

An eingängigen Schrauben, Abb. 323 und 324, wird das Gewinde durch einen einzigen schraubenförmig umlaufenden Querschnitt gebildet, wie die gewöhnlichen Befestigungsschrauben zeigen; zwei- und mehrgängige Schrauben entstehen, wenn zwei oder mehr Querschnitte zur Erzeugung nötig sind, die parallelen Schraubenlinien folgen, Abb. 327.

Die zeichnerische Darstellung des Gewindes geschieht zweckmäßig und in Übereinstimmung mit DIN 27 unter Angabe der Gewindetiefe durch eine gestrichelte Linie. Außen- oder Innengewinde können dabei leicht unterschieden, und zwar das erste durch eine kräftige Außen-, eine dünne, ge-

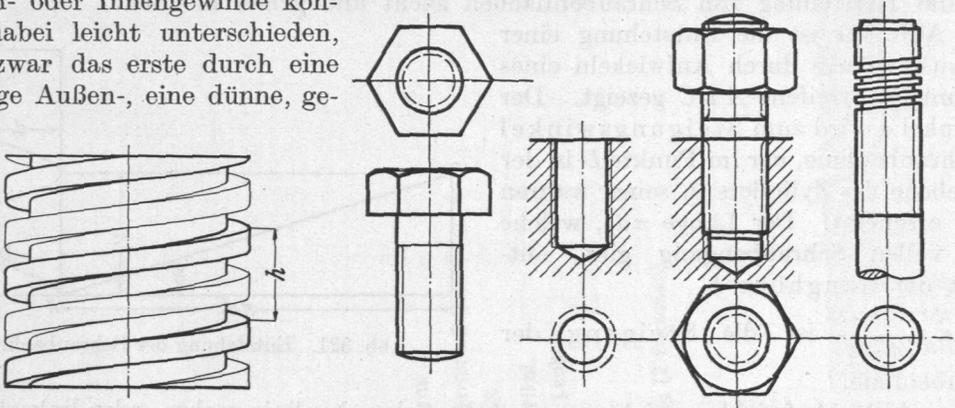


Abb. 327. Doppelgängige Schraube.

Abb. 328—331. Zeichnerische Darstellung von Gewinden.

strichelte Innenlinie, Abb. 328, gekennzeichnet werden entsprechend seiner Herstellung, bei der zunächst der Bolzen auf den Außendurchmesser abgedreht und dann mit Gewinde versehen wird. Innengewinde, Abb. 329, wird umgekehrt durch eine starke Innen- und eine dünne Außenlinie wiedergegeben, da zunächst das Loch dem Kerndurchmesser nach gebohrt, und dann das Gewinde in die Wandung eingeschnitten wird. Ist eine Schraube in einen anderen Teil eingeschraubt darzustellen, Abb. 330, so pflegt der Bolzen nicht geschnitten und deshalb hervorgehoben zu werden. Bei Sondergewinden empfiehlt es sich, einige Gänge zu zeichnen, um die Art des Gewindes rasch erkennbar zu machen, Abb. 331.

Die Schrauben, als die wohl am häufigsten benutzten Maschinenteile, sind schon früh genormt worden [V, 1]. In Deutschland sollen zu Befestigungsschrauben fortan nur noch zwei Gewindearten: a) das Whitworth-, b) das metrische Gewinde gebraucht werden, Formen, die auch im Auslande weite Verbreitung haben und neben welchen noch c) das in Amerika allgemein eingeführte U.S.St.-Gewinde in Betracht kommt, so daß in der gesamten Technik fortan mit drei Gewindearten gerechnet werden muß.

## II. Die Gewindeformen.

### A. Das Whitworth-Gewinde.

Das Whitworth-Gewinde, in England durchweg, aber auch in Deutschland vorwiegend verwandt, gründet sich auf das Zollmaß und benutzt als Gewindequerschnitt ein gleichschenkliges Dreieck von  $55^\circ$  Spitzenwinkel, Abb. 332. Die Gänge sind außen und im Grunde so abgerundet, daß je ein Sechstel der Dreieckshöhe  $t_0 = 0,96 h$  wegfällt, daß also eine wirkliche Gewindetiefe  $t = 0,64 h$  entsteht, wenn  $h$  die Ganghöhe bedeutet. Die Mutter soll die Schraube passend umschließen.

