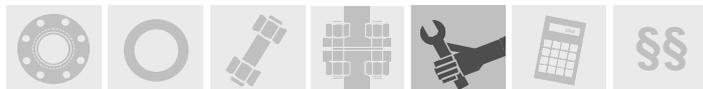


### ● Technische Information



### ● Unterlegscheiben (U-Scheiben)

Schraubenverbindungen sind hoch komplexe Systeme, die Verwendung von Unterlegscheiben macht die Sache nicht einfacher und sollte wohl durchdacht werden. Die Diskussion über die erforderliche Verwendung von Unterlegscheiben ist oft eher emotional statt sachlich Begründet geführt. Im Folgenden möchte ich etwas zur Aufklärung und damit zu einer besseren Entscheidungsfindung beitragen.

Tab.1: Übersicht der Normen und Anwendungsbereiche für Unterlegscheiben				
© Peter Thomsen, D-28211 Bremen				
Normen/Regel		Anmerkungen	Werkstoffe	
aktuell	alt		schwarz	weiß
DIN EN ISO 7089	DIN 125 Teil 1+2 <i>(bis 2000)</i>	nur alte Form A ohne Fase		
		Härteklasse HV 200 für Festigkeitsklasse ≤ 8.8	X	X
		Härteklasse HV 300 für Festigkeitsklasse ≤ 10.9	X	
DIN EN ISO 7090	<i>(bis 2000)</i>	nur alte Form B mit Fase		
		Härteklasse HV 200 für Festigkeitsklasse ≤ 8.8	X	X
		Härteklasse HV 300 für Festigkeitsklasse ≤ 10.9	X	
DIN EN ISO 7091	DIN 126 <i>(bis 2000)</i>	für Schrauben niedriger Festigkeitsklasse ≤ 6.8	X	
DIN EN ISO 7092	DIN 433 Teil 1+2 <i>(bis 2000)</i>	für Zylinderschrauben (Innensechskantschrauben) kleinere AußenØ		
		Härteklasse HV 200 für Festigkeitsklasse ≤ 8.8	X	X
		Härteklasse HV 300 für Festigkeitsklasse ≤ 10.9	X	
DIN EN ISO 7093-1	DIN 9021 <i>(bis 2000)</i>	für weiche Bauteile oder zu große Schraubenlöcher größerer AußenØ, Platz auf den Flanschen beachten		
		Härteklasse HV 200 für Festigkeitsklasse ≤ 8.8	X	X
		Härteklasse HV 300 für Festigkeitsklasse ≤ 10.9	X	
DIN EN ISO 7093-2		für weiche Bauteile oder zu große Schraubenlöcher größerer AußenØ für Schrauben niedriger Festigkeitsklasse ≤ 6.8 Platz auf den Flanschen beachten	X	
DIN EN ISO 7094	DIN 440 <i>(bis 2000)</i>	für sehr weiche Bauteile (Holz, Kunststoff) große AußenØ für Schrauben niedriger Festigkeitsklasse ≤ 6.8	X	
DIN EN 14399-5		ohne Fasen für HV Schrauben M12 - M36	X	
DIN EN 14399-5 und -6	DIN 6916 <i>(bis 2006)</i>	mit Fasen für HV Schrauben M12 - M36	X	
DASt-Richtlinie 021		für HV-Schrauben M39 bis M72 mit Fasen	X	
ASME PCC-01-2012, Anhang M, Tab. M-3		für metrische Schrauben, große Ø, relativ dünn	X	X
ASME PCC-01-2012, Anhang M, Tab. M-4		für zöllige (imperiale) Schrauben, große Ø, relativ dünn	X	X

Unterlegscheiben werden üblicherweise auch mit „U-Scheiben“ bezeichnet. Zunehmend findet man auch die Begriffe „Unterlagscheiben“ und „Beilagscheiben“. Das erinnert ein wenig an die Diskussionen um „Schraubenzieher und Schraubendreher“ und „Zollstock und Gliedermessstab“.

Sie finden Verwendung, um die Auflagefläche vor Schäden durch Reibung (Fressen) zu schützen, zur Verbesserung der Montage an schon beschädigten Mutterauflageflächen und um, bei größeren Löchern als vorgesehen (ISO 7093-1+2, ex DIN 9021), die Kräfte von der Mutter zur Auflagefläche zu übertragen.

Die VDI 2200:2007-07 verlangt in Absatz 6.1 den grundsätzlichen Einsatz von Unterlegscheiben. Nach ASME PCC-1-2010 ist die Verwendung optional. Für die Verspannung von Bauteilen mit niedriger Festigkeit sollten U-Scheiben mit größerem Durchmesser verwendet werden, z. B: nach ISO 7093-1+2 (ex DIN 9012 oder ISO 7094 (ex DIN 440)). Die Tabelle (Tab.1) gibt eine Übersicht. Sie zeigt eine Übersicht der üblichen Normen zu Unterlegscheiben, zusätzlich zeigt sie die seit Jahrzehnten zurückgezogenen alten Normen die immer noch Verwendung finden. Wie auch bei den Schrauben halten sich die alten Normen hartnäckig. Man zieht eine Zuordnung der Härteklasse zu den Schraubenfestigkeiten für Unterlegscheiben aus Stahl „schwarz“ und Edelstahl „weiß“. In den Normen findet man keine Hinweise zur Kennzeichnung.

