendurchmesser	min.	max.
bis 1 Zoll . . . . .	+ 0,02 mm	0,06 mm
von 1 bis 2 Zoll . . . . .	+ 0,02 »	0,08 »
über 2 Zoll . . . . .	+ 0,02 »	0,10 »

Außen- und Kerndurchmesser sind in Zahlentafel 9 ausgerechnet.

Die Abnahmetoleranzen sind vorerst etwas größer gegriffen, als in Zahlentafel 9 ermittelt, und zwar zur Vermeidung von Schwierigkeiten mit den Lieferanten. |

2) Steigungsunterschiede, bezogen auf

1 Zoll Länge	min.	max.
bis 1 Zoll . . . . .	- 0,04 mm	+ 0,02 mm
von 1 bis 2 Zoll . . . . .	- 0,04 »	+ 0,02 »
über 2 Zoll . . . . .	- 0,04 »	+ 0,02 »

Zahlentafel 9.

Zulässige Abweichungen bei Whitworth-Gewinde.

1 Zoll	2 normaler			3 Anzahl der Gänge auf 1 Zoll	4 Toleranzen d. Bolzen- gewinde, auf Drehbank geschnitten, bei tra- gender Gewindelänge $l = 1,5 d$			5 Toleranzen d. Bolzen- gewinde, m. Schneid- eisen geschnitten, bei tragender Gewinde- länge $l = d$			6 aus 4 und 5 ergeben sich fol- gende Gewindebohrer-Toleranzen				
	Außen- durch- messer $d_1$	Flan- ken- durch- messer $d_3$	Kern- durch- messer $d_2$		$d_1, d_2,$ $d_3$ max.	$d_1, d_2,$ $d_3$ min.	Steigungsfehler auf 1 Zoll <sup>1)</sup>	$d_1, d_2,$ $d_3$ max.	$d_1, d_2,$ $d_3$ min.	Steigungsfehler auf 1 Zoll <sup>2)</sup>	$d_1$ und $d_2$		$d_3$		Steigungsfehler auf 1 Zoll
											min.	max.	min.	max.	
	Zoll														
1/4	6,350	5,537	4,724	20	-0,02	-0,08	±0,015	-0,02	-0,08	±0,04	+0,03	+0,05	+0,015	+0,03	±0,03
5/16	7,937	7,034	6,130	18	-0,03	-0,09	»	-0,03	-0,09	»	»	»	»	»	»
3/8	9,525	8,509	7,492	16	-0,04	-0,10	»	-0,04	-0,10	»	»	»	»	»	»
7/16	11,112	9,950	8,789	14	-0,04	-0,11	»	-0,04	-0,11	»	»	+0,06	»	+0,04	»
1/2	12,700	11,345	9,989	12	-0,05	-0,12	»	-0,05	-0,12	»	»	»	»	»	»
5/8	15,875	14,397	12,918	11	-0,07	-0,14	»	-0,07	-0,14	»	»	»	»	»	»
3/4	19,050	17,424	15,797	10	-0,08	-0,15	»	-0,08	-0,15	»	»	»	»	+0,05	»
7/8	22,225	20,418	18,611	9	-0,10	-0,17	»	-0,10	-0,17	»	»	»	+0,02	»	»
1	25,400	23,367	21,334	8	-0,12	-0,19	»	-0,12	-0,19	»	+0,04	+0,07	»	»	»
1 1/8	28,574	26,251	23,928	7	-0,13	-0,21	»	-0,13	-0,21	»	»	»	»	»	»
1 1/4	31,749	29,426	27,103	7	-0,15	-0,23	»	-0,15	-0,23	»	»	»	»	+0,06	»
1 3/8	34,924	32,214	29,503	6	-0,17	-0,25	»	-0,17	-0,25	»	»	»	»	»	»
1 1/2	38,099	35,389	32,678	6	-0,18	-0,27	»	-0,18	-0,27	»	»	+0,08	»	»	»
1 5/8	41,274	38,022	34,769	5	-0,20	-0,29	»	-0,20	-0,29	»	»	»	»	»	»
1 3/4	44,449	41,197	37,944	5	-0,22	-0,32	»	-0,22	-0,32	»	»	»	»	»	»
1 7/8	47,624	44,010	40,396	4,5	-0,23	-0,34	»	-0,23	-0,34	»	»	»	»	»	»
2	50,799	47,185	43,571	4,5	-0,25	-0,37	»	-0,25	-0,37	»	»	+0,09	»	+0,07	»
2 1/4	57,149	53,084	49,018	4	-0,28	-0,40	»	-0,28	-0,40	»	»	»	»	»	»
2 1/2	63,499	59,433	55,367	4	-0,31	-0,44	»	-0,31	-0,44	»	»	»	+0,025	»	»
2 3/4	69,849	65,203	60,556	3,5	-0,34	-0,48	»	-0,34	-0,48	»	»	»	»	»	»
3	76,199	71,553	66,906	3,5	-0,38	-0,53	»	-0,38	-0,53	»	»	+0,10	»	+0,08	»
3 1/4	82,549	77,546	72,544	3,25	-0,41	-0,57	»	-0,41	-0,57	»	»	»	»	»	»
3 1/2	88,898	83,895	78,892	3,25	-0,44	-0,61	»	-0,44	-0,61	»	»	»	»	»	»
3 3/4	95,248	89,727	84,206	3	-0,47	-0,64	»	-0,47	-0,64	»	»	»	»	»	»
4	101,598	96,177	90,755	3	-0,51	-0,70	»	-0,51	-0,70	»	»	»	»	»	»

1) Diese Werte sind erheblich feiner als die des Standards Committee.

2) Diese Werte sind bei den kleinen Durchmessern gleich denen des Standards Committee, bei den größeren Durchmessern dagegen größer.



entsprechend der Erfahrung, daß Gewindebohrer beim Härten in der weitaus größten Anzahl kürzer werden.

B) Für gehärtete Gewindelehren.

1) Durchmesserunterschiede, bezogen auf

Außen-, Kern- und Flankendurchmesser	min.	max.
bis 1 1/2 Zoll Durchmesser	— 0,005 mm	+ 0,005 mm
über 1 1/2 Zoll Durchmesser	— 0,01 »	+ 0,01 »

2) Steigungsunterschiede, bezogen auf

1 Zoll Länge	— 0,01 m/m min.	+ 0,01 m/m max.
--------------	-----------------	-----------------

Dabei ist angenommen, daß die kleinste vorkommende Schraube 1/4 Zoll ist. Die Herstellung von auswechselbaren Gewinden wird dadurch erschwert, daß die Genauigkeit, mit der die Bearbeitung von Gewindebohrer und Schneid-