Die in der folgenden Zusammenstellung 59 aufgeführten normalen Schrauben werden nach dem Außendurchmesser  $d$ , in englischen Zollen gemessen, benannt und in Abstufungen hergestellt, die bei kleineren Schrauben um je  $\frac{1}{16}''$ , dann um  $\frac{1}{8}''$ , bei größeren um  $\frac{1}{4}''$  steigen. Die Gangzahl ist auf einen Zoll bezogen und nimmt mit zunehmendem Durchmesser ab. Zwischen  $d = \frac{1}{4}$  bis  $6''$  beträgt die Ganghöhe  $h = \frac{1}{5} \dots \frac{1}{15} d$ .

Störend für deutsche Verhältnisse ist die Benutzung des Zollmaßes; ein Nachteil besteht in der schwierigen Herstellung der vorgeschriebenen Abrundungen. Die Werkzeuge nutzen sich vor allem an den Spitzen ab, geben damit ungenaue Gewindeformen und nicht zueinander passende Muttern und Schrauben.

Diesen Übelstand hatte der Normenausschuß der Deutschen Industrie durch das Whitworth-Gewinde mit Spitzenspiel der DIN 12 zu beseitigen versucht, in der Absicht, vor allem eine bessere Flankenanlage zu sichern. Die Ausführung derartiger Schrauben verschlechterte jedoch, namentlich bei schwarzen Schrauben, das Aussehen, weil die Außenhaut des Schraubeneisens an den Gewindespitzen der Bolzen erhalten und infolge nicht zu vermeidender Unrundheit des Eisens in verschiedener Breite sichtbar bleibt.

Dieser Mangel soll dadurch behoben werden, daß für das Whitworth-Gewinde nach DIN 11 Toleranzen festgelegt werden, durch die praktisch ein Spitzenspiel entsteht. Das Whitworth-Gewinde mit Spitzenspiel der DIN 12 wird daher nur als Konstruktionsgewinde an ganz bearbeiteten Schrauben Bedeutung gewinnen, bietet aber den nicht unwichtigen Vorteil, daß es in manchen Fällen wegen geringerer Außendurchmesser mit kleineren Paßdurchmessern auszukommen gestattet. Bei 1" Durchmesser des Gewindes ohne Spitzenspiel nach DIN 11 ist der nächst größere Normaldurchmesser 26 mm, bei 1" Gewinde mit Spitzenspiel nach DIN 12 dagegen 25 mm. Am 2" Gewinde sind die entsprechenden Zahlen 52 und 50 mm.

Die Einführung des Whitworth-Gewindes mit Spitzenspiel an Stelle des älteren ist ohne Störung und Schwierigkeit derart möglich, daß beliebige verbrauchte Werkzeuge durch solche der neuen Art ersetzt werden. Auf Zeichnungen wird es durch den Zusatz *m Sp* besonders hervorgehoben. Die Hauptmaße beider Gewinde gibt Zusammenstellung 59 wieder, zu der bemerkt sei, daß die eingeklammerten Gewinde möglichst nicht verwendet und daß als Ersatz für Schrauben unter 1/2" die entsprechenden metrischen genommen werden sollen.

Für Zeichnungen von Eisenbauwerken sind nach DIN 139 die folgenden Sinnbilder, die zum Unterschied von den Nietbildern durch ein schräges Strickkreuz gekennzeichnet sind, festgelegt worden.

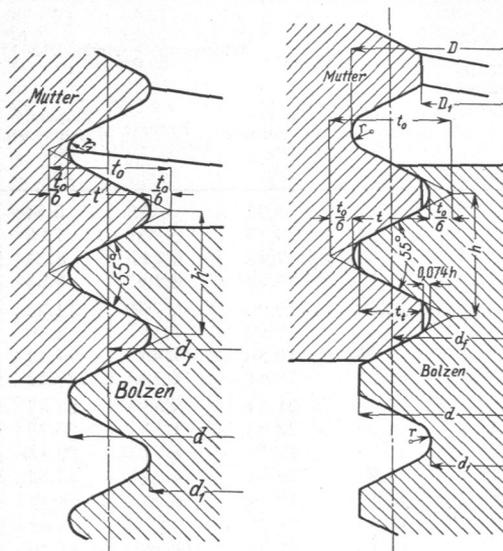


Abb. 332. Whitworth-Gewinde.

Abb. 333. Whitworth-Gewinde mit Spitzenspiel nach DIN 12.

Durchmesser . .	5/16"	3/8"	1/2"	5/8"	3/4"	7/8"	1"	1 1/8" und größer
	8 mm	10 mm						
Sinnbild . . . .								Kreis mit Maßangabe z. B.