Unterlegscheiben gibt es in verschiedenen Ausführungen (Abb.1). Die Verwendung von Standardunterlegscheiben ISO 7089 und 7090 (ex DIN 125 Form A und B) ist üblich. Es ist oft besser die HV-Scheiben EN 14399-6 (ex DIN 6916) wegen ihrer höheren Festigkeit und größeren Dicke zu nutzen.

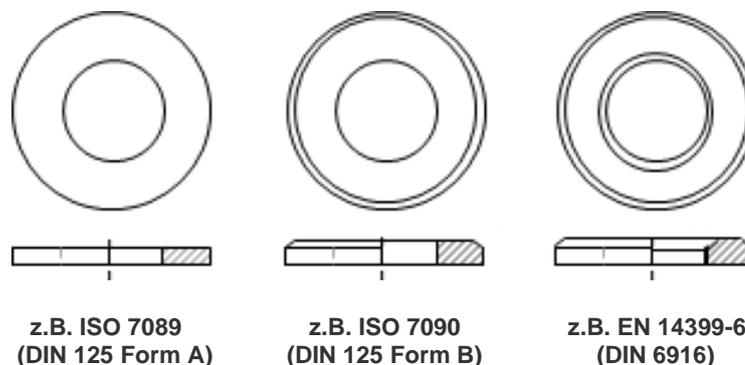


Abb.1: U-Scheiben ohne, mit Außenfase und mit 2 Fasen (HV-U-Scheiben)  
© Peter Thomsen, D-28211 Bremen

Im Anhang M der ASME PCC-1-2010 (aus unserer lizenzierten Übersetzung ins deutsche) wird folgendes geschrieben:

Zitat:

**Die Verwendung von Unterlegscheiben an verschraubten genormten Stahlflanschverbindungen ist optional.** Es ist jedoch allgemein anerkannt, dass die Verwendung von durchgehärteten Stahl-Unterlegscheiben die Umsetzung von Eingangsdrehmoment in Schraubenspannung unterstützt, indem eine glatte und reibungsarme Auflagefläche für die Mutter geschaffen wird. Unterlegscheiben schützen die Kontaktfläche des Flansches vor Beschädigung durch eine sich drehende Mutter. Dies sind wichtige Überlegungen, wenn Drehmomentverfahren (entweder manuell oder hydraulisch) zum Anziehen der Schrauben verwendet werden.

Dieser Anhang spezifiziert die Beschaffung von durchgehärteten Unterlegscheiben für verschraubte Flanschverbindungen, die in den Geltungsbereich dieser Richtlinie fallen. **Die Verwendung von oberflächengehärteten Unterlegscheiben wird nicht empfohlen, da das weiche innere Material unter direkter Kompression plastisch fließt, wodurch die Unterlegscheiben sich wölben und dünner werden und infolgedessen die Schraubenspannung nachlässt.**

Zitatende

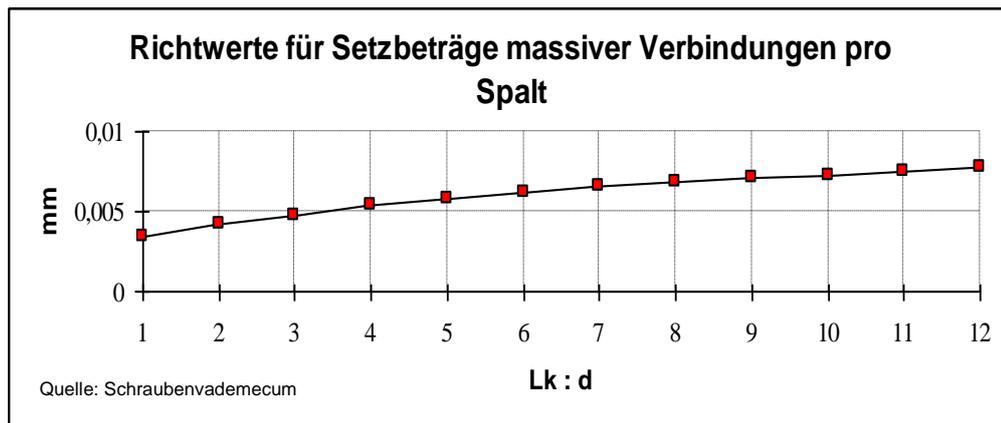
Ist der Einsatz von Unterlegscheiben nicht zu vermeiden, sollte der gleiche oder mindestens ein gleich fester Werkstoff wie Schraube und Mutter eingesetzt werden. Siehe auch die Festigkeitsklassen in Tabelle 1. Bei Verwendung von Unterlegscheiben ist eine spezielle Werkstoffauswahl erforderlich. Informationen hierzu finden Sie in der technischen Information „Unterlegscheiben im Bereich von Druckgeräten.“

Der Zusammenhang von Härte (HV) zu Zugfestigkeit  $R_m$  zeigt auf welche Festigkeit weiche Werkstoffe durchgehärtet werden müssen oder welche Zugfestigkeit der Werkstoff der U-Scheibe haben sollte (Tab.2) und ordnet die entsprechenden Festigkeitsklassen und Werkstoffe zu.