Zahlentafel 10.  
Toleranztafel des B. S. W.-Gewindes.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Nenn- durchmesser  Zoll	Anzahl der Gänge auf 1 Zoll	Steigungstoleranz für 1 Zoll Länge Zoll	Außendurchmesser			Flankenmaß			Kerndurchmesser		
			max.	Toleranz	min.	max. für eine Schraubem. richtiger Steigung 1)	Toleranz	min.	max.	Toleranz	min.
			Zoll	Zoll	Zoll				Zoll	Zoll	Zoll
1/4 (0,25)	20	0,0035	0,2500	0,0018	0,2482	0,2180	0,0018	0,2162	0,1860	0,0023	0,1837
5/16 (0,3125)	18	0,0033	0,3125	0,0020	0,3105	0,2769	0,0021	0,2748	0,2414	0,0025	0,2389
3/8 (0,375)	16	0,0032	0,3750	0,0021	0,3729	0,3350	0,0024	0,3326	0,2950	0,0028	0,2922
7/16 (0,4375)	14	0,0031	0,4375	0,0023	0,4352	0,3918	0,0027	0,3891	0,3460	0,0030	0,3430
1/2 (0,5)	12	0,0030	0,5000	0,0025	0,4975	0,4466	0,0030	0,4436	0,3933	0,0032	0,3901
9/16 (0,5625)	12	0,0029	0,5625	0,0026	0,5599	0,5091	0,0032	0,5059	0,4558	0,0034	0,4524
5/8 (0,625)	11	0,0028	0,6250	0,0028	0,6222	0,5668	0,0035	0,5633	0,5086	0,0036	0,5050
11/16 (0,6875)	11	0,0027	0,6875	0,0029	0,6846	0,6293	0,0038	0,6255	0,5711	0,0037	0,5674
3/4 (0,75)	10	0,0027	0,7500	0,0030	0,7470	0,6860	0,0040	0,6820	0,6219	0,0039	0,6180
13/16 (0,8125)	10	0,0026	0,8125	0,0032	0,8093	0,7485	0,0043	0,7442	0,6844	0,0041	0,6803
7/8 (0,875)	9	0,0026	0,8750	0,0033	0,8717	0,8039	0,0045	0,7994	0,7327	0,0042	0,7285
*13/16 (0,9375)	9	0,0025	0,9375	0,0034	0,9341	0,8664	0,0048	0,8616	0,7952	0,0044	0,7908
1	8	0,0025	1,0000	0,0035	0,9965	0,9200	0,0050	0,9150	0,8399	0,0045	0,8354
1 1/8 (1,125)	7	0,0024	1,1250	0,0037	1,1213	1,0335	0,0055	1,0280	0,9420	0,0048	0,9372
1 1/4 (1,25)	7	0,0024	1,2500	0,0039	1,2461	1,1585	0,0059	1,1526	1,0670	0,0050	1,0620
1 3/8 (1,375)	6	0,0023	1,3750	0,0041	1,3709	1,2683	0,0063	1,2620	1,1616	0,0053	1,1563
1 1/2 (1,5)	6	0,0023	1,5000	0,0043	1,4957	1,3933	0,0068	1,3865	1,2866	0,0055	1,2811
1 5/8 (1,625)	5	0,0022	1,6250	0,0045	1,6205	1,4969	0,0072	1,4897	1,3689	0,0057	1,3632
1 3/4 (1,75)	5	0,0022	1,7500	0,0046	1,7454	1,6219	0,0076	1,6143	1,4939	0,0060	1,4871
*1 7/8 (1,875)	4,5	0,0021	1,8750	0,0048	1,8702	1,7327	0,0080	1,7247	1,5904	0,0062	1,5842
2	4,5	0,0021	2,0000	0,0050	1,9950	1,8577	0,0084	1,8493	1,7154	0,0064	1,7090
*2 1/8 (2,125)	4,5	0,0021	2,1250	0,0051	2,1199	1,9827	0,0088	1,9739	1,8404	0,0066	1,8338
2 1/4 (2,25)	4	0,0020	2,2500	0,0053	2,2447	2,0899	0,0092	2,0807	1,9298	0,0068	1,9230
*2 3/8 (2,375)	4	0,0020	2,3750	0,0054	2,3696	2,2149	0,0096	2,2053	2,0548	0,0069	2,0479
2 1/2 (2,5)	4	0,0020	2,5000	0,0055	2,4945	2,3399	0,0099	2,3300	2,1798	0,0071	2,1727
*2 5/8 (2,625)	4	0,0020	2,6250	0,0057	2,6193	2,4649	0,0103	2,4546	2,3048	0,0073	2,2975
2 3/4 (2,75)	3,5	0,0019	2,7500	0,0058	2,7442	2,5670	0,0107	2,5563	2,3841	0,0075	2,3766
*2 7/8 (2,875)	3,5	0,0019	2,8750	0,0059	2,8691	2,6920	0,0110	2,6810	2,5091	0,0076	2,5015
3	3,5	0,0019	3,0000	0,0060	2,9940	2,8170	0,0114	2,8056	2,6341	0,0078	2,6263

1) Für Abweichung von richtiger Steigung hat das E. S. C. besondere Toleranztafeln ausgearbeitet.

\*) Das Engineering Standards Committee empfiehlt, die mit \* versehenen Stärken nicht zum allgemeinen Gebrauch zu verwenden.



Mutter mit dem kleinsten Bolzen zusammen, so wird dieser sehr leicht in die Mutter gehen. Das ist aber ebenfalls ohne Belang, da die Verminderung der Tragfläche des Gewindes nur rd. 6 vH beträgt.

Eine ähnliche Zahlentafel (10) ist von dem »Engineering Standards Committee« in England veröffentlicht worden; Abb. 37 gibt die zeichnerische Darstellung der B. S. W.-Toleranzen. Zahlentafel 11 bis 15 und Abb. 38 zeigen erprobte Toleranzen für Mechaniker-, Löwenherz-, A. S. M. E.-, B. S. F.-, B. A.-Gewinde.

Bei der Herstellung der Werkzeuge sind zu unterscheiden die Grundwerkzeuge, wie Schabestähle, Schabestrehler, Fräser, Rollen usw., die zur Erzeugung der Stähle und Strehler dienen, und die Stähle und Strehler selbst, die zur Erzeugung der Bohrer, Schneideisen, Schrauben usw. dienen. Die Anfertigung der Grundwerkzeuge hat nur Bedeutung für einige wenige Sonderfabriken. Sie ist leichter für die Schabestähle als für die Schabestrehler und wieder etwas leichter für die Stähle mit Abflachung als für die mit Abrundung und für die ohne Schultern leichter als für die mit Schultern; für die Schabestrehler hingegen spielt Abrundung oder Abflachung keine besondere Rolle, Abb. 39 bis 47.

Die Schneidstähle selbst sind ebenfalls einfacher herzustellen als die Schneidstrehler. Hier spielt die Abflachung oder Abrundung noch eine größere Rolle. Die Stähle, die vorn flach sind und keine Schultern haben, sind mit großer Genauigkeit recht billig herzustellen, während die Stähle mit Rundungen und gar Schultern ebenso wie die Strehler wesentlich unangenehmere Arbeitsverfahren verlangen, weniger genau werden und teurer sind.

Die Bohrer sind leichter herzustellen, wenn sie im Außendurchmesser eine Abflachung haben wie für U. S. St.- und S. & H.-Gewinde. Ferner sind sie leichter herzustellen, wenn sie im Außendurchmesser größer sind als die zugehörigen Schrauben wie beim U. S. St.- und S. J.-Gewinde. Die innere Rundung am Kern hingegen erleichtert die Herstellung, da der Stahl weniger leicht stumpf wird.

Zahlentafel 11. Gewinde-Toleranz-Zahlentafel.  
a) Mechaniker- (S. & H.) Gewinde.

Gewinde	Kerndurchmesser	Kerndurchmesser	Toleranz
	max.	min.	
	mm	mm	mm
14	5,75	5,65	0,100
17	4,68	4,585	0,095
18	4,51	4,425	0,085
21	4,05	3,975	0,075
25	3,20	3,145	0,055
27	2,60	2,545	0,055
29	2,24	2,200	0,040
31	1,65	1,615	0,035
33	1,40	1,375	0,025
34	1,30	1,28	0,020
36	0,93	0,91	0,020

Zahlentafel 12.  
Gewinde-Toleranz-Zahlentafel.  
b) Löwenherz-Gewinde.

