

# 08 Mechanische Verbindungen

good news:

der Umfang der EN 1090-2 ist nicht größer geworden! (214 Seiten „all-in“ = +2)

bad news:

kalt geformte Bauteile sind in die EN 1090-4 gewandert und dort auf 100 weiteren Seiten

DK 624.014.2 : 002.22

1. Aug. 1975

	<b>Stahlbau</b> Ausführung der Stahltragwerke	<b>ÖNORM B 4600</b> Teil 7
<i>Steel structures; specifications for erection and workmanship</i>		

ÖNORM B 4600 Teil 7 **Seite 9**

DK 624.014.2:624.07

1. April 1994

 	<b>Stahlbau</b> Ausführung der Stahltragwerke	<b>ÖNORM B 4300-7</b>
Steel structures – Workmanship Construction en acier – Exécution des appareils porteurs		

**Seite 12** ÖNORM B 4300-7



**212**

ÖNORM  
EN 1090-2

EN 1090-2:2008 (D)

Ausgabe: 2009-07-01



**214**

ÖNORM  
EN 1090-2  
Ausgabe: 2018-09-15

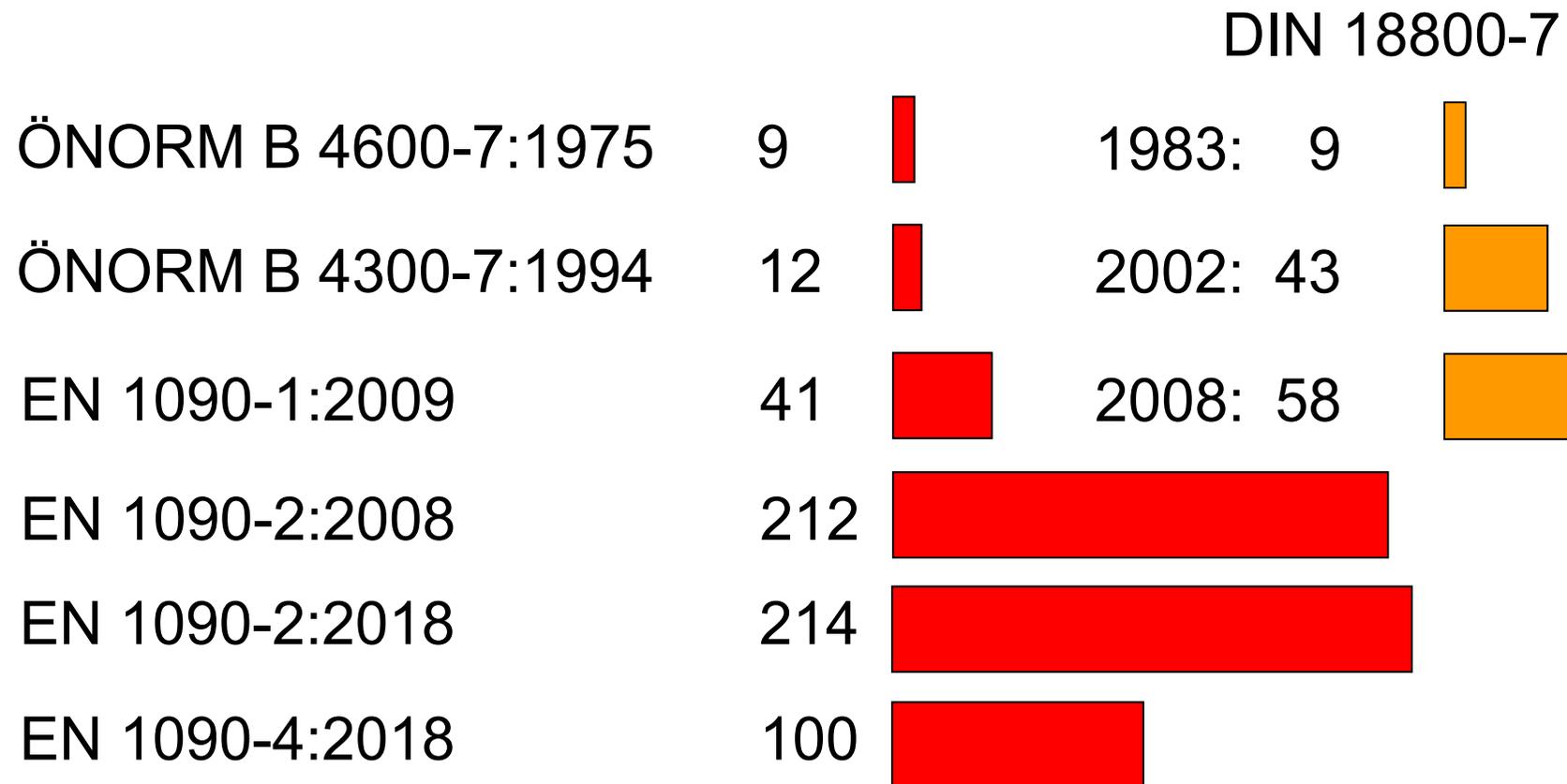


**100**

ÖNORM  
EN 1090-4  
Ausgabe: 2018-09-01

**Ausführung von Stahltragwerken und Aluminiumtragwerken**  
Teil 2: Technische Regeln für die Ausführung von  
Stahltragwerken

**Ausführung von Stahltragwerken und Aluminiumtragwerken**  
Teil 4: Technische Anforderungen an tragende, kaltgeformte  
Baulemente aus Stahl und tragende, kaltgeformte Bauteile für  
Dach-, Decken-, Boden- und Wandanwendungen



- **WIC: „Weld inspection class“**
  - eigentlich im deutschen schlecht übersetzt, da hier die Schweißnahtprüfklasse gemeint sein müsste. übrig geblieben ist die Schweißnahtklasse
  - in Abhängigkeit der Beanspruchung
    - hohe dyn. Beanspruchung
    - keine Ermüdungsbeanspruchung oder geringe Ermüdungsbeanspruchung
  - Versagensfolge im Sinn der „Schadensfolgeklasse“
  - Nachteile:
    - Aufwändig bei Planung (jede Schweißnaht muss getrennt festgelegt sein!)
    - je nach WIC zum Teil auch Durchstrahlungsprüfung notwendig!
    - Prüfumfang zum Teil deutlich höher (RT+UT statt RT oder UT)
- **kommt aus dem Offshore-Bereich**

