

● Technische Information



● Mindestlängen für Schraubenverbindungen mit Dehnschaft

Die Anforderungen an Schraubenverbindungen mit Dehnschaft sind in der Normenreihe DIN 2510 festgelegt. Die ersten Ausgaben sind aus dem Februar von 1959. Die aktuell gültigen Versionen der Normen haben für Normenverhältnisse ein nahezu „biblisches“ Alter und bestehen aus den Teilen:

- Blatt 1 September 1974 Übersicht, Anwendungsbereich und Einbaubeispiele
- Beiblatt 1 September 1974 Studien zur Berechnung der Schraubenverbindungen
- Blatt 2 August 1971 Metrisches Gewinde mit großem Spiel, Nenn- und Grenzmaße
- Blatt 3 August 1971 Schraubenbolzen
- Blatt 4 August 1971 Stiftschrauben
- Blatt 5 August 1971 Sechskantmuttern
- Blatt 6 September 1974 Kapselmuttern
- Blatt 7 August 1971 Dehnhülsen
- Blatt 8 August 1971 Einschraublöcher für Stiftschrauben

Schraubenverbindungen mit Dehnschaft sind, nach DIN 2510-1:1974-09, besonders zweckmäßig für Konstruktionen, die durch wechselnde Betriebskräfte und wechselnde Temperatur beansprucht werden. Sie sollen besonders für Apparate, Rohrleitungen und Turbinen geeignet sein. Die Mindestlänge des Dehnschaftes ist in der Norm wie folgt beschrieben:

Zitat:

Die Mindest-Dehnschaftlänge soll das Zweifache, möglichst das Vierfache des Gewindedurchmessers betragen. Bei zu geringer Flanschdicke ist die Verwendung von Dehnhülsen vorgesehen, um ausreichende Elastizität insbesondere bei temperaturbeanspruchten Schraubenverbindungen zu erhalten.

Ende des Zitats

Hiermit wird schon ein Hinweis auf die konstruktive Unzulänglichkeit zu kurzer Dehnschäfte gegeben. Dies hat wahrscheinlich dazu geführt, dass sich der Arbeitsausschuss des TÜV für die Variante mit dem muss des dreifachen Gewindenenddurchmessers als erforderlich entschieden hat.

Bisher wurde für die Mindestlänge des Dehnschaftes im AD 2000-Merkblatt B7:2010-09 (Abschnitt 2, Absatz 2.2) und ihrer Vorgänger, das doppelte des Gewindenenddurchmessers, besser das 4-fache, gefordert. Man hat erkannt, dass diese Forderung technisch nicht haltbar ist. Aus diesem Grund wurde in der nächsten Ausgabe von 2015-03 diese Anforderung geändert. Im aktuellen AD 2000-Merkblatt B7:2016-09 wird in Abschnitt 2.3 Konstruktionsregeln, Absatz 2.3.1 im letzten Satz des ersten Absatzes Folgendes gleichlautend festgelegt:

Zitat

Die Dehnschaftlänge muss mindestens das Dreifache des Gewindedurchmessers betragen.

Ende des Zitats

Im Folgenden wird die erforderliche Mindestschraubenlänge aufgezeigt, um die Anforderungen zu erfüllen. Hierzu mussten einige Grundlagen festgelegt werden, weil sie in der Norm nicht definiert sind.

Länge des Dehnschaftes:

In der DIN 2510-1 und -3 ist die Länge des Dehnschaftes nicht festgelegt und definiert. Da es sich um den Teil mit der gleichmäßigen Dehnung handelt, wird der zylindrische Teil, ohne Übergang zum Gewinde, der Betrachtung zugrunde gelegt (siehe auch die Informationen bei Wikipedia und in Maschinenelemente, Band 1, Niemann/Winter/Höhn, Seite 196, Fußnote 1).