L 2	1,4	1,37	0,03
L 2,6	1,925	1,89	0,035
L 3	2,25	2,205	0,040
L 3,5	2,6	2,55	0,045
L 4	2,95	2,90	0,050
L 5	3,8	3,73	0,070
L 6	4,5	4,41	0,090



Die Verschiedenartigkeit von Mutter- und Bolzenwerkzeug bei manchen Gewinden macht aber alles in allem keine ausschlaggebenden Schwierigkeiten und wird, falls man auf Auswechselbarkeit Wert legt, bei allen, auch beim Whitworth-Gewinde, hineingebracht werden müssen, um das nötige Spiel zu schaffen. Man wird dann beim Messen in der Werkstatt immer mehr auf den sogenannten Flankendurchmesser zurückgreifen müssen. Dieser mittlere Durchmesser ist bei allen Gewinden, welche gleiche Abrundungen oder Abflachungen am Kopf und Fuß des Gewindeprofils aufweisen, gleich dem äußeren Durchmesser abzüglich einer vollen Gewindetiefe; das gilt also für die Whitworth-, U. S. St.- und Löwenherz-Gewinde. Nur beim S. J.-Gewinde ist, wegen der Ungleichheit am Kopf und Fuß des Profils, das Flankenmaß gleich dem äußeren Durchmesser des Gewindebolzens, vermehrt um den Kerndurchmesser der Gewindemutter geteilt durch 2. Bezeichnet  $D$  den Bolzendurchmesser,  $s$  die Steigung,  $F$  das Flankenmaß, so ist (vereinfacht):

$$F = D - 0,6495 s.$$

Zahlentafel 14. B. S. F.-Toleranzen.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Nenn- durchmesser  Zoll	Anzahl der Gänge auf 1 Zoll	Steigungstoleranz für 1 Zoll Länge Zoll	Bolzendurchmesser			Flankenmaß			Kerndurchmesser		
			max.	Tole- ranz	min.	max. für eine Schraube mit rich- tiger Steigung 1) Zoll	Tole- ranz	min.	max.	Tole- ranz	min.
			Zoll	Zoll	Zoll		Zoll	Zoll	Zoll	Zoll	Zoll
1/4 (0,25)	25	0,0021	0,2500	0,0013	0,2487	0,2244	0,0011	0,2233	0,1988	0,0018	0,1970
5/16 (0,3125)	22	0,0020	0,3125	0,0014	0,3111	0,2834	0,0013	0,2821	0,2543	0,0020	0,2523
3/8 (0,375)	20	0,0019	0,3750	0,0015	0,3735	0,3430	0,0014	0,3416	0,3110	0,0021	0,3089
7/16 (0,4375)	18	0,0018	0,4375	0,0017	0,4358	0,4019	0,0016	0,4003	0,3664	0,0023	0,3641
1/2 (0,5)	16	0,0018	0,5000	0,0018	0,4982	0,4600	0,0018	0,4582	0,4200	0,0025	0,4175
9/16 (0,5625)	16	0,0017	0,5625	0,0019	0,5606	0,5225	0,0019	0,5206	0,4825	0,0026	0,4799
5/8 (0,625)	14	0,0017	0,6250	0,0020	0,6230	0,5793	0,0021	0,5772	0,5335	0,0028	0,5307
11/16 (0,6875)	14	0,0016	0,6875	0,0021	0,6854	0,6418	0,0023	0,6395	0,5960	0,0029	0,5931
3/4 (0,75)	12	0,0016	0,7500	0,0022	0,7478	0,6966	0,0024	0,6942	0,6433	0,0030	0,6403
13/16 (0,8125)	12	0,0016	0,8125	0,0023	0,8102	0,7591	0,0026	0,7565	0,7058	0,0032	0,7026
7/8 (0,875)	11	0,0016	0,8750	0,0023	0,8727	0,8168	0,0027	0,8141	0,7586	0,0033	0,7553
*15/16 (0,9375)	11	0,0015	0,9375	0,0024	0,9351	0,8793	0,0029	0,8764	0,8211	0,0034	0,8177
1	10	0,0015	1,0000	0,0025	0,9975	0,9360	0,0030	0,9330	0,8719	0,0035	0,8684
1 1/8 (1,125)	9	0,0015	1,1250	0,0027	1,1223	1,0539	0,0033	1,0506	0,9827	0,0037	0,9790
1 1/4 (1,25)	9	0,0014	1,2500	0,0028	1,2472	1,1789	0,0035	1,1754	1,1077	0,0039	1,1038
1 3/8 (1,375)	8	0,0014	1,3750	0,0029	1,3721	1,2950	0,0038	1,2912	1,2149	0,0041	1,2108
1 1/2 (1,5)	8	0,0014	1,5000	0,0031	1,4969	1,4200	0,0041	1,4159	1,3399	0,0043	1,3356
1 5/8 (1,625)	8	0,0013	1,6250	0,0032	1,6218	1,5450	0,0043	1,5407	1,4649	0,0045	1,4604
1 3/4 (1,75)	7	0,0013	1,7500	0,0033	1,7467	1,6585	0,0046	1,6539	1,5670	0,0046	1,5624
*1 7/8 (1,875)	7	0,0013	1,8750	0,0034	1,8716	1,7835	0,0048	1,7787	1,6920	0,0048	1,6872
2	7	0,0013	2,0000	0,0035	1,9965	1,9085	0,0050	1,9035	1,8170	0,0050	1,8120
*2 1/8 (2,125)	7	0,0012	2,1250	0,0037	2,1213	2,0335	0,0053	2,0282	1,9420	0,0051	1,9369
2 1/4 (2,25)	6	0,0012	2,2500	0,0038	2,2462	2,1433	0,0055	2,1378	2,0366	0,0053	2,0313
*2 3/8 (2,375)	6	0,0012	2,3750	0,0039	2,3711	2,2683	0,0057	2,2626	2,1616	0,0054	2,1562
2 1/2 (2,5)	6	0,0012	2,5000	0,0040	2,4960	2,3933	0,0060	2,3873	2,2866	0,0055	2,2811
*2 5/8 (2,625)	6	0,0012	2,6250	0,0041	2,6209	2,5183	0,0062	2,5121	2,4116	0,0057	2,4059
2 3/4 (2,75)	6	0,0012	2,7500	0,0041	2,7459	2,6433	0,0064	2,6369	2,5366	0,0058	2,5308
*2 7/8 (2,875)	6	0,0012	2,8750	0,0042	2,8708	2,7683	0,0066	2,7617	2,6616	0,0059	2,6557
3	5	0,0011	3,0000	0,0043	2,9957	2,8719	0,0068	2,8651	2,7439	0,0060	2,7379

1) Für Abweichungen von richtiger Steigung hat das Engineering Standards Committee besondere Toleranztafeln ausgearbeitet.

\* Das Engineering Standards Committee empfiehlt, die mit \* versehenen Stärken nicht zum allgemeinen Gebrauch zu verwenden.

Zahlentafel 15. B. A.-Toleranzen.

Gewinde- nummer	Kerndurchmesser des Schraubenbolzens		Außendurchmesser des Gewindebohrers	
	max.	min.	max.	min.
	mm	mm	mm	mm
0	4,74	4,6	6,2	6,06
*1	4,16	4,04	5,48	5,36
2	3,68	3,57	4,86	4,75
*3	3,17	3,07	4,25	4,15
4	2,77	2,68	3,77	3,64
*5	2,45	2,37	3,32	3,24
6	2,13	2,05	2,91	2,83
*7	1,89	1,82	2,6	2,53
8	1,65	1,59	2,29	2,23
*9	1,41	1,35	1,98	1,92
10	1,26	1,21	1,77	1,72
*11	1,11	1,07	1,56	1,52
12	0,94	0,9	1,36	1,32
*13	0,88	0,85	1,25	1,22
14	0,71	0,67	1,05	1,01
*15	0,64	0,61	0,94	0,91
16	0,55	0,52	0,83	0,8
17	0,49	0,47	0,73	0,71
18	0,43	0,41	0,65	0,63
19	0,36	0,34	0,57	0,55
20	0,33	0,32	0,50	0,49
21	0,28	0,27	0,44	0,43
22	0,24	0,23	0,39	0,38
23	0,21	0,2	0,35	0,34
24	0,18	0,17	0,31	0,3
25	0,16	0,15	0,27	0,26

\* Das Engineering Standards Committee empfiehlt, die mit \* versehenen Stärken nicht zum allgemeinen Gebrauch zu verwenden.