Tab.2: Zuordnung der Härteklasse zu Zugfestigkeit, Festigkeitsklasse und Schraubenwerkstoff			
© Peter Thomsen, D-28211 Bremen			
Härteklasse	100 HV	200 HV	300 HV
Mindestzugfestigkeit $R_m$ in MPa	320	640	965
Zuordnung der Schrauben nach der Festigkeitsklasse aus DIN EN ISO 898-1	4.6 4.8 5.6	8.8	10.9
Hinweis: gängige Werkstoffe fett gedruckt	5.8 6.8		
Zuordnung der Schrauben nach der Festigkeitsklasse aus der DIN EN ISO 3506-1 für nichtrostende Stähle A1 bis A5	-50	-70 -80	
Zuordnung der Schraubenwerkstoffe nach DIN EN 10269 (Vergütungsstähle) mit Wärmebehandlungszustand	1.1181+N / +QT 1.1191+N / +QT 1.5511+QT 1.1133+N 1.5680+NT o. +QT <sup>1)</sup>	1.7218+QT 1.7709+QT 1.7729+QT 1.5662+N, +NT o. +QT 1.7390+NT o. +QT <sup>1)</sup>	1.5523+QT 1.7225+QT 1.7233+QT 1.7711+QT 1.6563+QT 1.6582+QT 1.6580+QT 1.4923+QT o. +QT2 1.4938+QT 1.4913+QT <sup>1)</sup>
Hinweis: gängige Werkstoffe fett gedruckt			
Zuordnung der austenitischen Stähle nach DIN EN 10269	1.4307+AT 1.4567+AT 1.4948+AT 1.4910+AT 1.4919+AT	1.4307+C700 1.4301+AT o. +C700 1.4303+AT o. +C700 1.4404+AT o. +C700 1.4401+AT o. +C700 1.4429+AT 1.4567+C700 1.4982+AT+WW 1.4986+WW+P	1.4307+C800 1.4303+C800 1.4404+C800 1.4401+C800 1.4980+AT+P
Hinweis: gängige Werkstoffe fett gedruckt			
<sup>1)</sup> Behandlungsform: +AT = lösungsgeglüht, +C = kaltverfestigt, +N = normalgeglüht, +NT = normalgeglüht und angelassen, +P = ausscheidungsgehärtet, +QT = vergütet, +WW = warmverfestigt			

In der Tabelle (Tab.2) habe ich Ihnen die Werkstoffe den Festigkeitsklassen zugeordnet. Sie finden eine Zuordnung für die Schrauben- und Mutterwerkstoffe nach den DIN EN ISO 898 (z.B. 5.6, 8.8 ...) und DIN EN ISO 3506 (A2-50, A4-70 ...). Zusätzlich gibt es eine Zuordnung nach der harmonisierten DIN EN ISO 10269 für Schraubenstähle. Gängige Werkstoffe sind jeweils „fett“ gedruckt.

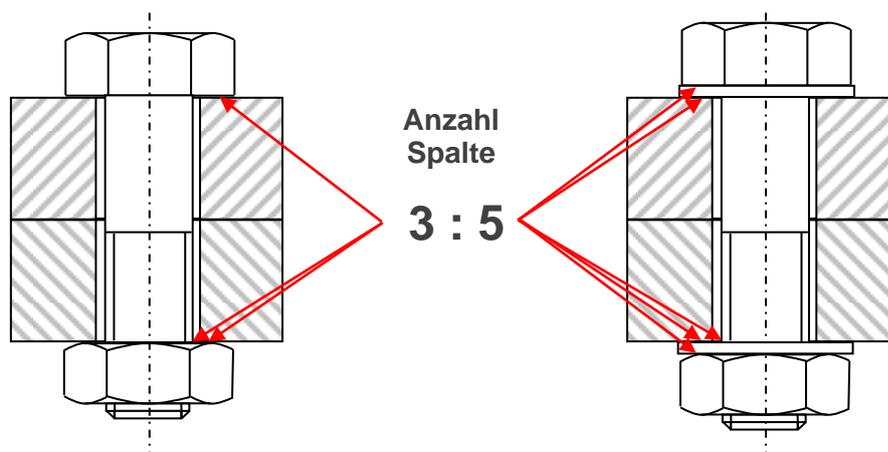
Die Verwendung von Unterlegscheiben ist technisch nicht immer sinnvoll, denn ihre Vorteile werden von ihren Nachteilen aufgehoben. Die Setzbeträge (Abb.2) steigen mit der Anzahl der Spalten (Gewinde, Mutternaufgabe, U-Scheibe) je nach Klemmlängen/Durchmesser-Verhältnis.