- Schweißnahtklasse / WIC: „Weld inspection class“
  - IST EINE ALTERNATIVE !
  - LEGT DER PLANER FEST
  - IM REGELFALL: FINGER WEG DAVON
- SOLLTE NUR IN SONDERFÄLLEN VERWENDET WERDEN

## Thermisches Schneiden:

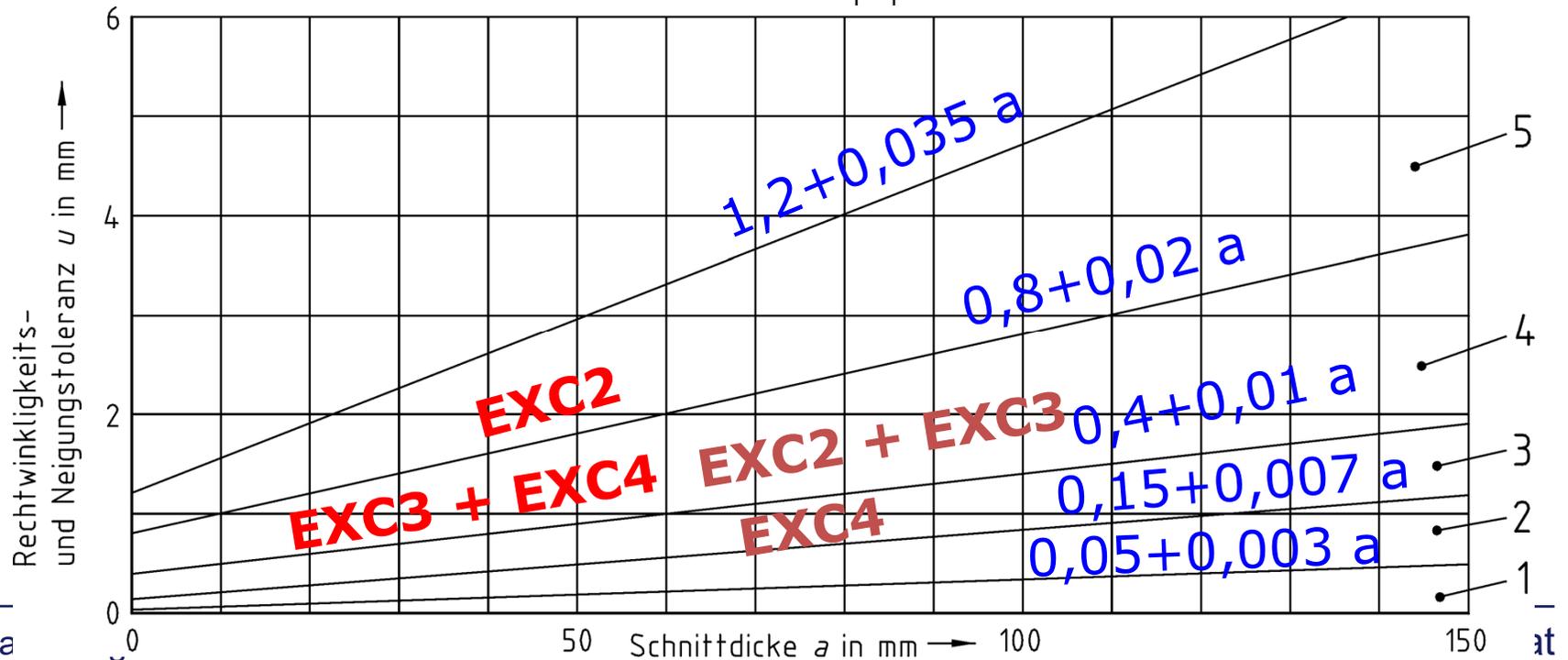
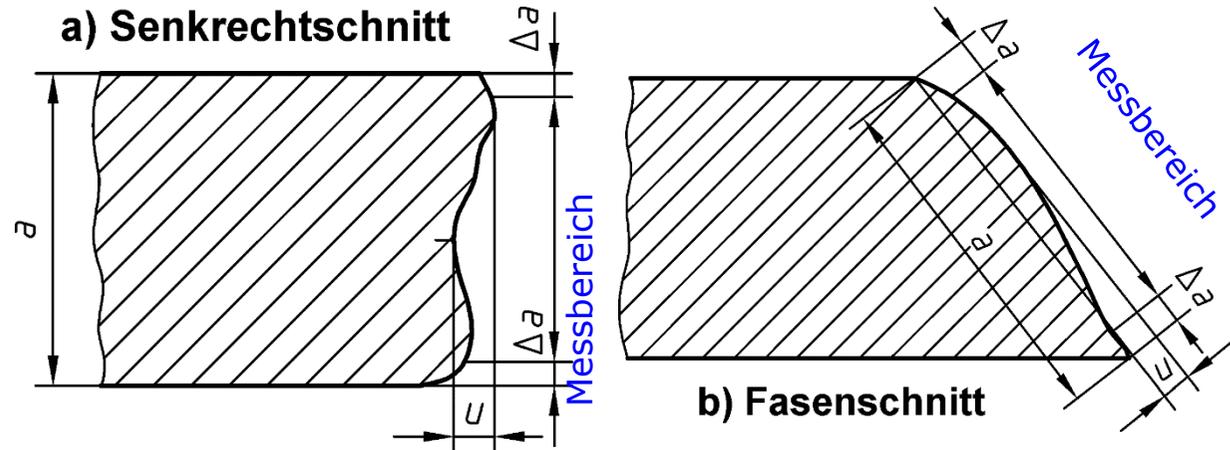
- Eignung thermischer Schneidverfahren muss regelmäßig an 4 Prüfkörpern überprüft werden
- Qualität der Schnittfläche  $\Rightarrow$  Tabelle 9
- Härte der Schnittfläche bei unlegierten Stählen  $\Rightarrow$  Tabelle 10