Im Abschnitt 9.3.2 des Buches Schraubenverbindungen-Grundlagen, Berechnung, Eigenschaften, Handhabung, 5. Auflage, H. Wiegand, K.-H. Kloos und W. Thomala, Springer-Verlag wird für die elastische Nachgiebigkeit der Schraube mit Dehnschaft eine Länge von

$$\text{Klemmlänge } l_K : \text{Gewindenenddurchmesser } d > 4$$

empfohlen. Das entspricht bei einer Dehnschrauben Form K \approx der 4-fachen Länge des Dehnschaftes, was der alten Forderung des AD 2000-Merkblattes B7 von 2010 „besser 4-fach“ entspricht. Demnach ist die Forderung des aktuellen AD 2000-Merkblattes B7 von 2016 mit dem 3-fachen nicht eindeutig belastbar.

Gewindeüberstand:

Leider gibt es in der Normenreihe DIN 2510 keinen Hinweis auf den erforderlichen Gewindeüberstand über der Mutter. Der übliche Gewindeüberstand ist beispielsweise wie folgt geregelt:

- DIN 78:2001-03
definiert den Mutternüberstand als $2 \times P$ bei Sechskantmutter und $3 \times P$ bei Sechskantmutter mit Klemnteil ($P =$ Gewindesteigung).
- DIN EN 13480:2002-05
verlangt die folgende Ausführung nach Absatz 8.3.1 Flanschverbindungen: „Mutter müssen so auf die Schraube aufgeschraubt werden, dass mindestens ein voller Gewindegang der Schraube übersteht.“
- DIN EN 1090:2008-12
„Die Länge des Gewindeüberstandes muss mindestens einen Gewindegang betragen, gemessen von der Mutteraußenseite bis zum Schraubenende.“

Hierbei ist immer zu beachten, dass bei der Gewindelänge in der DIN 2510-3 der auslaufende Gewindegang in der Fase mitgerechnet wird. Somit kommt es immer zu $2 \times P$.

Bei Schraubenbolzen mit Dehnschaft der Form K darf der Gewindeüberstand nicht mehr als maximal $2 \times P$ sein, weil sonst die Abstreiffestigkeit des Gewindes gefährdet wird. Hierauf achten die TÜV-Sachverständigen häufig bei der Abnahme.

Achtung Warnhinweis!

Bei der Verwendung der Schraubenbolzen Form K ergibt sich keine „automatische“ Zentrierung im Schraubenloch. Für die Zentrierung muss eine Vertiefung in die Auflagefläche eingedreht werden, die im Außendurchmesser so angelegt ist, dass sich die Mutter nach DIN 2510-5:1971-08 mit ihrem Bund zentrieren kann.

Die langen Gewindeenden der Formen L und Z dienen der Zentrierung der Schraubenbolzen im Loch der Bauteile. Hier könnte der Gewindeüberstand den Forderungen der üblichen Normen

nach einem Mindestüberstand von $2 \times P$ entsprechen. Es darf aber nur so viel Gewinde überstehen, dass die Zentrierung noch gewährleistet ist. Weitere Information hierzu finden Sie auf unserer Homepage www.flangevalid.com unter Downloads in unserer technischen Information „Gewindeüberstand an der Mutter“.

Die folgende Tabelle (Tab.1) zeigt die erforderlichen Schraubenlängen nach dem AD 2000-Merkblatt B7:2016-09 für Flanschverbindungen mit durchgesteckten Schraubenbolzen.

Tab.1: Mindestlänge für Schraubenbolzen mit Dehnschaft n. DIN 2510, Blatt 3 gemäß AD 2000-Merkblatt B7
Mindest-Dehnschaftlänge $l_{Dmin} = 3 \times$ Gewindedurchmesser (© Peter Thomsen, D-28211 Bremen)