Rohrgewinde. Zur Verbindung von schmiedeeisernen Rohren durch Muffen und Nippel ist das normale Whitworth-Gewinde wegen seiner großen Gangtiefe ungeeignet. Das dafür ausgebildete Rohrgewinde benutzt dieselbe Querschnittform, hat aber mehr Gänge auf den Zoll, um ein feineres Gewinde und damit eine geringere Schwächung des Rohres zu erzielen. Die Bezeichnung des Gewindes geht vom lichten Durchmesser des Gasrohres in englischen Zollen aus, nicht vom Außendurchmesser des Gewindes und hat somit den Nachteil, keine unmittelbare Vorstellung über die Größe des letzteren zu geben.

1903 war durch Vereinbarung zwischen den in Betracht kommenden deutschen Verbänden und Vereinen der äußere Durchmesser der Rohre und des zugehörigen „Gasgewinde“ in Millimetern festgelegt worden und 1913 hatten sich die meisten Länder auf ein einheitliches, auf gleicher Grundlage aufgebautes Gewinde geeinigt. Seine Einführung wurde jedoch durch den Krieg und den Beschluß Amerikas, ein eigenes Gewinde aufzustellen, vereitelt.

Zusammenstellung 59.

Nenn- durch- messer	Whitworth-Gewinde DIN 11						Whitworth- Gewinde mit Spitzenspiel DIN 12	DIN 475	DIN 931	DIN 934	Nenn- durch- messer
	Gewinde- durchmesser $d$	Kern- durchmesser $d_1$	Kern- querschnitt	Flanken- durchmesser $d_f$	Gang- zahl auf 1 Zoll $z$	Tragtiefe $t$					
	engl. Zoll	mm	mm	cm <sup>2</sup>	mm	mm	mm	mm	mm	mm	
1/4''	6,35	4,72	0,175	5,54	20	0,625	6,16	11	5	5,5	1/4''
5/16''	7,94	6,13	0,295	7,03	18	0,695	7,73	14	6	6,5	5/16''
3/8''	9,53	7,49	0,441	8,51	16	0,782	9,29	17	7	8	3/8''
(7/16'')	11,11	8,79	0,607	9,95	14	0,893	10,84	19	8	9,5	(7/16)''
1/2''	12,70	9,99	0,784	11,35	12	1,04	12,39	22	9	11	1/2''
5/8''	15,88	12,92	1,31	14,40	11	1,14	15,53	27	11	13	5/8''
3/4''	19,05	15,80	1,96	17,42	10	1,25	18,68	32	13	16	3/4''
7/8''	22,23	18,61	2,72	20,42	9	1,39	21,81	36	16	18	7/8''
1''	25,40	21,34	3,58	23,37	8	1,56	24,93	41	18	20	1''
1 1/8''	28,58	23,93	4,50	26,25	7	1,79	28,04	46	20	22	1 1/8''
1 1/4''	31,75	27,10	5,77	29,43	7	1,79	31,21	50	22	25	1 1/4''
1 3/8''	34,93	29,51	6,84	32,22	6	2,08	34,30	55	24	28	1 3/8''
1 1/2''	38,10	32,68	8,39	35,39	6	2,08	37,48	60	27	30	1 1/2''
1 5/8''	41,28	34,77	9,50	38,02	5	2,50	40,53	65	30	32	1 5/8''
1 3/4''	44,45	37,95	11,31	41,20	5	2,50	43,70	70	32	35	1 3/4''
(1 7/8'')	47,63	40,40	12,82	44,01	4 1/2	2,78	46,79	75	34	38	(1 7/8)''
2''	50,80	43,57	14,91	47,19	4 1/2	2,78	49,97	80	36	40	2''
2 1/4''	57,15	49,02	18,87	53,09	4	3,13	56,21	85	—	45	2 1/4''
2 1/2''	63,50	55,37	24,08	59,44	4	3,13	62,56	95	—	50	2 1/2''
2 3/4''	69,85	60,56	28,80	65,21	3 1/2	3,57	68,78	105	—	55	2 3/4''
3''	76,20	66,91	35,16	71,56	3 1/2	3,57	75,13	110	—	60	3''
3 1/4''	82,55	72,54	41,33	77,55	3 1/4	3,85	81,40	120	—	65	3 1/4''
3 1/2''	88,90	78,89	48,89	83,90	3 1/4	3,85	87,75	130	—	70	3 1/2''
3 3/4''	95,25	84,41	55,96	89,83	3	4,17	94,00	135	—	75	3 3/4''
4''	101,60	90,76	64,70	96,18	3	4,17	100,35	145	—	80	4''
4 1/4''	107,95	96,64	73,35	102,30	2 7/8	4,35	106,65	155	—	85	4 1/4''
4 1/2''	114,30	102,99	83,31	108,65	2 7/8	4,35	113,00	165	—	90	4 1/2''
4 3/4''	120,66	108,83	93,01	114,74	2 3/4	4,55	119,29	175	—	95	4 3/4''
5''	127,01	115,18	104,2	121,09	2 3/4	4,55	125,64	180	—	100	5''
5 1/4''	133,36	120,96	114,9	127,16	2 5/8	4,76	131,92	190	—	105	5 1/4''
5 1/2''	139,71	127,31	127,3	133,51	2 5/8	4,76	138,27	200	—	110	5 1/2''
5 3/4''	146,06	133,04	139,0	139,55	2 1/2	5,00	144,55	210	—	115	5 3/4''
6''	152,41	139,39	152,6	145,90	2 1/2	5,00	150,90	220	—	120	6''