Tabelle 9: Qualität der Schnittflächen

	Rechtwinkligkeits- oder Neigungstoleranz $\mathbf{u}$	Gemittelte Rautiefe $\mathbf{Rz5}$
<b>EXC1</b>	Schnittkanten dürfen keine signifikanten Unregelmäßigkeiten aufweisen, und die Schlacke muss entfernt werden	
<b>EXC2</b>	Bereich 4 <b>5</b>	Bereich 4
<b>EXC3</b>	Bereich 4	Bereich 4
<b>EXC4</b>	Bereich 4 Bereich 3	Bereich 4 Bereich 3

# Rechtwinkligkeits- oder Neigungstoleranz $u$

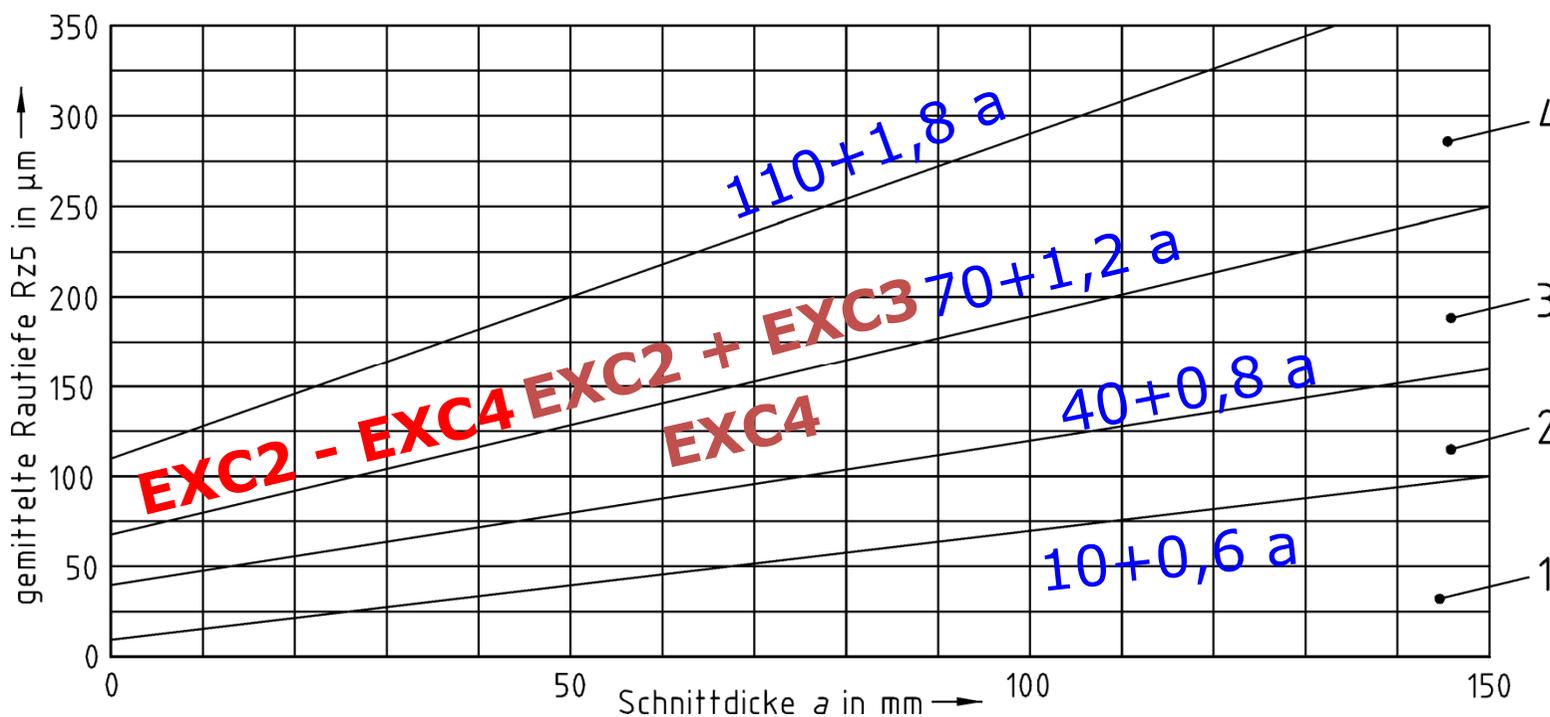
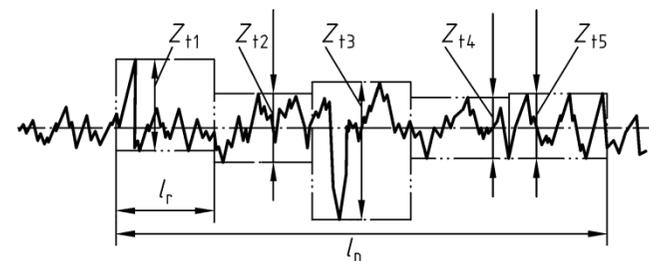
Schnittdicke $a$ mm	$\Delta a$ mm
$a \leq 3$	$0,1 a$
$3 < a \leq 6$	0,3
$6 < a \leq 10$	0,6
$10 < a \leq 20$	1
$20 < a \leq 40$	1,5
$40 < a \leq 100$	2
$100 < a \leq 150$	3
$150 < a \leq 200$	5
$200 < a \leq 250$	8
$250 < a \leq 300$	10



## 3.8 gemittelte Rauhtiefe $R_{Z5}$

arithmetisches Mittel der einzelnen Profilelemente von fünf benachbarten Einzelmessungen Siehe Bild