Zahlentafel 16 gibt die Flankenmaße für die wichtigsten Gewinde, Abb. 48 bis 52 geben ein einfaches Verfahren nebst zugehörigen Formeln zum werkstatmäßigen Ermitteln des mittleren Durchmessers durch eingelegten Draht für die verschiedenen Profile.

Nunmehr kann zu einer kurzen Zusammenfassung der Vorzüge und Mängel der einzelnen Gewindeformen geschritten werden.

### 1) Whitworth-Gewinde.

Seine Vorzüge sind: Die Werkzeuge für Mutter und Schneideisen einerseits und Bolzen und Gewindebohrer andererseits sind die gleichen. Die Lebensdauer der Werkzeuge ist infolge der Abrundungen groß; aus dem gleichen Grunde sind Bolzen und Mutter kräftig und gegen Beschädigungen im Betriebe widerstandsfähig. Das Anliegen von Kopf und Fuß gegeneinander gibt die theoretische<sup>1)</sup> Möglichkeit des Dichthaltens gegen inneren Gefäßdruck. Die geringe Zahl von Schraubensorten macht das System für die Hinlegung von Lager-

<sup>1)</sup> Vom Berichterstatter ausgeführte Versuche mit normal geschnittenen Whitworth-Schrauben haben erwiesen, daß es ebensowenig dicht hält wie Gewinde mit absichtlichem Spiel. Nur besonders sorgfältig, am besten etwas konisch geschnittene Whitworth-Schrauben halten wirklich ohne Dichtungsmittel dicht.

Zahlentafel 16. Gewindesysteme. Nach J. Hildebrand, Werkstatttechnik 1907 S. 243.

Durchmesser		Sellers (U. S. St.)				Whitworth				Gasgewinde				System International		Löwenherz				
in Zoll	in mm	8	Gang auf 1 Zoll	Kern-dmr.	Flanken-dmr.	8	Gang auf 1 Zoll	Kern-dmr.	Flanken-dmr.	lichte Rohr-weite	Durch-messer in mm	8	Gang auf 1 Zoll	Kern-dmr.	Flanken-dmr.	Bemer-kungen	8	Kern-dmr.	Flanken-dmr.	
1/16	1,587	—	—	—	—	0,4233	60	1,045	1,316	1,8	9,7153	0,907	28	8,5520	9,134	—	—	0,25	0,625	0,8125
3/32	2,381	—	—	—	—	0,5291	48	1,730	2,042	1/4	13,5509	1,3368	19	11,445	12,301	—	—	0,25	0,845	1,0125
1/8	3,175	—	—	—	—	0,635	40	2,362	2,768	3/8	16,6697	1,3368	19	14,958	15,814	—	—	0,3	0,950	1,175
5/32	3,969	—	—	—	—	0,7937	32	2,9526	3,460	1/2	20,9724	1,8143	14	18,648	19,810	—	—	0,35	1,175	1,4375
3/16	4,762	—	—	—	—	1,0583	24	3,407	4,085	5/8	22,9154	»	»	20,591	21,753	—	—	0,4	1,400	1,7000
1/4	6,350	1,270	20	4,700	5,535	1,270	20	4,724	5,537	3/4	26,4409	»	»	24,117	25,279	—	—	0,4	1,700	2,000
5/16	7,937	1,411	18	6,104	7,021	1,411	18	6,130	7,034	7/8	30,200	»	»	27,876	29,038	—	—	0,45	1,925	2,2625
3/8	9,525	1,5875	16	7,463	8,494	1,5875	16	7,492	8,509	1	33,248	2,309	11	30,289	31,768	—	—	0,5	2,250	2,625
1/2	11,112	1,8143	14	8,756	9,934	1,8143	14	8,789	9,950	1 1/8	37,896	»	»	34,937	36,417	—	—	0,5	2,600	3,050
5/8	12,700	1,9538	13	10,162	11,431	2,1166	12	9,989	11,345	1 1/4	41,909	»	»	38,950	40,430	—	—	0,6	2,950	3,475
3/4	14,287	2,1166	12	11,537	12,912	2,1166	12	11,577	12,932	1 1/2	44,322	»	»	41,363	42,843	—	—	0,7	3,375	3,9375
7/8	15,875	2,309	11	12,875	14,375	2,309	11	12,918	14,397	1 3/4	47,815	»	»	44,855	46,335	—	—	0,8	3,800	4,400
1 1/16	17,462	—	—	—	—	2,309	11	14,505	15,984	1 3/4	51,993	»	»	49,034	50,513	—	—	0,9	4,150	4,825
1 1/8	19,050	2,540	10	15,750	17,400	2,540	10	17,797	19,424	2	59,613	»	»	56,654	58,133	—	—	1	4,500	5,250
1 1/4	20,637	—	—	—	—	2,540	10	17,384	19,011	2 1/4	65,721	»	»	62,762	64,242	—	—	1,1	5,350	6,175
1 1/2	22,224	2,822	9	18,559	20,392	2,822	9	18,611	20,418	2 1/2	70,232	»	»	73,272	74,752	—	—	1,2	6,200	7,100
1 3/8	23,812	—	—	—	—	2,822	9	20,198	22,005	2 3/4	82,472	»	»	85,518	87,038	—	—	1,3	7,050	8,025
1 1/2	25,400	3,175	8	21,276	23,338	3,175	8	21,334	23,367	3	88,517	»	»	91,563	93,083	—	—	1,4	7,900	8,950
1 5/8	28,574	3,6286	7	23,801	26,218	3,6286	7	23,928	26,251	3 1/4	93,994	»	»	96,400	97,880	—	—	—	—	—
1 3/4	31,749	3,6286	7	27,936	29,393	3,6286	7	27,103	29,426	3 1/2	99,36	»	»	101,830	103,310	—	—	—	—	—
1 7/8	34,924	4,2333	6	29,424	32,174	4,2333	6	29,503	32,214	3 3/4	104,79	»	»	107,250	108,729	—	—	—	—	—
1 9/8	38,099	4,2333	6	32,599	35,349	4,2333	6	32,678	35,389	4	110,21	»	»	—	—	—	—	—	—	—
1 5/4	41,274	4,6181	5,5	35,275	38,275	5,080	5	34,709	38,022	—	—	»	»	—	—	—	—	—	—	—
1 3/2	44,449	5,080	5	37,851	41,150	5,080	5	37,944	41,197	—	—	»	»	—	—	—	—	—	—	—
1 1/2	47,624	5,080	5	41,026	44,325	5,6444	4,5	40,396	44,010	—	—	»	»	—	—	—	—	—	—	—
2	50,799	5,6444	4,5	43,467	47,133	6,350	4	49,018	53,084	—	—	»	»	—	—	—	—	—	—	—
2 1/4	57,150	—	—	—	—	6,350	4	55,367	59,433	—	—	»	»	—	—	—	—	—	—	—
2 1/2	63,499	—	—	—	—	6,350	4	—	—	—	—	»	»	—	—	—	—	—	—	—

nicht festgelegt

$D$  = Durchmesser  
 $d$  = Kerndurchmesser =  $D - 2t$   
 $F$  = Flankendurchmesser =  $D - t$   
 $F_1$  für S. J.-Gewinde =  $D - 0,6495s$   
 $t$  = Tiefe des Gewindes  
 $s$  = Steigung des Gewindes







## 2) S. J.-Gewinde.

Seine Vorzüge sind: Sämtliche Abmessungen sind metrisch; dem Metermaß gehört aber nach den bisherigen Erfahrungen sicher die Zukunft. Die Herstellung der Form, das Einpassen und Nachmessen ist leicht. Das Tragen der Flanken ist, weil im Prinzip liegend, gesichert. Daher ist die Lebensdauer des Gewindes sehr günstig. Das Gewinde schneidet sich leicht, die Flanken bleiben sauber. Die Abstufung von Steigung zum Durchmesser ist gut.

