



Southern California Edison Company

23 PARKER STREET
IRVINE, CALIFORNIA 92718

F. R. NANDY
MANAGER OF NUCLEAR LICENSING

July 7, 1990

TELEPHONE
(714) 587-5400

U. S. Nuclear Regulatory Commission
Attention: Document Control Desk
Washington, D. C. 20555

Gentlemen:

Subject: Docket No. 50-206
Thermal Shield Support System Replacement
San Onofre Nuclear Generating Station
Unit 1

This letter provides clarification of our future thermal shield monitoring and inspection programs. The enclosures to this letter also provide the following information which was requested by the NRC in the May 7, 1990 meeting and the June 25 to 27, 1990 meetings:

- Enclosure 1 provides the German specification for Austenitic Stainless Steel 316 Ti and an English translation of parts of the specification which discuss the chemical composition and mechanical properties of this material.
- Enclosure 2 provides the procedure for qualification tests for different interference fits for dowel pins and bolts. These tests are currently underway in Germany.
- Enclosure 3 provides the Modified Housner Earthquake response spectra at the reactor support elevation.

In response to your recent telephone request for formal documentation concerning our plans for future thermal shield monitoring and inspection programs, SCE will submit a proposed change to permanently incorporate these programs in the technical specifications. The proposed change will provide for a permanent thermal shield monitoring program beyond Cycle 11 and an inspection program to be performed during every refueling outage. This proposed change will be submitted for your review approximately nine months after return to service from the current Cycle 11 refueling outage. This schedule allows time for data collection and analysis to ensure that the long-term monitoring program incorporates appropriate operational data.

9007120029 900707
PDR ADDCK 05000206
Q PDC

A001
111



Document Control Desk

-2-

July 7, 1990

If you have any questions or desire further information, please let me know.

Very truly yours,

Enclosure:

cc: J. B. Martin, Regional Administrator, NRC Region V
C. Caldwell, NRC Senior Resident Inspector, San Onofre
Units 1, 2 and 3

ENCLOSURE 1
SPECIFICATION FOR SS 316 TI

SPECIFICATIONS FOR STAINLESS STEEL FASTENERS

The German specification for bolt and nut stock places Austenitic Stainless Steels in three groups A1, A2, and A4. The information in the following tables were translated from the "Taschenbuch 55 - Deutsches Institut fur Normung (DIN) 267 Teil 11" German Institute for Standards 267 part 11, handbook 55.

Table 2 of DIN 267 part 11 provides the chemical composition for Austenitic Stainless Steel Groups A1, A2, and A4.

Table (2) Chemical Properties of Austenitic Stainless Steels

Steel Group	Chemical Composition in % ¹⁾								Notes
	C	Si	Mn	P	S	Cr	Mo ⁸⁾	Ni	
A1	0.12	1.0	2.0	0.20	0.15 to 0.35	17.0 to 19.0	0.6	8.0 to 10.0	2), 3)
A2	0.08	1.0	2.0	0.05	0.03	17.0 to 20.0		8.0 to 13.0	3), 4), 5), 7)
A4	0.08	1.0	2.0	0.06	0.03	16.0 to 18.5	2.0 to 3.0	10.0 to 14.0	3), 4), 5)

Notes:

- 1) Maximum value if not stated otherwise.
- 2) Sulfur can be substituted by Selenium.
- 3) Can have Titanium $\geq 5 \times C$ up to 0.8%.
- 4) Can have Niobium and/or Tantalum $\geq 10 \times C$ up to 1%.
- 5) Can have Copper up to a maximum of 4%.
- 7) Molybdenum is optional.
- 8) For special applications the Molybdenum content should be specified by the buyer in writing.

Stainless Steel 316 and 316 Ti fall into one of the above categories.

The Mechanical properties of bolts and nuts made of steel groups A1, A2, or A4 are given in table (4) of DIN 267 part 11.