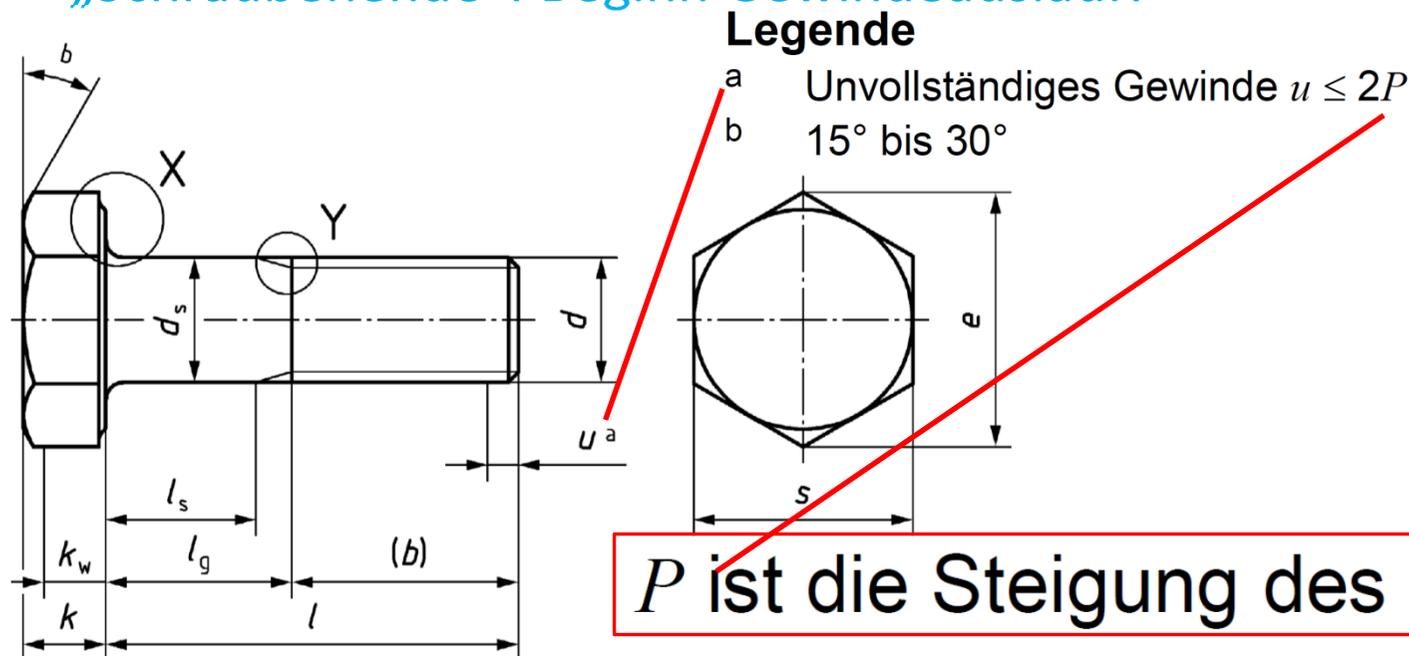
ANMERKUNG Der Index 5 bei  $R_{Z5}$  wurde hinzugefügt, um das arithmetische Mittel und die gemittelte Rauhtiefe der fünf einzelnen Profilelemente zu unterscheiden.



- 8.1 Werden Futterbleche aus Stahl zum Ausgleichen angeordnet, dürfen diese nicht dünner als 2→1 mm sein.
- 8.2.1 Es muss festgelegt werden, ob zur Mutternsicherung zusätzlich zum Anziehen andere Maßnahmen oder **Hilfsmittel→Elemente** zu verwenden sind.
- 8.2.1 Bei dünnwandigen Bauteilen, die einer erheblichen Schwingungsbeanspruchung ausgesetzt sind, wie z. B. bei Lager**gestellen**, müssen Schraubenverbindungen mit geringen Klemmlängen ein Sicherungselement besitzen. →
- Bei **Schraubenverbindungen**, die einer erheblichen Schwingungsbeanspruchung ausgesetzt sind, wie z. B. bei Lager**regalen**, und **ein geringes Verhältnis der Klemmlänge zum Schraubendurchmesser besitzen**, muss ein Sicherungselement verwendet werden.

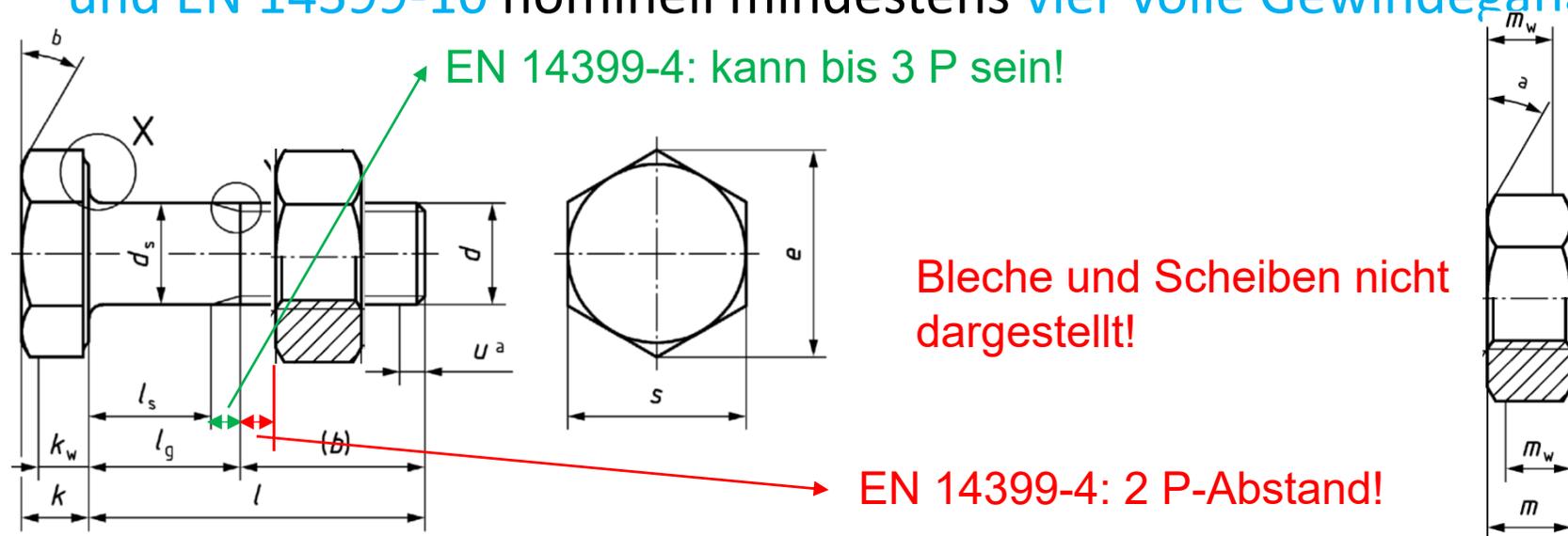
- **Neu:** Sofern nicht anders festgelegt, erfordern vorgespannte Garnituren keine zusätzlichen Sicherungselemente.
  - **Anmerkung zu:** *An Schrauben und Muttern darf nicht geschweißt werden, sofern nichts anderes festgelegt wird.*
  - Das gilt auch für gleichartige Teile wie Gewindebolzen (DIN 936-1).
- „**vorgespannte**“ statt „**planmäßig** vorgespannte“ Verbindungen;  
die Formulierung gab es nur in der deutschen Sprache