Für Schrauben, die dicht halten sollen, ist das S. J.-Grenzprofil anzuwenden, wie es bereits bei den Schweizer Eisenbahnen für Stehbolzen und Kessel gesehen ist.

Seine Mängel sind: Die Werkzeuge sind überall doppelt auszuführen, z. T. müssen sie sogar mit den schwierigen Seitenschultern versehen sein. Die höheren Anschaffungskosten von Doppelwerkzeugen werden durch ihre doppelte Lebensdauer im Gebrauch völlig ausgeglichen.

Die scharfen Kanten an Gewindebohrern und Schneideisen nutzen sich zu schnell ab; schwarze Schrauben lassen sich daher mit tadellosem Profil schwer herstellen.

Das Gewindesystem gestattet von vornherein mehrere Ausführungsformen der Abrundungen (allerdings läßt sich dieser Mangel leicht dadurch beseitigen, daß man die Grenzformen in die zulässigen Abweichungen des Herstellungsverfahrens umwandelt).

Die Zahlentafel 2 endet unten bei 6 mm und oben bei 80 mm. Dadurch sind bereits nach oben und unten willkürliche neue Zusatzsysteme entstanden, weil z. B. 50 vH der blanken Schrauben unter 6 mm liegen, also in sehr erheblichem Maße ständig gebraucht werden.

Die Durchmesser der Zahlentafel entsprechen vielfach nicht gangbaren Walzsorten, wie 24, 27, 33, 39, 52, 56, 64, 72, 76 mm. Da diese Sorten sonst von den deutschen Hütten nicht verlangt werden, so wäre es besser gewesen, die Reihe<sup>1)</sup> 25, 28, 32, 38 bezw. 40, 45, 50, 55, 65, 70, 75 usw. zu wählen und außerdem nicht von 12 auf 14 mm zu springen, sondern 13 mm beizubehalten.

Bei den Muttern zeigt die S. J.-Zahlentafel ebenfalls ungünstige, für die Herstellung schwarzer Ware ungeeignete Werte.

## 3) United-States-Standard-Gewinde.

Das U. S. St.-Gewinde hat alle Vorzüge des S. J.-Gewindes, außerdem ist es ihm darin überlegen, daß es infolge seiner symmetrischen Form die Doppelausführung der Werkzeuge vermeidet.

Da dies Gewinde aber in Deutschland laut der vorliegenden Statistik zurzeit nur von zwei Firmen benutzt wird, die bereits mitteilen, daß sie zum S. J.-Gewinde übergehen, so kann von weiteren Erörterungen abgesehen werden.

## 4) Löwenherz-Gewinde.

Seine Vorzüge sind: Für weichere Stoffe, wie Messing, Aluminium u. dergl., wird das Gewinde tiefer<sup>2)</sup>; die Schraube sitzt daher fester und löst sich nicht so leicht.

---

<sup>1)</sup> Diese neue Reihe ist in Zürich bereits 1898 von den Italienern vorgeschlagen, aber leider nicht angenommen worden.

<sup>2)</sup> Der Mechaniker liebt das »schön-tiefe« Gewinde.

Die Fürsorge der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt zu Berlin hat zusammen mit den hervorragenden Werkzeugfabrikanten durch Prüfung der Normalien dafür gesorgt, daß das L.-Gewinde wirklich einheitlich an allen Gebrauchsstellen hergestellt wird.

Seine Mängel sind: Sehr hoher Werkzeugverschleiß infolge des spitzen Winkels von  $53^{\circ} 8'$ , der gerade von den Werkzeugfabrikanten trotz gegenteiligen Interesses gegenüber den andern Systemen hervorgehoben wird. Es ist daher nur für blanke Schrauben, für die es allerdings auch nur gedacht war, zu brauchen. Bei spröden Metallen, wie Gußeisen, brechen die Gewindenkanten sehr leicht aus.

#### 5) Normales (!) Mechaniker-Gewinde (S. & H.).

Dieses Gewinde ist ein Musterbeispiel (vergl. Zahlentafel 4) für ein wildes Gewinde. Es sollte daher zur Entlastung des deutschen Elektro-Apparatebaus schnellstens ausgemerzt werden.

Auf die übrigen englischen und amerikanischen Feingewinde mit sehr spitzem Profilwinkel einzugehen, erübrigt sich unter Hinweis auf das beim Löwenherz-Gewinde Gesagte.

#### Schlüsselweiten.

Eine Normalisierung der Schlüsselweiten für Sechskant und Vierkant wird insbesondere von allen Schraubenfabrikanten für wichtiger angesehen als die Vereinheitlichung der Gewinde selbst. Eine Durcharbeitung der eingesandten Zahlentafeln, die hier unmöglich alle wiedergegeben werden können, zeigt, wie berechtigt diese Klagen sind.

Es wird darauf hingewiesen, daß die beiden großen deutschen Staatsbehörden, Marine und Eisenbahn, verschiedene Schlüsselweiten vorschreiben und daher zu doppelten Lagervorräten zwingen.

Hervorgehoben wird ferner, daß die amerikanischen Schlüsselmaße — insbesondere für die Herstellung — günstiger ausgewählt seien als die der Whitworth- und S. J.-Skalen.

Objektiv muß zugegeben werden, daß der Schlüsselnotstand brennend ist. Denn die einmal vorhandene Schraube wird und soll sehr lange halten, Schlüssel aber werden dauernd gebraucht und leicht vertauscht; dann aber wird das Sechskant verdorben. Daß die Gelegenheit dazu in jeder Werkstatt bei dem Durcheinander von Maschinen verschiedenster Herkunft täglich gegeben ist, braucht kaum hervorgehoben zu werden.

### **B) Die Stellungnahme der deutschen Industrie.**

Um die heutige Stimmung der deutschen Industrie und die tatsächlichen Zustände möglichst genau wiederzugeben, sei das Ergebnis der statistischen Erhebungen an Hand der einzelnen Fragen des Fragebogens hier niedergelegt.

*Frage 1. Die Bestrebungen des Vereines deutscher Ingenieure gehen grundsätzlich dahin, durch die Einführung eines einheitlichen Gewindes die große Unordnung, die in bezug auf die Verwendung von Gewinden besteht, aus der Welt zu schaffen und hierdurch eine Vereinfachung der Fabrikation im gesamten Maschinenbau zu ermöglichen.*

*Sind Sie mit diesem Grundgedanken einverstanden?*



Gruppierung	S. J.	Whitworth	U. S. St.	Löwenherz	davon erklären aber Anschluß an Mehrheit
allgemeiner Maschinenbau . . . . .	23	47	—	10	10
Werkzeugmaschinenbau . . . . .	32	16	—	3	3
Werften . . . . .	—	7	—	—	—
Lokomotiv- und Wagenfabriken . . . . .	5	5	—	3	—
Elektrotechnik . . . . .	8	8	—	13	2
Feinmechanik . . . . .	2	2	—	8	—
Schraubenfabriken . . . . .	2	11	2	—	—
	72	96	2	37	—

Diese Fragebeantwortung wird zusammen mit der von Frage 6 besprochen werden. Immerhin muß darauf hingewiesen werden, daß die Zahl der allerdings noch teilweise theoretischen Anhänger des S. J.-Gewindes im Wachsen ist.