TABLE (4) OF DIN 267, PART 11

MECHANICAL PROPERTIES

MTL GROUP	STEEL GROUP	PROPERTY CLASS	DIA. RANGE	SCREWS OR BOLTS			NUT TENSION TEST N/mm ²
				TENSIONS N/mm ² MIN ¹⁾	0.2% PERMIT ELONG LIMIT N/mm ² MIN ²⁾	ULTIMATE ELONG mm MIN d=DIA.	
AUST-ENITIC SS	A1, A2 & A4	50	≤39	500	210	0.6d	500
		70	≤20	700	450	0.4d	700
			>20 ≤30 ³⁾	500	250	0.4d	500
		80	≤20 ³⁾	800	600	0.3d	800

Notes:

- 1) All values have been calculated and are referenced to the cross sectional tension of the thread (Attachment C).
- 2) The deformation by breaking is determined or must be consistent with the test method in Section 6.4 also see Attachment D.
- 3) For the thread diameters over 30mm and 20mm, the tensile strength must be agreed upon between the ordering party and the manufacturing party. However, other values for the 0.2% elongation limit are possible with the pull strengths from Table 4.

As shown in table (4) above, the mechanical properties of SS 316 and SS 316 Ti (groups A1, A2, and A4) are identical and only vary with the cold work.

GERMAN SPECIFICATION
FOR AUSTENITIC STAINLESS STEEL BOLTS
(DIN 267 PART 11, HANDBOOK 55)

Indes-
n und
ch zu
g von
(1975)
DIN-
ender

nder-
ch bis
Über-

e Zu-
n des
Mutter
Null-
gehen
über-
ange-
ndung
erung
ver-
s Ab-
muß.

traus-
nicht
abso-
Meß-
Meß-
Meß-
0 933
ohnor-
n ge-
erfahr-
oder

Mechanische Verbindungselemente Technische Lieferbedingungen mit Ergänzungen zu ISO 3506 Teile aus rost- und säurebeständigen Stählen		DIN 267 Teil 11
---	--	-------------------------------------

Corrosion resistant stainless steel fasteners; Specifications

Diese Norm enthält in deutscher Übersetzung alle Festlegungen der Internationalen Norm ISO 3506 – 1979 Corrosion-resistant stainless steel fasteners; Specifications mit nationalen Ergänzungen. Diese sind durch Rasterung gekennzeichnet. Eine unveränderte Übernahme der ISO-Norm als DIN-ISO-Norm war zum gegenwärtigen Zeitpunkt nicht möglich, weil die bisherige Fassung von DIN 267 Teil 11 weitere Festlegungen enthielt, die in der ISO-Norm nicht erwähnt sind und auf die national nicht verzichtet werden kann. Es handelt sich dabei vor allem um mechanische Eigenschaften für Verbindungselemente der austenitischen Stahlgruppen A 2 und A 4 mit Gewinden über M 20 bis M 30 in der Festigkeitsklasse 70 (siehe Tabelle 4). Ferner enthält die ISO-Norm keine Angaben über die 0,2 %-Dehngrenze bei erhöhten Temperaturen (siehe Tabelle 6). Die Kennzeichnung wurde gegenüber den bisherigen Festlegungen in DIN 267 Teil 11 entsprechend der neuen Einteilung der Festigkeitsklassen geändert. Im neuen Kennzeichen nennen die letzten beiden Ziffern 1/10 der Mindestzugfestigkeit in N/mm². Diese Ziffern sind jetzt auch im Kennzeichen der Verbindungselemente aus austenitischen Stählen der Festigkeitsklasse 70 anzugeben, die als Regelfall gilt. Im Gegensatz zu den bisherigen Festlegungen in DIN 267 Teil 11 sind die Bruchdehnungen nicht mehr in Prozent der Klemmlänge, sondern in Millimeter angegeben. Dadurch erübrigt sich die Umrechnung von gemessenen auf prozentuale Werte. Die Bruchdehnungen sind bei Teilen aus rost- und säurebeständigen Stählen herstellungsabhängig und im Anhang D für Schrauben mit Gewindedurchmessern von 5 bis 39 mm aufgeführt. Zu den im Anhang A und B genannten Stählen nach ISO 683/XIII und ISO 4954 wurden zur Information vergleichbare Stähle nach DIN 17 440 und DIN 1654 angegeben.