Die Größen  $d$ ,  $d_1$ ,  $d_f$  und  $t$  sind in den Normen auf  $\frac{1}{1000}$  mm, die Kernquerschnitte auf  $\frac{1}{1000}$  cm<sup>2</sup> genau angegeben.

Bei einer Rückfrage des Normenausschusses der deutschen Industrie verlangten die das Gewinde vorwiegend benutzenden Firmen, daß an dem englischen Normalgewinde festgehalten werden sollte. Dieses wurde deshalb in der DIN 259 unter der neuen Bezeichnung „Rohrgewinde“ bis zu 18'' lichtigem Rohrdurchmesser als deutsche Norm anerkannt. Zusammenstellung 60 gibt die Maße bis zu 6'' Durchmesser im Auszug wieder.

Die Gewinde an Rohren sollen in erster Linie dicht, in zweiter aber auch imstande sein, die Längskräfte in den Rohrwandungen zu übertragen. Dichtigkeit wird entweder unmittelbar erreicht, dadurch, daß das Gewinde an den Rohrenden schwach kegelig geschnitten wird, so daß sich die Gänge beim Ineinanderschrauben in radialer Richtung scharf ineinanderpressen oder mittelbar durch Einlegen besonderer Dichtmittel in die

## Zusammenstellung 60. Whitworth-Rohrgewinde.

Nenn Durchmesser und Bezeichnung		Gangzahl auf 1 Zoll	Ohne Spitzenspiel nach DIN 259		Mit Spitzenspiel nach DIN 260 Gewindedurchmesser <i>d</i> mm
Zoll	gerundet mm		Gewinde- durchmesser <i>d</i> mm	Kern- durchmesser <i>d</i> <sub>1</sub> mm	
<i>R</i> 1/8''	10	28	9,73	8,57	<i>R</i> 1/8'' m Sp 9,59
<i>R</i> 1/4''	13	19	13,16	11,45	<i>R</i> 1/4'' ,, ,, 12,96
<i>R</i> 3/8''	17	19	16,66	14,95	<i>R</i> 3/8'' ,, ,, 16,47
<i>R</i> 1/2''	21	14	20,96	18,63	<i>R</i> 1/2'' ,, ,, 20,69
<i>R</i> 5/8''	23	14	22,91	20,59	<i>R</i> 5/8'' ,, ,, 22,64
<i>R</i> 3/4''	26	14	26,44	24,12	<i>R</i> 3/4'' ,, ,, 26,17
<i>R</i> 7/8''	30	14	30,20	27,88	<i>R</i> 7/8'' ,, ,, 29,93
<i>R</i> 1''	33	11	33,25	30,29	<i>R</i> 1'' ,, ,, 32,91
( <i>R</i> 1 1/8'')	38	11	37,90	34,94	( <i>R</i> 1 1/8'') ,, ,, 37,56
<i>R</i> 1 1/4'')	42	11	41,91	38,95	<i>R</i> 1 1/4'') ,, ,, 41,57
( <i>R</i> 1 3/8'')	44	11	44,33	41,37	( <i>R</i> 1 3/8'') ,, ,, 43,98
<i>R</i> 1 1/2'')	48	11	47,81	44,85	<i>R</i> 1 1/2'') ,, ,, 47,46
<i>R</i> 1 3/4'')	54	11	53,75	50,79	<i>R</i> 1 3/4'') ,, ,, 53,41
<i>R</i> 2''	60	11	59,62	56,66	<i>R</i> 2'' ,, ,, 59,27
<i>R</i> 2 1/4'')	66	11	65,71	62,76	<i>R</i> 2 1/4'') ,, ,, 65,37
<i>R</i> 2 1/2'')	75	11	75,19	72,23	<i>R</i> 2 1/2'') ,, ,, 74,85
<i>R</i> 2 3/4'')	82	11	81,54	78,58	<i>R</i> 2 3/4'') ,, ,, 81,20