Die Summe (207) der obigen Ziffern ist nicht gleich der Zahl der Beantworter; das kommt daher, daß viele gleichzeitig Whitworth und Löwenherz bzw. S. J. und Löwenherz, als sich ergänzend, befürworten.

*Frage 4. Stimmen Sie mit uns darin überein, daß unter keinen Umständen zu den vorhandenen normalen und wilden Gewindesystemen noch ein weiteres »nunmehr grundlegendes« hinzugefügt werden darf, sondern daß die Einigung auf der Grundlage eines der bereits bestehenden erprobten Systeme zu erfolgen hat?*

Diese Frage haben bejaht: 53 Maschinenfabriken, 44 Werkzeugfabriken, 5 Werften, 8 Lokomotivfabriken, 14 Elektriker, 6 Feinmechaniker, 10 Schraubenfabriken, im ganzen 140 Firmen.

Je 1 Maschinen-, Werkzeug-, Elektrotechnik- und Schraubenfabrik, im ganzen 4 Firmen erklären alle bestehenden Systeme für so verbesserungsbedürftig, daß ein ganz neues System notwendig sei.

*Frage 5. Halten Sie als Anfang den Weg für empfehlenswert, die Zollmaße durch abgerundete (Eisenbahnverwaltungen) oder auch genau umgerechnete metrische Maße zu ersetzen?*

Hier sind die Meinungen merkwürdig geteilt; es ist offenbar von vielen nicht erkannt worden, daß die Verquickung von metrischen Außenmaßen mit zölligen Steigungen ein ganz neues System vorstellt.

Gruppierung	für die Umrechnung	gegen die Umrechnung
Maschinenfabriken . . . . .	20	33
Werkzeugmaschinenfabriken . . . . .	13	32
Werften . . . . .	2	3
Lokomotivfabriken . . . . .	5	3
Elektriker . . . . .	5	9
Feinmechaniker . . . . .	4	2
Schraubenfabriken . . . . .	5	4
	54	86

Insbesondere zwei Schraubenfabriken glauben, daß die Vereinigung von dem metrischen Außenmaß mit der zölligen Whitworth-Gewindesteigung und dem Whitworth-Profil ein gangbarer Vergleichsweg wäre.

*Frage 6. Wenn Sie damit einverstanden sind, daß die Befestigungsschrauben zunächst getrennt behandelt werden, so wird gebeten, eine Tabelle der von Ihnen verwendeten Befestigungsschrauben mit Ihrer Antwort mitzusenden.*

Mit der Abtrennung der Befestigungsschrauben (vergl. S. 2, Befestigungsgewinde) sind mit Recht nur 8 Firmen einverstanden. Sehr interessant (vergl. Frage 3) ist nun das Ergebnis der zurzeit wirklich in den eigenen Betrieben verwendeten Gewindesysteme.

Gruppierung	Whitworth	S. J.	Löwenherz	Mechaniker	U. S. St.	außerdem Spezialgewinde
Maschinenfabriken . . . . .	60	10	3	—	1	1
Werkzeugmaschinenbau . . . . .	40	8	—	—	—	—
Werften . . . . .	7	—	—	—	—	2
Lokomotiv- und Wagenfabriken . . . . .	10	—	—	—	—	—
Elektrotechnik . . . . .	10	2	13	4	1	1
Feinmechanik . . . . .	2	—	7	—	—	1
Schraubenfabriken . . . . .	15	—	—	—	—	—
	144	20	23	4	2	5

Leider haben nicht alle Firmen das bei ihnen gebräuchliche System angegeben; aus der Antwort könnte man aber meist auf Verwendung von Whitworth-Gewinde schließen. Trotzdem zeigt die Statistik deutlich, deren Gesamtsumme man nicht ohne weiteres ziehen darf, weil das Löwenherz-Gewinde sich wieder bald mit Whitworth, bald mit S. J. paart, daß nicht einmal  $\frac{1}{7}$  der deutschen Firmen, also kaum 14 vH, das S. J.-Gewinde benutzt, während es laut Antworten auf Frage 3 von mehr als 40 vH doch befürwortet wird.

Alle auf den Export angewiesenen Firmen, wie Werften, Lokomotiv- und Wagenfabriken, Schraubenfabriken vollständig, allgemeiner Maschinenbau, Werkzeugmaschinenbau und Elektrotechnik in überwiegender Zahl, sind dem alten Whitworth-Gewinde selbst aber treu geblieben.

Dem für Einführung des S. J.-Gewindes eingetretenen, antragstellenden Verein deutscher Werkzeugmaschinenfabriken wird das Ergebnis, insbesondere auch bei seinen eigenen Mitgliedern, 40 für Whitworth zu 8 für S. J.-Gewinde jedenfalls besonders interessant sein.

*Frage 7. Haben Sie in Ihrem Betriebe Abnahmewerkzeuge für fertige Schrauben und Muttern?*

Die Antwort lautet fast durchweg, daß Schrauben und Muttern durch einfaches Einschrauben in Kaliberring und Kaliberdorn und die Steigung durch Vergleich mit dem Gewindedorn oder dergl. untersucht wird (vergl. oben S. 18, Abb. 27 und 30).

*Frage 8. Arbeiten Sie mit Abnahmetoleranzen, und auf welche Abmessungen der Schrauben und Muttern beziehen sich Ihre Vorschriften?*

Nur ganz wenige, allererste Fabriken arbeiten mit Abnahmetoleranzen, um Austauschbarkeit zu erzielen. Ihre Verfahren sind in Abb. 31 bis 35 und Zahlentafel 9 bis 15 auf S. 20 bis 26 bereits oben mit allen dem Berichterstatter erreichbaren Ergänzungen zusammengestellt worden.

*Frage 9. Welche Gründe würden für Sie bei der Wahl bezw. Beibehaltung des Gewindes als ausschlaggebend in Betracht kommen?*

Die Gründe sollten nach 3 Gesichtspunkten, nämlich

- a) konstruktiv-theoretisch,
- b) betriebstechnisch,
- c) kommerziell

behandelt werden.

Die Antworten zu 9a und 9b sind, verarbeitet und ergänzt, an den Anfang, an den sie ja auch gehören, gestellt worden. Sie sind im Fragebogen nur aus taktischen Gründen an den Schluß gebracht, weil der Berichterstatter annahm, daß diese Fragen erst nach einer gewissen Einarbeitung in die Fragen 1 bis 8 und auch dann nur von erfahrenen Gewindepraktikern<sup>1)</sup> beantwortet werden würden.

Es bleibt noch das Ergebnis der Umfrage zu 9c — kommerzielle Gewinde — mitzuteilen.

Allgemein werden die Kosten für eine Umwandlung als sehr hoch eingeschätzt, jedoch erklärt eine Mehrheit die Vorteile der Vereinheitlichung für größer und schwerwiegender als die Umwandlungskosten. Einzelne nennen die herrschenden Zustände geradezu unerträglich, andere — wie die Werften und Lokomotiv- und Wagenfabriken einmütig, die mit dem Auslande verkehren — erklären eine Abkehr vom Whitworth-Gewinde überhaupt als unmöglich mit Rücksicht auf den Export und den Weltverkehr.