- **Anmerkung zu:** Für vorgespannte und nicht vorgespannte Garnituren muss die Länge des Gewindeüberstandes mindestens einen Gewindegang betragen, gemessen von der Außenseite der Muttern oder den zusätzlichen Sicherungselementen zum Schraubenende.
- „Schraubenende“: Beginn Gewindeauslauf!



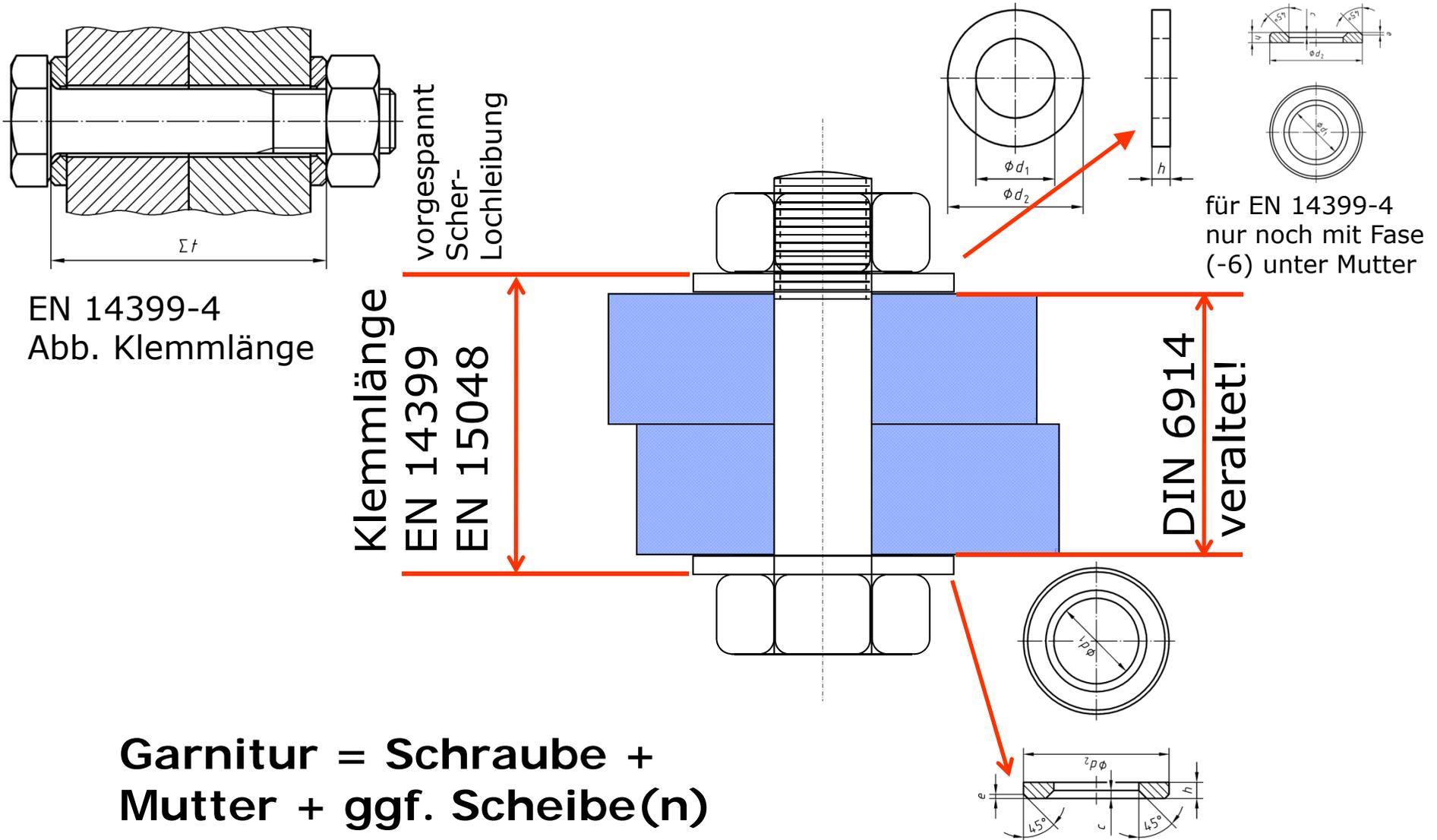
- **Anmerkung zu:** *Ist beabsichtigt, die Schertragfähigkeit der Verbindung im gewindefreien Teil des Schraubenschaftes auszunutzen, dann müssen die Schraubenabmessungen so festgelegt werden, dass die Toleranzen der Länge des gewindefreien Teils berücksichtigt sind.*
- ... und der Toleranzen der Blechdicken!