<i>R</i> 3''	88	11	87,89	84,93	<i>R</i> 3'' ,, ,, 87,55
<i>R</i> 3 1/4'')	94	11	93,98	91,03	<i>R</i> 3 1/4'') ,, ,, 93,64
<i>R</i> 3 1/2'')	100	11	100,33	97,38	<i>R</i> 3 1/2'') ,, ,, 99,99
<i>R</i> 3 3/4'')	107	11	106,68	103,73	<i>R</i> 3 3/4'') ,, ,, 106,34
<i>R</i> 4''	113	11	113,03	110,08	<i>R</i> 4'' ,, ,, 112,69
<i>R</i> 4 1/2'')	126	11	125,74	122,78	<i>R</i> 4 1/2'') ,, ,, 125,39
<i>R</i> 5''	138	11	138,44	135,48	<i>R</i> 5'' ,, ,, 138,09
<i>R</i> 5 1/2'')	151	11	151,14	148,18	<i>R</i> 5 1/2'') ,, ,, 150,79
<i>R</i> 6''	164	11	163,84	160,88	<i>R</i> 6'' ,, ,, 163,49
<i>R</i> 1 5/8'' <sup>(1)</sup>	53	11	52,89	49,93	<i>R</i> 1 5/8'' <sup>(1)</sup> ,, ,, 52,54
<i>R</i> 2 3/8'' <sup>(1)</sup>	69	11	69,40	66,44	<i>R</i> 2 3/8'' <sup>(1)</sup> ,, ,, 69,06

<sup>1)</sup> Die Werte sind im englischen Original nicht enthalten und daher möglichst zu vermeiden.

Die Größen *d* und *d*<sub>1</sub> sind in den Normen auf  $\frac{1}{1000}$  mm genau angegeben.

Gewindegänge, z. B. mit Mennige getränkter Hanffäden, oder schließlich durch Enddichtungen, d. i. durch Einbau einer Dichtung am Muffenende, die durch eine Gegenmutter gehalten und angepreßt wird. An Fittingsanschlüssen schreibt DIN 2999 einen Kegel 1:16 vor, wobei der Gewindedurchmesser in einem bestimmten Abstände vom Rohrende gleich dem des normalen zylindrischen Rohrgewindes sein und die normale Gangform der DIN 259 senkrecht zum Kegelmantel stehen soll.

Wegen der geringen Gewindetiefe findet das Rohrgewinde oft auch anderweitig Verwendung: so z. B. an Kolbenstangen, um den Stangenquerschnitt möglichst wenig durch das Gewinde für die Kolbenmutter zu schwächen und um die Kerbwirkung zu vermindern. Denn Stahl und Flußeisen sind bei tiefen und scharfen Eindrehungen, wie sie das gewöhnliche Whitworth-Gewinde mit sich bringt, sehr empfindlich gegen plötzliche und stoßweise Belastungen. Aus dem gleichen Grunde empfiehlt es sich, Feingewinde auch an den Schrauben der offenen Schubstangenköpfe zu verwenden. Für solche Fälle ist in der DIN 260 ein Whitworth-Rohrgewinde mit Spitzenspiel geschaffen worden, das zweckmäßigerweise auch überall da angewendet wird, wo auf die Dichtheit kein Wert zu legen ist oder wo die Abdichtung außerhalb des Gewindes erfolgen kann. Auf den Zeichnungen werden die Whitworth-Rohrgewinde durch ein vorgesetztes *R* von den andern Gewinden unterschieden: z. B. *R* 4'' und *R* 4'' m Sp.