**Abb.2: Setzbeträge an Spalten**  
© Peter Thomsen, D-28211 Bremen

Habe ich also eine Schraube M16, zwei Bauteile mit einer Gesamtdicke von 64 mm ergibt sich ein Verhältnis von  $64 \text{ mm} : M16 = 4 \text{ mm}$ , ca. 0,006 mm pro Spalt und einer Schraubenverbindung ohne Muttern mit den Spalten aus Gewinde, Kopf- und Mutterauflagefläche von 0,018 mm. Wenn man bedenkt, dass die Schrauben kaum mit 0,05 mm oder selbst mit 0,1 mm gedehnt werden, ist das ein beachtenswerter Anteil der Schraubenkräfte.

Durch Unterlegscheiben wird das Setzpotential der Schraubverbindung in den Spalten drastisch erhöht, hier um 67% (Abb.3).



**Abb.3: Erhöhung der Anzahl der Spalte bei Verwendung von U-Scheiben**  
© Peter Thomsen, D-28211 Bremen

Für unser Beispiel zu Abb.2 erhöht sich der Setzbetrag von 0,018 auf 0,030 und das bei Schraubendehnungen im Bereich von 0,05 oder 0,1 mm.

Bei kurzen Schrauben mit niedriger Vorspannkraft können diese Setzbeträge bis zum vollständigen Verlust der gewünschte Klemmkräfte und zu Versagen führen, bei Dichtverbindungen zur Leckage!

### Entwässerungs-U-Scheiben zum Schutz vor Korrosion in waagerechten Flanschen

Die Folgen von Korrosionsangriff in waagerechten Flanschverbindungen sind von Außen schwer oder gar nicht zu erkennen. Häufig wird durch Korrosionsschutz ein Teil des Schraubenschaftes im Spalt geschützt, während die Schrauben in den Löchern durch Korrosion unerkannt stark beschädigt werden. Die Schrauben korrodieren besonders stark in den Schraubenlöchern des unteren Flansches. Bei Flanschverbindungen mit Flachdichtungen ist dies Risiko nicht so gut zu erkennen wie bei der abgebildeten Verbindung mit Steckscheibe (Abb.4) oder RTJ-Verbindungen mit Ring-Joint-Dichtungen.

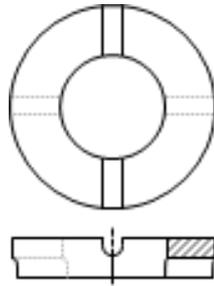


**Abb.4: Korrosionsproblem an waagerechten Flanschen in Außenanlagen**  
© Peter Thomsen, D-28211 Bremen

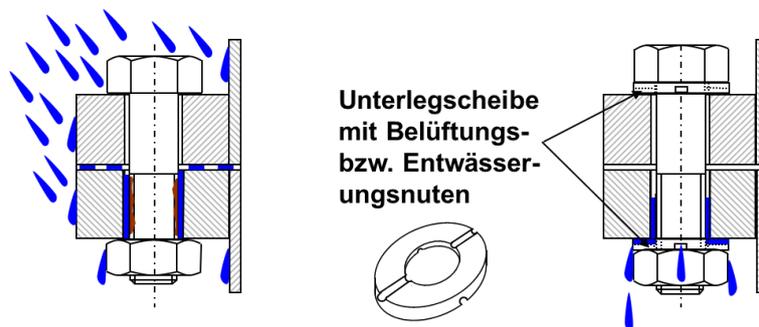
Die Abb.4 zeigt uns links im Bild ein Foto einer typischen, seit mehreren Jahren im freien eingesetzten, Flanschverbindung. Man erkennt den Korrosionsangriff. Das mittlere Bild zeigt eine demontierte Schraube. Deutlich zu erkennen ist der Bereich im unteren Schraubenloch mit erheblicher Korrosion und in der Mitte der vom Korrosionsschützer mit der Lackierung erreichte Bereich der Schraube.

Das rechte Bild verdeutlicht die Stärke des Korrosionsangriffs. Hier ergab sich ein Querschnittsverlust von fast 25%.

Die Unterlegscheibe mit Entwässerungsnuten schafft hier Abhilfe (Abb.5 und 6). Anzahl der Entwässerungsrillen M6 bis M48 2 Rillen pro Seite, Ober- und Unterseite um 90° versetzt. Ab M52 4 Rillen pro Seite, Ober- und Unterseite um 45° versetzt.



**Abb.5: U-Scheibe mit Entwässerungsnut**  
© Peter Thomsen, D-28211 Bremen



**Abb.6: Korrosionsschutz durch U-Scheiben mit Entwässerungsnuten**  
© Peter Thomsen, D-28211 Bremen

Die Wirkungsweise wird in Abb.6 gezeigt, während Regen- oder Schweißwasser in der linken Darstellung in den Schraubenlöcher stehen bleibt, kann es wie rechts abgebildet durch die Entwässerungsnut abfließen.