Ueber die Höhe der Kosten gehen die Ansichten äußerst weit auseinander. Eine große Fabrik der Feinmechanik schätzt die Umwandlungskosten auf rd. 25 000 *M*, eine zufällig ebensogroße des Großmaschinenbaus gibt sie dagegen auf 300 000 *M* an.

Die Ziffern 20 000 bis 25 000 *M* sind bei mehreren Fabriken (zwischen 500 bis 4000 Arbeitern) so bis ins einzelne angegeben, daß man sie als ungefähr richtig ansehen darf. Sie verteilen sich auf

Arbeitsgewindelehren (bis 52 mm),  
Normalgewindelehren,  
Gewindeschneidbacken, Verwendung von Hand,  
» » » Maschine,  
Schneideisen,  
Gewindebohrer,  
Gewindestähle und Strehler,  
Gewindepatronen u. dergl.,  
Umspannfutter mit Gewinde usw.,  
besondere Gewinde-Werkzeuge.

Als weitere Hauptschwierigkeit wird die Notwendigkeit hervorgehoben, dauernd Ersatzteile — durchaus nicht bloß Schrauben — liefern zu müssen, wodurch die Uebergangszeit sehr stark verlängert wird und die Umwandlung selbst fast unmöglich erscheine.

#### Ausland.

Es besteht eine sehr umfangreiche Literatur in England und Amerika über den Kampf zwischen metrischem und zölligem Gewinde, der gegen eine starke Minorität vorläufig zugunsten der zölligen Systeme entschieden worden ist. Man konnte sich in beiden Ländern vor allem nicht dazu entschließen, den Zoll als Grundmaß durch das Meter zu ersetzen, und damit war auch die Gewindefrage entschieden. In England liegen die Beschlüsse, Abb. 1 und 2 und Zahlentafel 1, des »Engineering Standards Committee« vor, in dem vertreten sind:

---

<sup>1)</sup> Diese Annahme ist tatsächlich eingetroffen; den großen Werken, wie insbesondere Siemens & Halske, Siemens Schuckert-Werken, Ludw. Loewe, Carl Zeiß u. a. m. sei besonders gedankt.

The Institution of Civil Engineers,  
»       »       » Mechanical Engineers,  
»       »       » Naval Engineers,  
The Iron and Steel Institute,  
The Institution of Electrical Engineers,

das sind die wichtigsten und mächtigsten Vereinigungen.

Ein Briefwechsel mit dem National Physical Laboratory-Teddington zeitigte als wesentliches Ergebnis:

»Auch die einflußreichste internationale Versammlung, die ein anderes als das Whitworth-Gewinde mit Zollmaßen beschlösse, würde für England und seine Kolonien machtlos bleiben!«

Etwas entgegenkommender lautet die Antwort des Department of Commerce and Labor (Bureau of Standards), Washington, naturgemäß zugunsten des U. S. St. und seinen feineren Abarten (A. S. M. E. und S. A. E.). Hier ist wenigstens die Möglichkeit einer Vereinbarung offengelassen, falls ein Gewinde mit 60°-Winkel gewählt wird.

Als Literatur sei erwähnt:

Journal of the Franklin Institute, 1864; Report of Committee on Screws and Screw Threads. (Describes the U. S. Standard system.)

Transactions of the American Society of Mechanical Engineers Bd. 29 S. 91 1907; Standard Proportions for Machine Screws. (Report of Committee describing the A. S. M. E. Standard.)

Bulletin, American Institute of Mining Engineers; An article by Major William R. King criticising the U. S. Standard for some purposes.

Transactions of American Society of Mechanical Engineers Bd. 23 S. 603 1902; A Proposed Standard for Machine Screws, by C. C. Tyler.

Desgl. Bd. 24 S. 137 1902; Finer Screw Threads, by C. T. Porter.

Desgl. Bd. 30 S. 375 1908; A Comparison of Screw-Thread Standards, by Amasa Trowbridge.

Desgl. Bd. 34 S. 1035 July 1912; Taps and Screws, by F. O. Wells and H. E. Harris.

### **Schlußwort.**

Was immer beschlossen werde, soviel ist sicher und geht aus den bekannt gegebenen Erfahrungen Englands über die Durchführung des Whitworth-Gewindes seit 1906 und Amerikas über U. S. St. seit 1907, ferner der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt-Berlin über Löwenherz seit 20 Jahren hervor: Ordnung bekommt ein Land in sein oder seine Gewindesysteme nur durch eine systematische Ueberwachung der Meßverfahren. Die Grundlagen für die fabrikmäßige Herstellung stets gleicher und richtiger Gewinde müssen sein:

- 1) sorgfältige Herstellung der Normalien,
- 2) genaue Meßeinrichtungen zum Prüfen der Normalgewinde,
- 3) regelmäßige Kontrolle der in der Werkstatt im Umlauf befindlichen Gewindelehren in Zeitabschnitten, welche dem als noch zulässig ermittelten Abnutzungsgrad entsprechen.



Es würde schon ein außerordentlicher Vorteil für die deutsche Maschinenindustrie sein, wenn sie nur

die 29 Sorten S. J.-Gewinde,  
» 27 » Whitworth-Gewinde,  
» 18 » Löwenherz-Gewinde

mit etwa je 10<sup>1)</sup> Gewindebohrerwerkzeugen für einen Durchmesser hätte, also bei Vereinigung von S. J.- und L.-Gewinde höchstens  $47 \times 10 = 470$  Gewindebohrer statt der jetzt als vorhanden nachgewiesenen 2831 verwilderten Bohrerarten, die zum größten Teil durch irgendwelchen Zufall entstanden sind und nun beibehalten werden.

---

<sup>1)</sup> Höchstens werden gebraucht für jeden Durchmesser: 3 Handgewindebohrer, 3 zylindrische Grundbohrer, 1 kurzer Muttergewindebohrer, 1 langer Muttergewindebohrer, 1 Backen-Gewindebohrer für Kluppen, 1 Schneideisen-Gewindebohrer, das sind 10 Werkzeuge.

---

## Anhang.

### Liste der Firmen, die den oben genannten Fragebogen beantwortet haben.

#### A

Alexanderwerk, Remscheid.  
Alig & Baumgaertel, Aschaffenburg.  
Allgemeine Elektrizitäts-Gesellschaft, Berlin.  
Auerbach & Co., Dresden.  
Archimedes-Berlin, Breslau.

#### B

Badische Maschinenfabrik und Eisengießerei  
vorm. Sehold, Durlach.  
Carl Bauer, Cronenberg.  
Bauer & Schaurte, Neuß.  
E. Becker, Rejnickendorf.  
Benz, Mannheim.  
Bergische Werkzeugindustrie (Hentzen), Rem-  
scheid.  
Bergmann Elektrizitätswerke A.-G., Berlin.  
Berlin-Anhaltische Maschinenfabrik, Dessau.  
Berninghaus, Duisburg.  
Beth, Lübeck.  
Blancke, Merseburg.  
Bleichert, Leipzig-Gohlis.  
Blohm & Voss, Hamburg.  
Böhringer, Göppingen.  
Borsig, Tegel.  
Bosch, Stuttgart.  
Bretlung, Berlin.  
Briegleb Hansen u. Co., Gotha.  
Brown, Boveri & Cie., Baden.  
Gebr. Burgdorf, Altona.  
Butzke, Berlin.

#### C

Carl, Oberweimar.  
Carlhütte, Altwasser.  
Christoph, Niesky.  
Collet & Engelhard, Offenbach.