Inhalt

	Seite		Seite
1 Geltungsbereich	1	Anhänge	
2 Verweis auf andere Normen	2	A Chemische Zusammensetzung von rost- und säurebeständigen Stählen (Auszug aus ISO 683/XIII)	9
3 Bezeichnung, Kennzeichnung, Oberflächen- ausführung und magnetische Eigenschaften	2	B Chemische Zusammensetzung von rost- und säurebeständigen Stählen für Kaltumformung (Auszug aus ISO 4954)	10
4 Chemische Zusammensetzung der Werkstoffe	4	C Schraubengewinde Spannungsquerschnitte entsprechend ISO 898/I (siehe DIN ISO 898 Teil 1)	11
5 Mechanische Eigenschaften	5	D Bruchdehnungswerte	12
6 Prüfverfahren	7		
7 Hinweise für Anwender	8		

1 Geltungsbereich

Die Festlegungen dieser Norm gelten für mechanische Verbindungselemente (in erster Linie Schrauben und Muttern) als Fertigteile aus rost- und säurebeständigen Stählen

- mit Gewinde-Neendurchmessern von 1,6 bis 39 mm
- für alle metrischen ISO-Gewinde nach ISO 68 (DIN 13 Teil 19) sowie mit Durchmessern und Steigungen nach ISO 262 (DIN 13 Teil 13)
- beliebiger Formen

und ferner für Muttern jeder Ausführung, unter der Voraussetzung, daß

- Schlüsselweiten oder Außendurchmesser nicht kleiner sind als 1,45 X Gewinde-Neendurchmesser und
- die tragende Gewindelänge mindestens 0,6 X Gewinde-Neendurchmesser beträgt.

Fortsetzung Seite 2 bis 12

Die Norm definiert keine Korrosion oder Korrosionsbeständigkeit in bestimmter Umgebung. Sie legt nur Stahlgruppen für Verbindungselemente aus korrosionsbeständigen Stählen fest. Einige Stähle haben mechanische Eigenschaften, die sie an Luft für Einsätze bei Temperaturen bis zu -200°C geeignet machen. Einige Stähle haben darüber hinaus eine Temperaturbeständigkeit, die sie an Luft für Einsätze bei Temperaturen bis zu $+800^{\circ}\text{C}$ geeignet machen.

Werden bestimmte Anforderungen an die Korrosionsbeständigkeit sowie an die mechanischen Festigkeitswerte für den Einsatz bei höheren Temperaturen oder bei Temperaturen unter 0°C gestellt, müssen diese zwischen Besteller und Lieferer vereinbart werden.

2 Verweis auf andere Normen

ISO 68	ISO-Gewinde, allgemeine Anwendung; Grundprofil (siehe DIN 13 Teil 19)
ISO/R 79	Brinell-Härteprüfung von Stahl (siehe DIN 50 351)
ISO/R 80	Rockwell-Härteprüfung von Stahl (A und B Skala) (siehe DIN 50 103)
ISO/R 81	Vickers-Härteprüfung von Stahl (siehe DIN 50 133)
ISO/R 82	Zugversuch an Stahl (siehe DIN 50 145)
ISO 262	Metrisches ISO-Gewinde ab 1 mm Durchmesser; Auswahl für Schrauben und Muttern (siehe DIN 13 Teil 13)
ISO 898/I	Mechanische Eigenschaften von Verbindungselementen; Schrauben (siehe DIN ISO 898 Teil 1)
ISO 898/II	Mechanische Eigenschaften von Verbindungselementen; Muttern (siehe DIN ISO 898 Teil 2; z. Z. noch Entwurf)

ISO 683:XIII Für eine Wärmebehandlung bestimmte Stähle; Legierte Stähle und Automatenstähle, Teil 13; Nichtrostende Stähle (siehe DIN 17 440)

ISO 3651 Rost- und saurebeständige austenitische Stähle; Beständigkeit gegen interkristalline Korrosion (eine entsprechende Deutsche Norm ist in Vorbereitung)

ISO 4954 Kaltstauch- und Kaltfließpreßstähle (siehe DIN 1654)

3 Bezeichnung, Kennzeichnung, Oberflächen-ausführung und magnetische Eigenschaften

3.1 Bezeichnung

Die Bezeichnung von Verbindungselementen aus rost- und säurebeständigen Stählen ist in Tabelle 1 festgelegt. Die Stahlgruppen und Festigkeitsklassen werden mit einer vierstelligen Buchstaben- und Ziffernfolge bezeichnet. Der Buchstabe bezeichnet die allgemeine Klassifikation der Stahlgruppe wie folgt:

- A für austenitische Stähle
- C für martensitische Stähle
- F für ferritische Stähle

Die erste Ziffer nach dem Buchstaben bezeichnet den Legierungstyp innerhalb der Gruppen A, C und F. Die letzten zwei Ziffern bezeichnen die Festigkeitsklasse, z. B.:

- 1) A 2 – 70 austenitischer Stahl, kaltverfestigt, Zugfestigkeit mindestens 700 N/mm^2
- 2) C 4 – 70 martensitischer Chromstahl, vergütet, Zugfestigkeit mindestens 700 N/mm^2

In den Stahlgruppen A 2 und A 4 ist die Festigkeitsklasse 70 der Regelfall.

3.2 Ker
3.2.1 S
Sechskar
sechskar
sprechen
deutlich
lichtst au
auch für
wenn die
Die Ken
keitsklas
halten (s
Weitere
oder au
Diese zu
spruch z
zur Ident

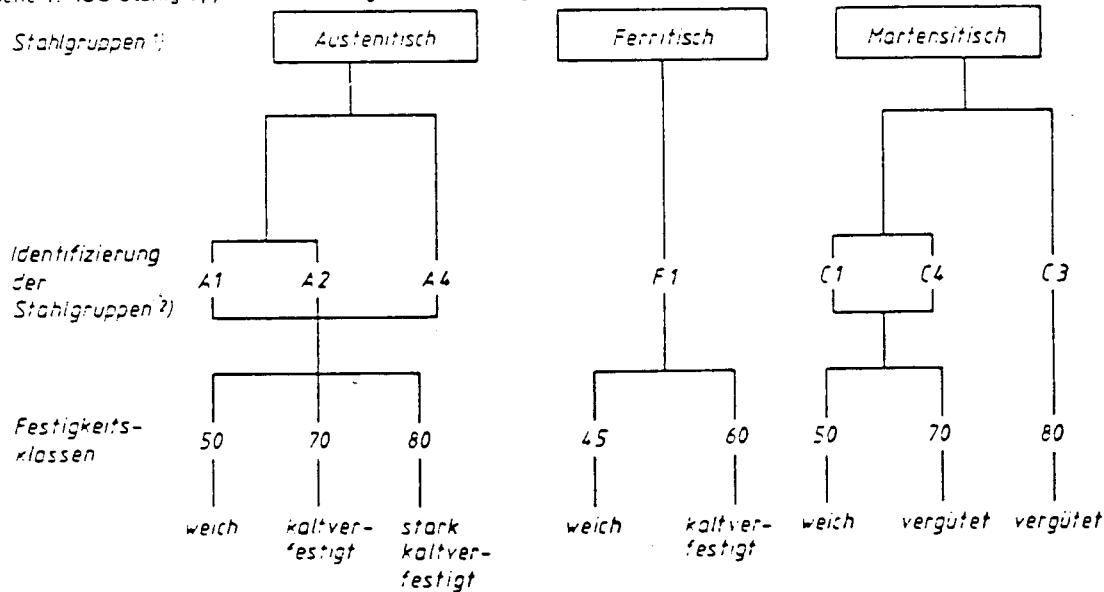
Bild 1.

Bild 2.

Für die
Teil 1

*) Z. 2

Tabelle 1. ISO-Stahlgruppen-Bezeichnung für Verbindungselemente aus rost- und säurebeständigen Stählen



1) Siehe Tabelle 2 über die chemische Zusammensetzung der Werkstoffe

2) Für ISO-Stähle siehe ISO 683:XIII (Anhang A) und ISO 4954 (Anhang B)

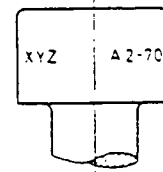
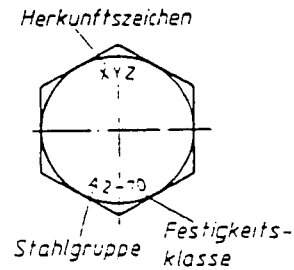
3.2 Kennzeichnung

3.2.1 Schrauben

Sechskantschrauben und Zylinderschrauben mit Innensechskant und Gewindedurchmessern ab 5 mm sind entsprechend dem Bezeichnungssystem nach Abschnitt 3.1 deutlich zu kennzeichnen. Die Kennzeichnung soll möglichst auf dem Schraubenkopf angebracht sein und kann auch für andere Arten von Schrauben angewendet werden, wenn dies technisch möglich ist.