Die Entwässerungsscheiben haben sich bereits seit vielen Jahren in freistehenden, dem Klima ausgesetzten Anlagen bewährt.

Bei der Montage mit Drehmomentverfahren darf auf der Seite, auf der die Entwässerungs-U-Scheibe eingesetzt wird, nur gekontert, nicht gedreht werden, weil die Nuten die Reibungskoeffizienten negativ beeinflussen. Die gewünschte Vorspannkraft würde nicht erreicht werden. Diese Scheiben werden von der Möller Metall-Dichtungen GmbH in DE-39444 Hecklingen ([www.moeller-md.de](http://www.moeller-md.de)) nach Werksnorm WN07 2013 Rev.1 hergestellt und angeboten.

### **Erforderliche Kennzeichnung und Güteeigenschaften**

Zum Einsatz in Druckgeräten müssen die U-Scheiben als spannungstragendes Ausrüstungsteil mit Zeichen des Herstellers, Nenngröße, Werkstoffnummer und Chargen- oder Chargenkurzzeichen bzw. Nummer des Herstellungsloses versehen werden. Informationen finden Sie hierzu in der von uns herausgegebenen technischen Information unter [www.thomsen-bremen.de](http://www.thomsen-bremen.de) / Informationen / Icon Montage (Hand mit Schraubenschlüssel) / Unterlegscheiben zur Anwendung in Druckgeräten. Die Kennzeichnung muss montiert lesbar sein. Passende U-Scheiben finden Sie bei der Möller Metall-Dichtungen GmbH in DE-39444 Hecklingen ([www.moeller-md.de](http://www.moeller-md.de)) nach der Werksnorm WN07 2013 Rev.1.

### Abmessungen

In der folgenden Tabelle (Tab. 3) sind die Abmessungen der verschiedenen Normen gegenübergestellt.

<b>Tab. 3: Übersicht der Abmessungen verschiedener Unterlegscheiben (U-Scheiben) und Zuordnung zur Gewindenenngröße</b>					
© Peter Thomsen, D-28211 Bremen					
Gewindenenngröße		Norm	Abmessungen <sup>A)</sup> (Nennmaße, Toleranzen nach jeweiliger Norm, Abweichungen zu alten Normen in Klammern)		
metrisch	imperial (zöllig)	alte Normen in Klammern Standardnorm fett gedruckt	Øinnen mm	Øaußen mm	Dicke mm
<b>M6</b>		<b>DIN EN ISO 7089 o. 7090 (DIN 125) <sup>1)</sup></b>	6,4	12	1,6
		DIN EN ISO 7091 (DIN 126)	6,6	12	1,6
		DIN EN ISO 7093-1 (DIN 9021) <sup>2)</sup>	6,4	18	1,6
<b>M8</b>		<b>DIN EN ISO 7089 o. 7090 (DIN 125) <sup>1)</sup></b>	8,4	16	1,6
		DIN EN ISO 7093-1 (DIN 9021) <sup>2)</sup>	8,4	24	2
		DIN EN ISO 7091 (DIN 126)	9,0	16	1,6 (2,0)
<b>M10</b>		<b>DIN EN ISO 7089 o. 7090 (DIN 125) <sup>1)</sup></b>	10,5	20	2,0
		DIN EN ISO 7093-1 (DIN 9021) <sup>2)</sup>	10,5	30	2,5
		DIN EN ISO 7091 (DIN 126)	11	20	2,0
		DIN 7989-1+2	11	20	8,0
<b>M12</b>		<b>DIN EN ISO 7089 o. 7090 (DIN 125) <sup>1)</sup></b>	13	24	2,5
		DIN EN 14399-6 (DIN 6916) <sup>3)</sup>	13	24	3,0
		DIN EN ISO 7093-1 (DIN 9021) <sup>2)</sup>	13	37	3,0
		DIN EN ISO 7091 (DIN 126)	13,5	24	2,5
		DIN 7989-1+2	13,5	24	8,0
-	1/2"	ASME PCC-1-2010, Anhang M, Tab. M-4	14,3	27	3,2
<b>M14 <sup>4)</sup></b>	1/2"	<b>DIN EN ISO 7089 o. 7090 (DIN 125) <sup>1)</sup></b>	15	28	2,5
		ASME PCC-1-2010, Anhang M, Tab. M-3 DIN EN 14399-6 (DIN 6916) <sup>3)</sup>	15	28	3,0
		DIN EN ISO 7093-1 (DIN 9021) <sup>2)</sup>	15	44	3,0
		DIN EN ISO 7091 (DIN 126)	15,5	28	2,5
<b>M16</b>	5/8"	<b>DIN EN ISO 7089 o. 7090 (DIN 125) <sup>1)</sup></b>	17	30	3,0
		ASME PCC-1-2010, Anhang M, Tab. M-3	17	30	4,0
		ASME PCC-1-2010, Anhang M, Tab. M-4	17,5	33,4	4,0
		DIN EN ISO 7093-1 (DIN 9021) <sup>2)</sup>	17	50	3,0
		DIN EN 14399-6 (DIN 6916) <sup>3)</sup>	17	30	4,0
		DIN EN ISO 7091 (DIN 126)	17,5	30	3,0
		DIN 7989-1+2	17,5	30	8,0
-	5/8"	ASME PCC-1-2010, Anhang M, Tab. M-4	17,5	33,4	4,0
<b>M18 <sup>4)</sup></b>		<b>DIN EN ISO 7089 o. 7090 (DIN 125) <sup>1)</sup></b>	19	34	3,0
		DIN EN 14399-6 (DIN 6916) <sup>3)</sup>	19	34	4,0
		DIN EN ISO 7093-1 (DIN 9021) <sup>2)</sup>	19	56	4,0
		DIN EN ISO 7091 (DIN 126)	20	34	3,0
-	3/4"	ASME PCC-1-2010, Anhang M, Tab. M-4	20,7	38,1	4,8
<b>M20</b>	3/4"	<b>DIN EN ISO 7089 o. 7090 (DIN 125) <sup>1)</sup></b>	21	37	3,0
		DIN EN 14399-6 (DIN 6916) <sup>3)</sup>	21	37	4,0
		ASME PCC-1-2010, Anhang M, Tab. M-3	21	37	5,0
		DIN EN ISO 7093-1 (DIN 9021) <sup>2)</sup>	21	60	4,0
		DIN EN ISO 7091 (DIN 126)	22	37	3,0
		DIN 7989-1+2	22	37	8
<b>M22 <sup>4)</sup></b>		<b>DIN EN ISO 7089 o. 7090 (DIN 125) <sup>1)</sup></b>	23	39	3,0