Gewinde			Längen											
Abmessungen			Schaft		Gewindelänge			Mindestlänge ¹⁾			Mindestklemmlänge ^{2) 3)}			
Nenn- Ø	Steigung	Kern- Ø	Dehnschaft	Übergang	Form			Form			Form			
					L	K	Z	L	K	Z	L	K	Z	
M = m	P	ØK	l_{Dmin}	$l_{Ü}$	b_1	b_2	b_3	l_{1min}			Kl_{min}			
⁴⁾	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
12	1,75	8,5	36	4,8	20	13	27	93	79	107	62	48	76	
16	2	12	48	5,5	23	16	31	113	99	129	73	59	89	
20	2,5	15	60	6,9	28	20	36	140	124	156	90	74	106	
24	3	18	72	8,2	32	24	42	164	148	184	104	88	124	
27	3	20,5	81	8,9	35	27	47	181	165	205	115	99	139	
30	3,5	23	90	9,6	39	30	50	201	183	223	127	109	149	
33	3,5	25,5	99	10,3	42	33	53	218	200	240	138	120	160	
35	4	27,5	108	11,7	45	36	57	237	219	261	149	131	173	
39	4	30,5	117	11,7	48	39	60	252	234	276	158	140	182	
42	4,5	32,5	126	13,0	52	42	64	274	254	298	172	152	196	
45	4,5	35,5	135	13,0	55	45	66	289	269	311	181	161	203	
48	5	37,5	144	14,4	58	48	70	309	289	333	193	173	217	
52	5	41	156	15,1	62	52	74	330	310	354	206	186	230	
56	5,5	44	168	16,5		56	79		335	381		201	247	
64	6	51	192	17,8		64	88		380	428		228	276	
72	6	58,5	216	18,5		72	95		421	467		253	299	
80	6	66	240	19,2		80	103		462	508		278	324	
90	6	75	270	20,6		90	112		515	559		311	355	
100	6	84	300	22,0		100	122		568	612		344	388	
110	6	92,5	330	24,0		110	132		622	666		378	422	
120	6	102	360	24,7		120	142		673	717		409	453	

¹⁾ $l_{1min} = 2 \times$ Gewindelänge + $l_{Dmin} + 2 \times l_{Ü} + 4 \times P$ (erforderlicher Gewindeüberstand)
²⁾ $Kl_{min} =$ Dicke der Bauteile = $l_{1min} - 2 \times M$ (siehe Fußnote ⁴⁾) - $4 \times P$ (erforderlicher Gewindeüberstand), Fußnote ³⁾ beachten
³⁾ bei Verwendung von Schraubenbolzen Form K beginnt das Gewinde innerhalb der Mutter, deshalb ist die Klemmlänge, die Dicke der Bauteile um $4 \times P$, zu erhöhen
⁴⁾ der Nenn-Ø M des Gewindes entspricht der Höhe der Mutter n nach DIN 2510, Blatt 5

Die Anforderungen an die Mindestlängen, sind auch für die Auslegung von Schraubenverbindungen mit Dehnschaft als Stiftschrauben nach DIN 2510, Blatt 3 anzuwenden. Hier ergeben sich besondere Herausforderungen auf Grund der oft sehr kurzen Klemmlängen, weil nur ein Flansch gegen ein Gehäuse mit Einschraublöchern verspannt wird.

Schlussfolgerung:

Nach den Forderungen des AD 2000-Merkblatt B7:2016-09 ergibt sich daraus, dass für die meisten Flanschverbindungen, ich habe es bis PN40 geprüft, die Dehnschrauben zusammen mit Dehnhülsen, bei kleinen Nennweiten reichen Unterlegscheiben, eingesetzt werden müssen. Bei üblichen Stiftschraubenverbindungen sind die Klemmlängen noch kürzer, damit kommt es so gut wie immer zur erforderlichen Verwendung von Dehnhülsen.

Weitere technische Informationen zu Schrauben mit Dehn- oder Vollschaft finden Sie z.B. auf meiner Homepage www.thomsen-bremen.de unter Downloads in unseren technischen Informationen:

- Gewindebolzen oder Dehnschrauben
- Normen und Formen für Schrauben, Muttern und U-Scheiben
- Optimale Schrauben für Normflanschverbindungen
- Wiederverwendung von Schrauben, Bolzen und Muttern

Bei üblichen Flanschverbindungen werden nicht viele den Weg der Erreichung der Mindestlänge des Dehnschaftes über die Verwendung von Dehnhülsen gehen. Damit spricht vieles für die Verwendung von Gewindebolzen in üblichen Flanschverbindungen.

Weitere interessante Informationen zu verschiedenen Themen finden Sie auf meiner Internetseite 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 16.02.2022