Die Kennzeichnung muß die Stahlgruppe und die Festigkeitsklasse sowie zusätzlich das Herkunftszeichen enthalten (siehe Bild 1).

Weitere Kennzeichen können nach Wahl des Herstellers oder auf besondere Vereinbarung angebracht werden. Diese zusätzlichen Kennzeichen dürfen nicht im Widerspruch zu anderen genormten Kennzeichen oder Zeichen zur Identifizierung stehen.



Alternative Kennzeichnung
für Zylinderschrauben
mit Innensechskant

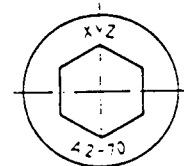
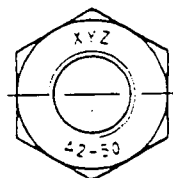
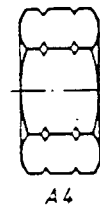
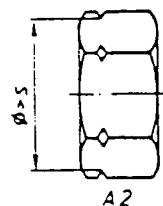
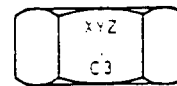


Bild 1. Beispiele für die Kennzeichnung von Schrauben



Festigkeitsklasse nur bei
Muttern geringer Festigkeit
(siehe Abschnitt 3.2.3)



Alternative Kennzeichnung
für Muttern der Stahl-
gruppen A 2 und A 4
s = Schlüsselweite

Bild 2. Beispiele für die Kennzeichnung von Muttern

Für die Kennzeichnung von Teilen mit Linksgewinde wird auf ISO 898/1 und ISO 898/II verwiesen (siehe DIN ISO 898 Teil 1 und Teil 2 *).

*) Z. Z. noch Entwurf

3.2.4 Kennzeichnung der Verpackungen

Alle Verpackungen und Packungsbehälter müssen mit der vollständigen Kennzeichnung der verpackten Teile versehen sein.

3.3 Oberflächenbehandlung

Verbindungselemente aus rost- und saurebeständigen Stählen müssen metallisch blank sein, soweit nicht andere Vereinbarungen getroffen sind.

3.4 Magnetische Eigenschaften

Verbindungselemente aus austenitischen Stählen sind im allgemeinen nicht magnetisierbar. Durch Kaltumformung kann eine gewisse Magnetisierbarkeit vorliegen.

4 Chemische Zusammensetzung der Werkstoffe

Die chemische Zusammensetzung der Stähle, die für die einzelnen Stahlgruppen geeignet sind, ist in Tabelle 2 angegeben.

Die Wahl der Stahlsorten innerhalb einer Stahlgruppe bleibt dem Hersteller überlassen; es sei denn, der Besteller hat besondere Stähle nach ISO Normen oder nationalen Normen vorgeschrieben.

Andere Stahlsorten können verwendet werden, wenn am Fertigteil alle physikalischen und mechanischen Eigenschaften und die entsprechende Korrosionsbeständigkeit erreicht werden. Nur wenn alle diese Bedingungen eingehalten sind, dürfen Fertigteile mit dem Kennzeichen nach Abschnitt 3 versehen werden.

Verbindungselemente aus austenitischen Stählen der Stahlgruppen A 2 und A 4 dürfen keine Korngrenzenkarbide aufweisen und müssen den Bedingungen der Prüfung auf interkristalline Korrosion nach ISO 3651 (eine entsprechende Deutsche Norm ist in Vorbereitung) genügen.

Verbindungselemente der Stahlgruppe A 1 können ebenfalls in einer Ausführung geliefert werden, die beständig gegen interkristalline Korrosion ist, wenn diese Ausführung vorher mit dem Hersteller vereinbart wurde.