- Anmerkung zu:** Die tabellierten Nennklemmlängen und Nennpaket-dicken in der Normenreihe EN 14399 berücksichtigen, dass **zwischen der Auflagerfläche der Mutter und dem gewindefreien Teil des Schraubenschafts** bei Garnituren nach **EN 14399-4 und EN 14399-8** nominell mindestens **zwei volle Gewindegänge** und bei Garnituren nach **EN 14399-3, EN 14399-7 und EN 14399-10** nominell mindestens **vier volle Gewindegänge**

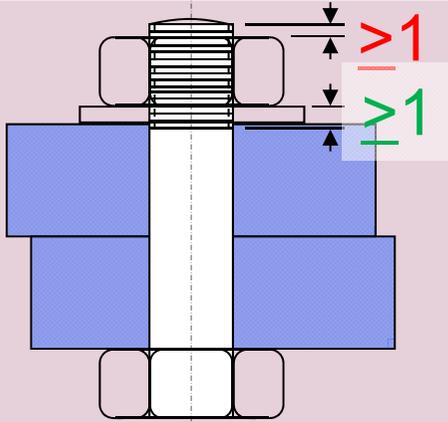
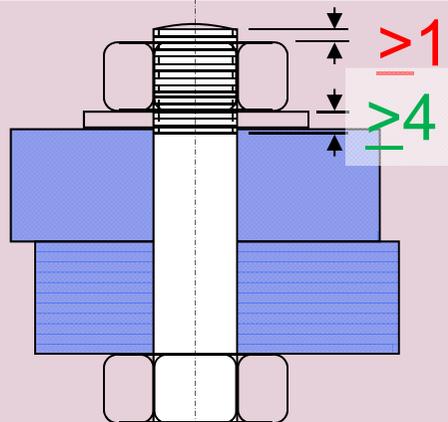
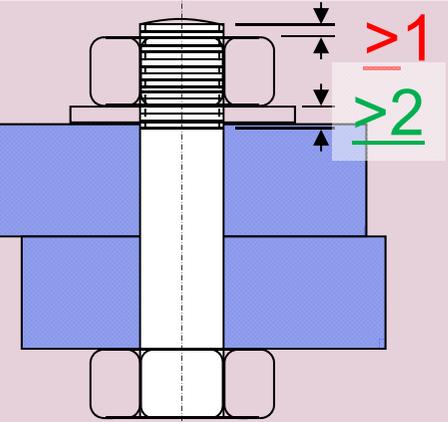


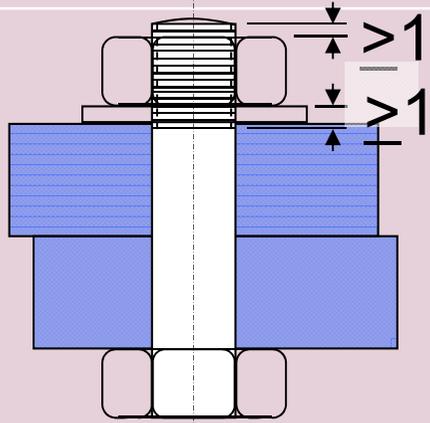
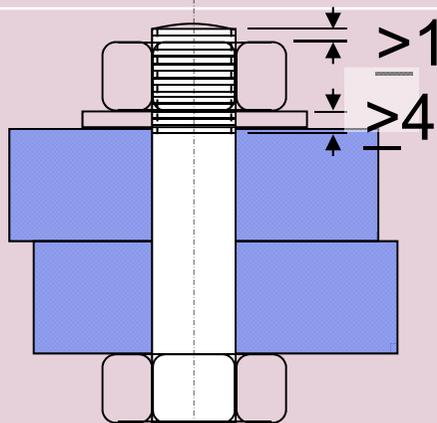
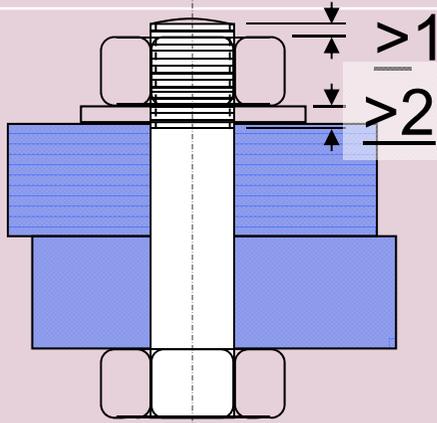
# Mechanische Verbindungsmittel

## Definition: Garnitur + Klemmlänge



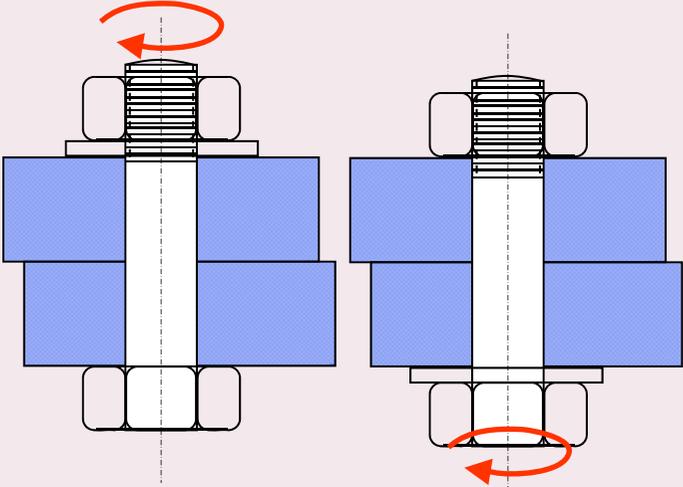
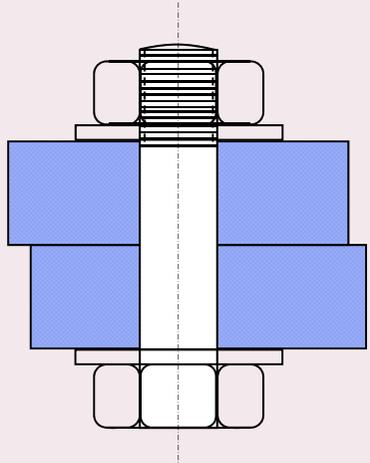
# 08 Mechanisches Verbinden

	nicht vorgespannt	vorgespannt	
	SB	HR: T-3+T-7	HV: T-4+T-8
Gewinde- überstand	1 Gewindegang bis zum Gewindeauslauf		
Gewinde- gänge zu Schaft	mindestens 1 Gewinde- gang zwischen Auflage- fläche der Mutter und dem gewindefreien Teil	mindestens 4 Gewinde- gänge zwischen Auflage- fläche der Mutter und dem gewindefreien Teil	mindestens 2 Gewinde- gänge zwischen Auflage- fläche der Mutter und dem gewindefreien Teil
			