		DIN EN 14399-6 (DIN 6916) <sup>3)</sup>	23	39	4,0
		DIN EN ISO 7093-1 (DIN 9021) <sup>2)</sup>	23	66	5,0
		DIN EN ISO 7091 (DIN 126)	24	39	3,0
-	7/8"	ASME PCC-1-2010, Anhang M, Tab. M-4	23,8	43,6	5,6
M24	7/8"	DIN EN 14399-6 (DIN 6916) <sup>3)</sup>	25	44	4,0
		<b>DIN EN ISO 7089 o. 7090 (DIN 125) <sup>1)</sup></b>	25	44	4,0
		ASME PCC-1-2010, Anhang M, Tab. M-3	25	44	6,0
		DIN EN ISO 7093-1 (DIN 9021) <sup>2)</sup>	25	72	5,0
		DIN EN ISO 7091 (DIN 126)	26	44	4,0
		DIN 7989-1+2	26	44	8,0
-	1"	ASME PCC-1-2010, Anhang M, Tab. M-4	27	50	6,4
M27 <sup>4)</sup>	1"	<b>DIN EN ISO 7089 o. 7090 (DIN 125) <sup>1)</sup></b>	28	50	4,0
		DIN EN 14399-6 (DIN 6916) <sup>3)</sup>	28	50	5,0
		ASME PCC-1-2010, Anhang M, Tab. M-3	28	50	6,0
		DIN EN ISO 7091 (DIN 126)	30 (29)	50	4,0
		DIN 7989-1+2	30	50	8,0
		DIN EN ISO 7093-1 (DIN 9021) <sup>2)</sup>	30	85	6,0
-	1 1/8"	ASME PCC-1-2010, Anhang M, Tab. M-4	30,2	54,8	6,4
M30	1 1/8"	<b>DIN EN ISO 7089 o. 7090 (DIN 125) <sup>1)</sup></b>	31	56	4,0
		DIN EN 14399-6 (DIN 6916) <sup>3)</sup>	31	56	5,0
		ASME PCC-1-2010, Anhang M, Tab. M-3	31	56	6,0
		DIN EN ISO 7091 (DIN 126)	33	56	4,0
		DIN 7989-1+2	33	56	8,0
		DIN EN ISO 7093-1 (DIN 9021) <sup>2)</sup>	33	92	6,0
-	1 1/4"	ASME PCC-1-2010, Anhang M, Tab. M-4	33,4	60,3	6,4
M33 <sup>4)</sup>	1 1/4"	<b>DIN EN ISO 7089 o. 7090 (DIN 125) <sup>1)</sup></b>	34	60	5,0
		ASME PCC-1-2010, Anhang M, Tab. M-3	34	60	6,0
		DIN EN ISO 7091 (DIN 126)	36	60	5,0
		DIN EN ISO 7093-1 (DIN 9021) <sup>2)</sup>	36	105	6,0
-	1 3/8"	ASME PCC-1-2010, Anhang M, Tab. M-4	36,5	65,9	6,4
M36	1 3/8"	<b>DIN EN ISO 7089 o. 7090 (DIN 125) <sup>1)</sup></b>	37	66	5,0
		DIN EN 14399-6 (DIN 6916) <sup>3)</sup>	37	66	6,0
		ASME PCC-1-2010, Anhang M, Tab. M-3	37	66	6,0
		DIN EN ISO 7091 (DIN 126)	39	66	5,0
		DIN EN ISO 7093-1 (DIN 9021) <sup>2)</sup>	39	110	8,0
-	1 1/2"	ASME PCC-1-2010, Anhang M, Tab. M-4	39,7	71,4	6,4
M39 <sup>4)</sup>	1 1/2"	DASSt-Richtlinie 021 <sup>3)</sup>	40,4	72	6
		<b>DIN EN ISO 7089 o. 7090 (DIN 125) <sup>1)</sup></b> ASME PCC-1-2010, Anhang M	42 (40)	72	6,0
		DIN EN ISO 7091 (DIN 126)	42	72	6,0
-	1 5/8"	ASME PCC-1-2010, Anhang M, Tab. M-4	42,9	77,8	6,4
M42	1 5/8"	<b>DIN EN ISO 7089 o. 7090 (DIN 125) <sup>1)</sup></b>	43	78	8,0 (7,0)
		DASSt-Richtlinie 021 <sup>3)</sup>	43,4	76,8	8
		ASME PCC-1-2010, Anhang M, Tab. M-3	45	78	6,0
		DIN EN ISO 7091 (DIN 126)	45	78	8,0 (7,0)
-	1 3/4"	ASME PCC-1-2010, Anhang M, Tab. M-4	46,1	82,6	6,4
M45 <sup>4)</sup>	1 3/4"	DASSt-Richtlinie 021 <sup>3)</sup>	46,4	85	8
		ASME PCC-1-2010, Anhang M, Tab. M-3	48	85	6,0
		<b>DIN EN ISO 7089 o. 7090 (DIN 125) <sup>1)</sup></b>	48 (46)	85	8,0 (7,0)
		DIN EN ISO 7091 (DIN 126)	48	85	7,0
-	1 7/8"	ASME PCC-1-2010, Anhang M, Tab. M-4	49,2	87,3	6,4
M48	1 7/8"	DASSt-Richtlinie 021 <sup>3)</sup>	49,4	90,6	8,0
		ASME PCC-1-2010, Anhang M, Tab. M-3	52	92	6,0