Tabelle 2. Chemische Zusammensetzung

Werkstoffgruppe	Stahlgruppe	Chemische Zusammensetzung in % ¹⁾								Bemerkung
		C	Si	Mn	P	S	Cr	Mo ⁸⁾	Ni	
Austenitisch	A 1	0,12	1,0	2,0	0,20	0,15 bis 0,35	17,0 bis 19,0	0,6	8,0 bis 10,0	2), 3)
	A 2	0,08	1,0	2,0	0,05	0,03	17,0 bis 20,0		8,0 bis 13,0	3), 4), 5), 7)
	A 4	0,08	1,0	2,0	0,05	0,03	16,0 bis 18,5	2,0 bis 3,0	10,0 bis 14,0	3), 4), 5)
Martensitisch	C 1	0,09 bis 0,15	1,0	1,0	0,05	0,03	11,5 bis 14,0		1,0	6)
	C 3	0,17 bis 0,25	1,0	1,0	0,04	0,03	16,0 bis 18,0		1,5 bis 2,5	
	C 4	0,08 bis 0,15	1,0	1,5	0,06	0,15 bis 0,35	12,0 bis 14,0	0,6	1,0	2), 6)
Ferritisch	F 1	0,12	1,0	1,0	0,04	0,03	15,5 bis 18,0		0,5	3), 4), 7)

1) Maximalwerte, soweit nicht andere Angaben gemacht sind.

2) Schwefel kann durch Selen ersetzt werden.

3) Kann Titan $\geq 5 \times C$ bis 0,8 % enthalten.

4) Kann Niob (Columb) und/oder Tantal $\geq 10 \times C$ bis maximal 1 % enthalten.

5) Kann Kupfer bis maximal 4 % enthalten.

6) Der Kohlenstoff kann nach Wahl des Herstellers höher liegen, soweit dies besonders bei größeren Durchmessern zum Erreichen der mechanischen Festigkeiten erforderlich ist.

7) Molybdän nach Wahl des Herstellers zulässig.

8) Falls für bestimmte Anwendungen ein maximaler Gehalt an Molybdän erforderlich ist, muß dies bei der Bestellung vom Besteller vorgeschrieben werden.

5 Mechanische Eigenschaften

5.1 Prüfprogramme für die Annahmeprüfung

5.1.1 Schrauben und andere Verbindungselemente mit Gewinde bis M 5

Für die Annahme von Schrauben und anderen Verbindungselementen mit Gewinde bis M 5 gelten folgende Prüfungen

- Zugfestigkeit (Mindestwerte siehe Tabelle 3 und 4, Durchführung siehe Abschnitt 6.2)
- Bruchdrehmoment (Mindestwerte siehe Tabelle 5; Durchführung siehe Abschnitt 6.5) (Werte für den Torsionsversuch sind nur für die austenitischen Stahlgruppen gegeben.)

5.1.2 Schrauben und andere Verbindungselemente mit Gewinde über M 5

Für die Annahme von Schrauben und anderen Verbindungselementen mit Gewinde über M 5 gelten folgende Prüfungen

- Zugfestigkeit (Mindestwerte siehe Abschnitt 6.2)
- 0,2 %-Dehngrenze (Streckgrenze) (Mindestwerte siehe Abschnitt 6.3)
- Bruchdehnung (Mindestwerte siehe Abschnitt 6.4)
- Härteprüfungen, anwendbar nur für die Stahlgruppen C 1, C 3 und C 4 im vergüteten Zustand (siehe Abschnitt 6.7)

5.1.3 Muttern oder Gewindedurchmesser

Für die Annahme von Muttern aller Gewindedurchmesser gelten folgende Prüfungen

- Prüfkraftversuch mit Kräften entsprechend der Mindestzugfestigkeit der zugehörigen Festigkeitsklasse der Schraube (siehe Abschnitt 6.6)
- Härteprüfungen, anwendbar nur für die Stahlgruppen C 1, C 3 und C 4 im vergüteten Zustand (siehe Abschnitt 6.7)

5.2 Mechanische Festigkeitswerte

Die Werte für die mechanischen Eigenschaften für die verschiedenen Stahlgruppen und Festigkeitsklassen sind in den Tabellen 3, 4, 5 und in Tabelle 6 festgelegt.