#### D

De Fries, Düsseldorf.  
Heinrich De Fries G. m. b. H., Düsseldorf.  
Dehne, Halle a/S.  
Deutsch-Luxemburgische Bergwerks- u. Hütten-  
A.-G., Mühlheim.  
Dresdner Maschinenfabrik und Schiffswerft,  
Uebigau.  
Deutsche Nileswerke, Oberschöneweide.  
Deutsche Waffen- u. Munitionsfabriken, Berlin-  
Wittenau.  
Dicker & Werneburg, Halle a/S.  
Droop & Rein, Bielefeld.

#### E

Eisenwerk, Nürnberg.  
Erk, Ruhla.  
Ernecke, Berlin-Tempelhof.  
Escher Wyß, Ravensburg.

#### F

Fein, Stuttgart.  
Felten & Guilleaume, Carlswerk.  
Firchow, Berlin.  
Fischer (Apparatebauanstalt), Frankfurt-Oberrad.  
Fischer & Wünsch, Dresden.  
Fitzner, Laurahütte.  
Fleck (Berliner Präzision), Berlin.  
Fleck (Holzbearbeitung), Berlin.  
Floh, Berlin.  
Fouqué & Frautz, Rottenburg.  
Framag, Großenhain.  
Frölich & Klüpfel, Unterbarmen.  
Fuess, Steglitz.  
Fürstlich Hohenzollernsche Hüttenwerke, Lau-  
cherthal.  
Funcke & Hueck, Hagen.

#### G

Garbe, Lahmeyer & Co., Aachen.  
Ganz & Co., Ratibor.  
Garvenswerke, Hannover.  
Gasmotorenfabrik, Deutz.  
General Composing, Berlin.  
Gesellschaft für Hochdruckleitungen, Berlin.  
Gutehoffnungshütte, Oberhausen.  
Gutmann, Altona.

#### H

Hahnsche Werke, A.-G., Berlin.  
Haniel & Lueg, Düsseldorf-Grafenberg.  
Hannoversche Maschinenbau-A.-G., Hannover-  
Linden.  
Hasenclever, Düsseldorf.  
Max Hasse, Berlin.  
Hasse & Wrede, Berlin.  
Hartmann & Braun, Frankfurt a/M.  
Rich. Hartmann, Chemnitz.  
Hauboldt, Chemnitz.  
Heidenreich & Harbeck, Hamburg.  
Hein, Lehmann & Co., Berlin.  
Gebr. Heinemann, St. Georgen.  
Heymer & Pflz, Meuselwitz.  
Gebr. Heyne, Offenbach.

Hohenzollern, A.-G. für Lokomotivbau, Düsseldorf-Grafenberg.  
Theodor Horn, Leipzig.  
Howaltswerke, Kiel.  
Humboldt, Kalk bei Köln a/Rh.  
Hürxthal, Remscheld.

### I

Isaria Zählerwerke, München.

### J

C. H. Jäger, Leipzig.  
O. & H. Jäger, Schwabach.  
Jünkerather Gewerkschaft, Jünkerath.  
Junghans, Schramberg.

### K

Karcher, Beckingen.  
Karieshammer, Braunschweig.  
Kalker Werkzeugmaschinenfabrik, Kalk.  
Keiser & Schmidt, Berlin.  
Kircheis, Aue.  
Kirsch, Aschaffenburg.  
Klein, Schanzlin & Becker, Frankenthal.  
Körting, Hannover.  
Körting & Mathlissen, Leutzsch.  
Kohl, Chemnitz.  
Ernst Kraus & Co., Wien.  
Friedr. Krupp A.-G., Germaniawerft, Kiel.  
Kühnle, Kopp & Kausch, Frankenthal.

### L

Land- und Seekabelwerke, Köln-Nippes.  
Heinrich Lanz, Mannheim.  
Leipziger Werkzeugmaschinenfabrik, Leipzig.  
Linke-Hofmann-Werke, Breslau.  
Ludwig Loewe, Berlin.  
Lorenz, Etlingen.  
Losenhausen, Düsseldorf.  
Lübecker Maschinenbau-A.-G., Lübeck.  
Luther, Braunschweig.

### M

J. A. Maffei, München.  
Magdeburger Werkzeugmaschinenfabrik, Magdeburg.  
Maihak, Hamburg.  
Mannesmannröhrenwerke, Düsseldorf.  
Mannstädt, Köln-Kalk.  
Maschinenfabrik Augsburg-Nürnberg, Werk  
Nürnberg.  
» Augsburg-Nürnberg, Werk  
Augsburg.  
» Balleke, Frankenthal.  
» Beck & Henckel, Kassel.  
» Buckau, Magdeburg.  
» Germania, Chemnitz.  
» Hübener & Meyer, Wien.  
» Paucksch, Landsberg a/W.  
Mayer & Schmidt, Offenbach.  
Metz, Karlsruhe.  
Rud. Otto Meyer, Berlin.  
Mix & Genest, Berlin.

### N

Norma-Kompagnie, Cannstatt.

### O

Oecking, Düsseldorf.  
Offenbacher Schraubenindustrie, Mülheim.  
Orenstein & Koppel, Berlin.

### P

Paß & Schlauder, Schramberg.  
Peerboom & Schürmann, Düsseldorf.  
Pels, Erfurt-Ilversgehofen.  
Phoenizia, Elsterwerda.  
Julius Pintsch, Berlin.  
Poensgen, Köln.  
Pokorny & Wittkind, Frankfurt a/M.  
Polysius, Dessau.

### R

Reichelt, Finsterwalde.  
Reinecker, Chemnitz.  
Reißhauer, Zürich (Hammel).  
Cl. Riefler, Nesselwang.  
Riehm & Söhne, Berlin.  
Rittershaus & Blecher, Barmen.

### S

Sauter & Messner, Aschaffenburg.  
Schenk, Darmstadt.  
Schichau, Elbing.  
Schieß, Düsseldorf.  
Schlenker & Kienzle, Schweningen.  
Friedr. Schmaltz, Offenbach.  
Gebr. Schmaltz, Offenbach.  
Schmidt & Haensch, Berlin.  
Schöning, Berlin.  
Schubert & Salzer, Chemnitz.  
Schuhmacher, Luckenwalde.  
Schuler, Göppingen.  
Schumann, Düsseldorf.  
Schönhuth, Stuttgart-Cannstatt.  
Schorch, Rheydt.  
Schwartzkopff, Reinickendorf.  
Franz Seiffert & Co., Eisenspalterei, Wolfswinkel.  
Siemens & Halske, Wernerwerk, Nonnendamm.  
Siemens Schuckert-Werke, Berlin.  
Eugen Simon, Berlin.  
Steinle & Hartung, Quedlinburg.  
Ad. Steiner, Berlin.  
Stelzner, Berlin.  
Sudicatis, Berlin.  
Sürther Maschinenfabrik, Sürth.  
Gebr. Sulzer, Winterthur.

### T

Talbot, Aachen.  
Thyssen, Mülheim.  
Tiegler, Duisburg.

### U

Ulmann, Bamberg.

### V

Verband Deutscher Zentralheizungsindustrieller,  
Berlin.  
Vogel & Schemmann, Kabel.  
Voigt & Heffner, Frankfurt.  
J. M. Voith, Heidenheim.  
Vulkan, Maschinenfabrik, Wien.  
Vulkan-Werke, Hamburg.

**W**

Richard Weber, Berlin.  
Wells Brothers Company, Greenfield, Mass.  
Werdauer Meßwerkzeugfabrik, Werdau.  
Werkzeugmaschinenfabrik Union, Chemnitz.  
Act.-Ges. Weser, Bremen.  
Gebr. Wetzels, Leipzig.

R. Wolf, Magdeburg.  
Wülfel, Wülfel.

**Z**

Carl Zeiss, Jena.  
Zwickauer Maschinenfabrik, Zwickau, Sa.  
Zwietusch & Co., Berlin.