Ein Vergleich zwischen dem Befestigungs- und dem Rohrgewinde bieten die beiden folgenden Beispiele, die sich auf Gewinde annähernd gleichen Außendurchmessers beziehen:

	Durchmesser mm	Gangzahl/1''	Gewindetiefe mm
$\left\{ \begin{array}{l} 1/2'' \\ R\ 1/4''\ m\ Sp \end{array} \right.$	12,70	12	1,36
	12,96	19	nur 0,75
$\left\{ \begin{array}{l} 4'' \\ R\ 3 1/2'' \end{array} \right.$	101,60	3	5,42
	100,33	11	nur 1,48

Als eigentliches Konstruktionsgewinde ist das Rohrgewinde seiner verhältnismäßig großen Sprünge in bezug auf den Außendurchmesser nicht immer geeignet. Deshalb wurden in den DIN 239 und 240 zwei Whitworth-Feingewinde Nr. 1 und 2 aufgestellt, deren Außendurchmesser in Millimetern festgelegt sind, deren Gangzahl sich aber naturgemäß auf den Zoll bezieht. Dabei ist hervorzuheben, daß die größeren Durchmesser absichtlich von den Normaldurchmessern der deutschen Industrie um je 1 mm nach unten abweichen, also die Endziffern 4 und 9 aufweisen, um das Gewinde gegenüber den anschließenden Wellenstücken mit normalen Durchmessern etwas zurücktreten zu lassen und beim Aufschieben von Teilen durch ein darüber gelegtes dünnes Blech schützen zu können. Zudem ist es dadurch vielfach möglich, mit geringeren Konstruktionsdurchmessern auszukommen. Hätte das Gewinde im Falle *b* der Abb. 334 100 mm Durchmesser, so müßte die Sitzstelle der Scheibe, falls diese mit Festsitz aufgebracht werden soll, 105 mm Durchmesser bekommen; andernfalls würde das Gewinde beim Aufbringen beschädigt werden. Mit 100 mm Durchmesser kommt man aber im Falle *a* aus. Bis 80 mm Durchmesser sind die Normaldurchmesser zugrunde gelegt, weil dieselben in dem Bereich genügend fein abgestuft sind und weil es dadurch möglich war, in Übereinstimmung mit dem in der Schweiz und in Frankreich schon festgelegten Gewinde zu bleiben. Auf Wunsch der Industrie hat auch das Whitworth-Feingewinde Spitzenspiel bekommen; da aber der Einheitlichkeit wegen der Außendurchmesser des Muttergewindes als Durchmesser gilt, weicht der Außendurchmesser des Bolzendurchmessers vom Nennmaß etwas ab. Bezeichnet wird das Whitworth-Feingewinde durch ein vorgesetztes *W* und das Produkt des Außendurchmessers in Millimetern und der Steigung, in Teilen eines Zolles ausgedrückt:  $W\ 60 \cdot 1/6''$ .

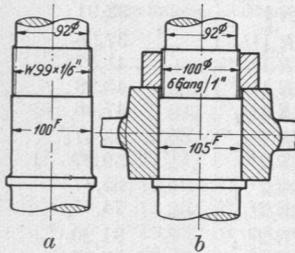


Abb. 334. Zur Ausbildung des Whitworth-Feingewindes.  
M. 1:10.

## B. Das Metrische Gewinde.

In den Ländern, die das metrische Maß eingeführt hatten, waren seit langem Bestrebungen im Gange, auch ein Gewinde auf dieser Grundlage zu schaffen. Nach langwierigen Vorarbeiten wurde schließlich in Zürich zwischen Vertretern der deutschen, französischen und schweizer Industrie (Verein deutscher Ingenieure, Société d'encouragement pour l'industrie nationale und Verein schweizerischer Maschinenindustrieller) das S.-I.-Gewinde (Système International) vereinbart und 1898 von einem internationalen Kongreß angenommen. Es erfreut sich zunehmender Verbreitung.

Die Grundlage bildet ein gleichseitiges Dreieck, Abb. 335, so daß Flankenwinkel von  $60^\circ$  entstehen. An den vorspringenden Kanten ist das Gewinde um  $1/8$  der Dreieckshöhe abgeflacht und zur leichteren Herstellung der tragenden Flanken mit Spitzenspiel  $a = 0,045 h$  unter Ausrundung des Grundes versehen. Die wirkliche Gangtiefe wird dabei  $t = 0,6945 h$ , die Tragtiefe  $t_t = 3/4 \cdot t_0 = 0,65 h$ . Die Durchmesser  $d$ , über den abgestumpften Kanten des Vollgewindes gemessen, sowie die Ganghöhen sind in Millimetern festgelegt.

Die oben erwähnten internationalen Vereinbarungen bezogen sich auf Gewindedurchmesser zwischen 6 und 80 mm. Durch den Normenausschuß der deutschen Industrie