		<b>DIN EN ISO 7089 o. 7090 (DIN 125) <sup>1)</sup></b>	52 (50)	92	8,0
		DIN EN ISO 7091 (DIN 126)	52	92	8,0
-	2"	ASME PCC-1-2010, Anhang M, Tab. M-4	54	93,7	6,4
M52 <sup>4)</sup>	2"	ASME PCC-1-2010, Anhang M, Tab. M-3	56	98	6,0
		<b>DIN EN ISO 7089 o. 7090 (DIN 125) <sup>1)</sup></b>	56 (54)	98	8,0
		DIN EN ISO 7091 (DIN 126)	56	98	8,0
-	2 1/4"	ASME PCC-1-2010, Anhang M, Tab. M-4	60,3	104,8	6,4
M56	2 1/4"	DASSt-Richtlinie 021 <sup>3)</sup>	58	103,6	10,0
		ASME PCC-1-2010, Anhang M, Tab. M-3	62	105	6,0
		<b>DIN EN ISO 7089 o. 7090 (DIN 125) <sup>1)</sup></b>	62 (58)	105	10,0 (9,0)
M60 <sup>4)</sup>		DIN EN ISO 7091 (DIN 126)	66 (62)	110 (105)	9,0
		<b>DIN EN ISO 7089 o. 7090 (DIN 125) <sup>1)</sup></b>	66 (62)	110	10,0 (9,0)
-	2 1/2"	ASME PCC-1-2010, Anhang M, Tab. M-4	66,7	115,9	6,4
M64	2 1/2"	DASSt-Richtlinie 021 <sup>3)</sup>	66	113,6	10,0
		ASME PCC-1-2010, Anhang M, Tab. M-3	70	115	6,0
		DIN EN ISO 7091 (DIN 126)	70 (66)	115 (110)	10,0 (9,0)
		<b>DIN EN ISO 7089 o. 7090 (DIN 125) <sup>1)</sup></b>	70 (66)	115	10,0 (9,0)
M68		DIN 126	70	115	9,0
		DIN 125	70	120	10,0
M70		ASME PCC-1-2010, Anhang M, Tab. M-3	76	125	6,0
-	2 3/4"	ASME PCC-1-2010, Anhang M, Tab. M-4	73	127	6,4
M72	2 3/4"	DIN 125	74	125	10,0
M76		DIN 126	78	125	10,0
		ASME PCC-1-2010, Anhang M, Tab. M-3	82	135	6,0
-	3"	ASME PCC-1-2010, Anhang M, Tab. M-4	79,4	138,1	6,4
M80	3"	DIN 125	82	140	12,0
-	3 1/4"	ASME PCC-1-2010, Anhang M, Tab. M-4	85,7	149,2	6,4
M80	3"	DIN 126	86	140	12,0
M82		ASME PCC-1-2010, Anhang M, Tab. M-3	88	145	6,0
-	3 1/2"	ASME PCC-1-2010, Anhang M, Tab. M-4	92,1	160,4	6,4
M90	3 1/2"	DIN 125	93	160	12,0
		ASME PCC-1-2010, Anhang M, Tab. M-3	96	160	6,0
-	3 3/4"	ASME PCC-1-2010, Anhang M, Tab. M-4	98,4	173,1	6,4
M95		ASME PCC-1-2010, Anhang M, Tab. M-3	101	165	6,0
M100	4"	DIN 125	104	175	14,0
-	4"	ASME PCC-1-2010, Anhang M, Tab. M-4	104,8	182,6	6,4
M100	4"	ASME PCC-1-2010, Anhang M, Tab. M-3	107	175	6,0