Scheiben	Nur bei einschnittigen, einreihigen notwendig	8.8+10.9: auf der Seite wo angezogen wird	10.9: auf der Seite wo angezogen wird
		10.9 bei S235: beidseitig	

	nicht vorgespannt	vorgespannt	
	<b>SB</b>	<b>HR: T-3+T-7</b>	<b>HV: T-4+T-8</b>
			
Unterlegbleche	bei Langlöchern und übergroßen Löchern („über normalem Lochspiel“)		
Keilscheiben	Abweichung mehr als: a) 1/20 (3°) bei Schrauben mit $d \leq 20$ mm; b) 1/30 (2°) bei Schrauben mit $d > 20$ mm.		
Anpassung Klemmlänge	<b>Zusätzlich: (max.)</b> - 3 Scheiben ( $\Sigma t \leq 12$ mm) od. - 2 Scheiben+Unterlegblech	<b>Zusätzlich: (max.)</b> - 1 Unterlegblech ( $t \geq 4$ mm) + 1 Scheibe oder - 2 Scheiben ( $\Sigma t \leq 12$ mm) mind. 1 Scheibe auf der Seite an der angezogen wird	

Scheiben bei planmäßig vorgespannten Schrauben:

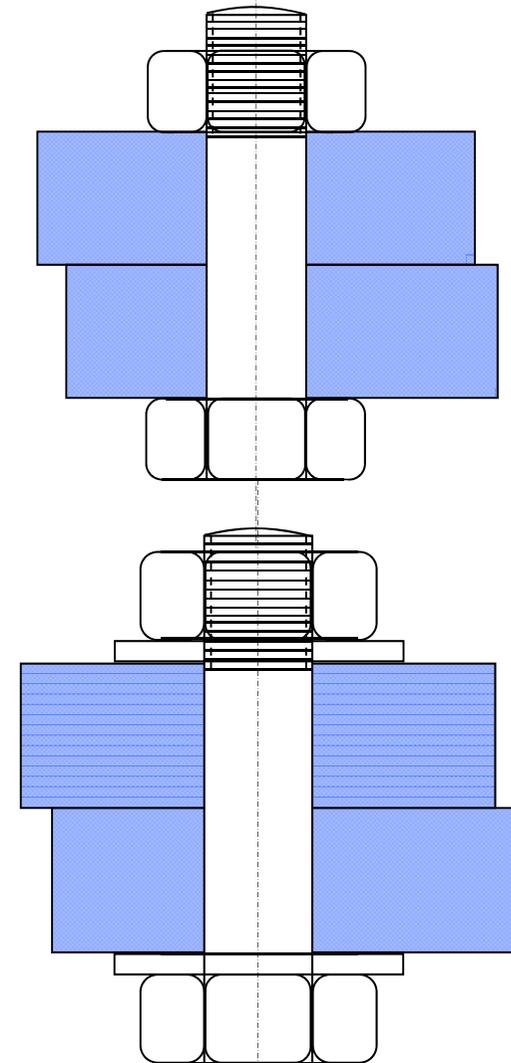
- Scheiben unter dem Schraubenkopf (**und bei HV und Mutter**) müssen gefast sein, die Fase muss zum Kopf zeigen

	8.8+10.9	10.9+S235
Scheibe	nur <b>eine</b> Scheibe unter Kopf oder Mutter erforderlich, <b>je nachdem wo gedreht wird</b>	Scheibe unter Kopf <b>und</b> Mutter erforderlich
		

- *Kopfseitig angeordnete Scheiben bei vorgespannten Schrauben müssen nach EN 14399-6 gefast und mit der Fase zum Schraubenkopf gewandt angeordnet sein. Scheiben nach EN 14399-5 dürfen nur mutterseitig eingesetzt werden.*
- **Vorsicht: Scheiben nach EN 14399-5 dürfen für EN 14339-4 gar nicht mehr eingesetzt werden.**

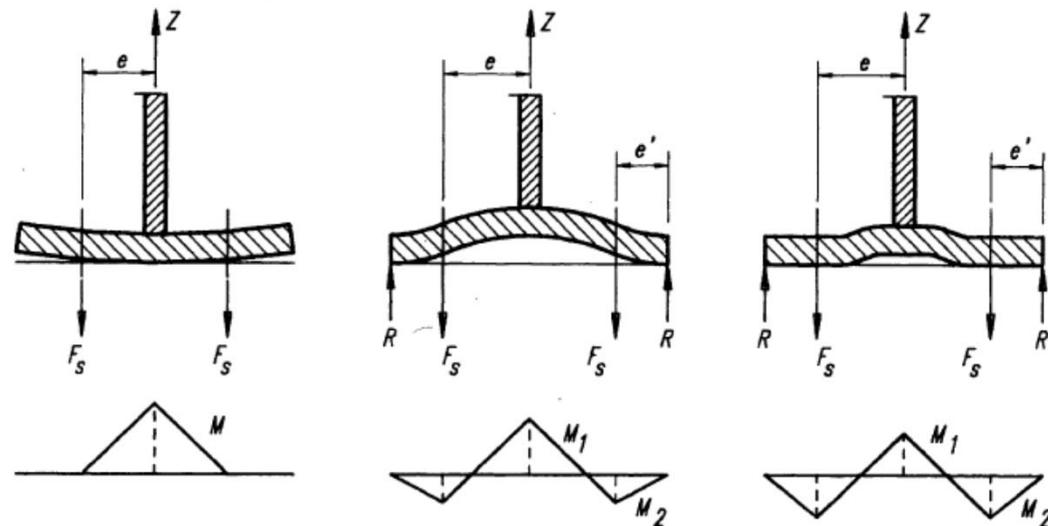
## Scheiben - bei **nicht vorgespannten** Verbindungen:

- Scheiben im Allgemeinen nicht erforderlich
- Bei **einschnittigen** Verbindungen mit **nur einer Schraubenreihe quer zur Krafrichtung**: Scheiben unter Kopf **und** Mutter erforderlich



- **8.3 Anziehen nicht vorgespannter Schraubengarnituren**
- Die verbundenen Bauteile sind so zusammenzuziehen, dass sie eine weitgehend flächige Anlage erreichen.
- Futterbleche dürfen eingesetzt werden, um eine Anpassung vorzunehmen.  
**Wenn im mittigen Bereich der Verbindung ein Anliegen der Kontaktflächen erreicht wird** und kein planmäßiger Kontaktstoß festgelegt ist, dürfen bei Ausgangsprodukten mit  $t \geq 4$  mm bei Blechen und Profilblechen und mit  $t \geq 8$  mm bei Profilquerschnitten **bis zu 4 mm große Spalte zwischen den Kanten** verbleiben.

- Anmerkung: Bei Kopfplatten
- verbindungen mit
- **weicher Kopfplatte** ist für die
- Entstehen der Abstützkräfte
- der Kontakt notwendig!



- ANMERKUNG
- Der Einsatz von Scheiben kann die örtliche Beschädigung von **metallischen** Überzügen verringern, insbesondere bei dicken Überzügen.
- **Das ist damit nicht gemeint!**
- **Metallisch!**



## 8.4 Kontaktflächen für gleitfeste Verbindungen

- Diese Anforderungen *gelten auch für Futterbleche*, die zum Ausgleich von Dickenunterschieden vorgesehen sind

### NEU:

- Oberflächen **feuerverzinkt** nach EN ISO 1461 und sweepgestrahlt (gesweept) (oder gleichwertiger Abrasionsprozess)

$$\mu = 0,35$$

- Oberflächen **feuerverzinkt nach EN ISO 1461 und sweepgestrahlt** (gesweept) **und mit Alkali-Zink-Silikat-Beschichtung** mit einer Nenndicke von 60  $\mu\text{m}$ .

$$\mu = 0,40$$

- **Nach wie vor Vorsicht, wenn Kriechen der Verbindung ein Kriterium ist!**

## 8.4 NEU:

Vor dem Zusammenbau sind die folgenden Vorsichtsmaßnahmen zu treffen:

*c) zwischen Scheiben und anliegenden Oberflächen sollten keine dicken Oberflächenbeschichtungen vorliegen (siehe Anhang I: Bei vorgespannten Schraubenverbindungen mit Kontaktflächen, auf denen die aufgetragene Beschichtung je Oberfläche dicker als 100  $\mu\text{m}$  ist oder aus einem besonders kriechanfälligen Material besteht, sollte der mögliche Vorspannkraftverlust überprüft werden.).*

- heißt auf Deutsch: „bleib unter 100 $\mu\text{m}$ “!

### 8.5.1 Formulierung!

*Eine Verzögerung des Anziehvorgangs auf Grund von **unkontrollierbaren Expositionsbedingungen kann** das Verhalten der Schmierung ändern; dieses sollte daher überprüft werden.*

**Heißt auf Deutsch:** Werden nicht vollständig angezogene Schraubengarnituren z.B. dem Regen ausgesetzt „rosten“ die Mutterninnengwinde und die Vorspannkraft wird nicht mehr erreicht (Drehmomentverfahren) oder aufgrund zu hoher Reibung wird die Garnitur abgedreht (Kombiniertes Verfahren)!

## 8.5.2 Referenz-Drehmomente

$$M_{r,1} = 0,125 d F_{p,C} \quad \text{war früher } 0,13$$

Es stellt sich damit die Frage ob im NA zum Eurocode 3-1-8 hier etwas geändert werden muss.

## Drehmomentverfahren

erster Anziehschritt: Anziehmoment **0,75  $M_{r,i}$**

**Daher „Voranziehschritt“ ist „handfest“**

- *Dieser erste Anziehschritt muss für alle Schrauben in einer Verbindung vollständig durchgeführt sein, bevor mit dem zweiten Anziehschritt begonnen wird*
- - das bedeutet um vollständig zu sein, muss man **ev. mehrere Durchgänge** mit 0,75 durchführen!
- **Gesamtnenddicke „t“ der zu verbindenden Teile einschließlich aller Futterbleche und Scheiben = „KLEMMLÄNGE“**

## 8.8 besondere Verbindungsmittel und Verbindungsmethoden

- **Gewindebolzen im Sinn der EN 13918!** (PD, RD „threaded studs“; das sind Schweißbolzen) und nicht der DIN 976-1 („Metric thread stud bolts“), umgangssprachlich falsch als „Gewindestangen“ (zurückgezogene DIN 975; für Bestandsobjekte) bezeichnet.
- Gewindebolzen besitzen keine CE-Kennzeichnung!
  - Passung Außengewinde zu Innengewinde der Mutter (keine Garnitur) ist nicht geprüft
  - Abminderung der Zugkraft gemäß Eurocode!

## **8.9 Verschleiß und Fressen bei nichtrostenden Stählen**

*Folgende Vorgehensweisen dürfen angewendet werden, um Verschleißprobleme zu vermeiden:*

*a) unterschiedliche, genormte Sorten von nichtrostendem Stahl können verwendet werden, die sich hinsichtlich Kaltverfestigungs-grad und Härte voneinander unterscheiden (z. B. folgende Kombinationen von Schraube und Mutter: A4-50/A4-80 nach EN ISO 3506-1 und EN ISO 3506-2);*

### **„Mutter höhere Festigkeit als Schraube“!**

*d) Verwendung einer verschleißarmen nichtrostenden Stahlsorte (wie z. B. **S 21800**) für eine oder beide der zusammentreffenden Oberflächen.*

- **Amerikanische Stahlsorte! Nitriert!**
- **Anwendung nur bei tiefer reichender Fachkenntnis!**
- **(nicht „nur“ Verkäufer, Maschinenbauer, Schraubenhersteller) Eignung in Bezug auf Bau-Bemessungsnormen notwendig**