<sup>A)</sup> Es wurde die bestens passende Scheibe mit dem geringstmöglichen Durchmesser ausgewählt

<sup>1)</sup> U-Scheiben nach DIN EN ISO 7089 sind ohne Fase, die Scheiben nach DIN EN ISO 7090 haben eine Fase, die Abmessung der Fase ist entweder 1/4 oder 1/2 der Dicke. Es sind die Normen für den üblichen Standard, sie können für Flansche aus weichen Werkstoffen zu klein sein. Es muss auf ausreichende Festigkeit geachtet werden, siehe Anmerkungen.

<sup>2)</sup> Die grundsätzliche Anwendung der U-Scheiben nach dieser Norm wird von uns empfohlen. Wegen des größeren Außendurchmessers ist zu prüfen ob ausreichend Platz für die Montage vorhanden ist.

<sup>3)</sup> Die DIN EN 14399-5 (ohne Fase), die DIN EN 14399-6 (mit Fase, ehemals DIN 6916) und die DASSt-Richtlinie 021 normen die U-Scheiben für HV-Schrauben und sind informell beigefügt. Die Scheiben nach dieser Norm sind etwas dicker als die Standardscheiben. Diese Scheiben sind daran zu erkennen, dass sie auf der Oberseite 2 Fasen haben und auf der Unterseite mit „HV“ und Herstellerzeichen gekennzeichnet sind.

<sup>4)</sup> Nach der jeweiligen Norm zu vermeidenden Größen, diese werden jedoch für Flanschverbindungen benötigt

#### Anmerkungen:

- U-Scheiben nach DIN EN ISO 7089, DIN EN ISO 7090 und DIN EN ISO 7093-1 gibt es in den Festigkeitsklassen 200 HV (200 bis 300 HV) und 300 HV (300 bis 370 HV), Edelstahl 200 HV (200 bis 300 HV).
- U-Scheiben nach DIN 7989-1+2, DIN EN ISO 7091 und DIN EN ISO DIN 7093-2 haben eine Festigkeitsklasse 100 HV (100 bis 200 HV) und sind für Anwendung in Flanschverbindungen nicht geeignet, bzw. nur für Schrauben niedriger Festigkeitsklasse  $\leq 6.8$
- U-Scheiben nach DIN EN ISO 7093-1 sind für weiche Flanschwerkstoffe und /oder zu große Schraubenlöcher, bei Anwendung für zu große Löcher ist die Dicke zu prüfen.

### Fazit

Sollten Unterlegscheiben verwendet werden sind die richtigen auszuwählen. Die Gründe für die PRO'S und CON'S sind vielfältig und komplex. Es gilt: Wenn keine Oberflächenbeschichtungen geschützt oder die Schrauben zur Montage, was man nie machen sollte, nicht ordentlich geschmiert werden, ist die Verwendung von Unterlegscheiben nicht notwendig.

Bei falscher Auswahl ist die Verwendung für die Schraubenverbindung eher schädlich, denn die falsche Unterlegscheibe kann zu selbsttätigem Lösen, sogar zum Versagen der Schraubverbindung führen.

Besser ist die Einbringung hoher Vorspannkräfte. Hierzu finden Sie mehr auf meiner Homepage [www.thomsen-bremen.de](http://www.thomsen-bremen.de), im Bereich Informationen / Technische Informationen / Icon Verbindungselemente  in der technischen Information „Optimale Schraubenauslastung“.

Weitere interessante Informationen zu verschiedenen Themen finden Sie auf der Homepage [www.thomsen-bremen.de](http://www.thomsen-bremen.de).

Zur technischen Beratung stehe ich Ihnen selbstverständlich gerne auch kurzfristig persönlich zur Verfügung.

Mit freundlichen Grüßen aus Bremen  
Peter Thomsen

### Haftungsausschluss:

Die Inhalte der Regeln sind zum Teil zitiert, zum Teil in den Worten der Regeln wiedergegeben, die Anmerkungen und Auslegungen beruhen auf langjähriger Erfahrung, dienen der Entscheidungshilfe und begründen keinen Anspruch auf Gewährleistung.

© Peter Thomsen, D-28211 Bremen

Stand 16.03.2022