Diese Werte gelten nur für Verbindungselemente (Schrauben) mit Längen bis 8 X Gewinde-Nenn Durchmesser (8 X d) für A 1 – 70, A 2 – 70 und A 4 – 70, für A 1 – 80, A 2 – 80 und A 4 – 80 sowie F 1 – 60.

Die Längenbegrenzung gilt nicht für Verbindungselemente der Festigkeitsklasse A 1 – 50, A 2 – 50, A 4 – 50, C 1 – 50 und C 4 – 50 sowie F 1 – 45 (im weichen Zustand), ferner nicht für die Festigkeitsklassen C 1 – 70 und C 4 – 70 sowie C 3 – 80 (im vergüteten Zustand).

Für kaltumgeformte Verbindungselemente größerer Längen sind die Festigkeitswerte zwischen Besteller und Lieferer zu vereinbaren. Sie sind abhängig von der Stahlgruppe und dem Herstellverfahren.

Tabelle 3. Mechanische Eigenschaften von Verbindungselementen der martensitischen und ferritischen Stahlgruppen

Werkstoff- gruppe	Stahl- gruppe	Festig- keits- klasse	Schrauben			Muttern	Schrauben, Stiftschrauben und Muttern						
			Zug- festig- keit R_m ¹⁾ N.mm ² min.	0,2 %- Dehngrenze: $R_{0,02}$ ¹⁾ N.mm ² min.	Bruch- dehnung A_L ²⁾ mm min.		Prüf- spannung S_p N.mm ²	Härte					
								HV		HB		HRC	
min.		max.		min.		max.		min.		max.			
Martens- itisch	C 1	50	500	250	0,2 d	500	—	—	—	—	—	—	
		70	700	410	0,2 d	700	220	330	209	314	20	34	
	C 3	80	800	640	0,2 d	800	240	340	228	323	21	35	
		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
	C 4	50	500	250	0,2 d	500	—	—	—	—	—	—	
		70	700	410	0,2 d	700	220	330	209	314	20	34	
Ferritisch	F 1 ³⁾	45	450	250	0,2 d	450	—	—	—	—	—	—	
		60	600	410	0,2 d	600	—	—	—	—	—	—	

1) Alle Werte sind berechnet und bezogen auf den Spannungsquerschnitt des Gewindes (siehe Anhang C)

2) Die Bruchdehnung wird bestimmt in Übereinstimmung mit den Prüfverfahren nach Abschnitt 6.4 an der jeweiligen Länge der Schraube und nicht an abgedrehten Proben mit einer Meßlänge von 5 d (siehe Anhang D).

3) Für die Stahlgruppe F 1 ist M 24 der größte Durchmesser.

¹⁾ Alle Werte sind berechnet und bezogen auf den Spannungsquerschnitt des Gewindes (siehe Anhang C)

²⁾ Die Bruchdehnung wird bestimmt in Übereinstimmung mit den Prüfverfahren nach Abschnitt 6.4 an der jeweiligen Länge der Schraube und nicht an abgedrehten Proben mit einer Meßlänge von 5 d (siehe Anhang D).

³⁾ Für die Stahlgruppe F 1 ist M 24 der größte Durchmesser.

Tabelle 4. Mechanische Eigenschaften für Verbindungselemente der austenitischen Stahlgruppen

Werkstoffgruppe	Stahlgruppe	Festigkeitsklasse	Durchmesserbereich	Schrauben			Muttern
				Zugfestigkeit R_m ¹⁾ N/mm ² min.	0,2 %-Dehngrenze $R_{p0,2}$ ¹⁾ N/mm ² min.	Bruchdehnung A_L ²⁾ mm min.	Prüfspannung S_p N/mm ²
Austenitisch	A 1, A 2 und A 4	50	≤ M 39	500	210	0,6 d	500
		70	≤ M 20	700	450	0,4 d	700
			> M 20 ≤ M 30 ³⁾	500	250	0,4 d	500
		80	≤ M 20 ³⁾	800	600	0,3 d	800

1) Alle Werte sind berechnet und bezogen auf den Spannungsquerschnitt des Gewindes (siehe Anhang C).
 2) Die Bruchdehnung wird bestimmt in Übereinstimmung mit den Prüfverfahren nach Abschnitt 6.4 an der jeweiligen Länge der Schraube und nicht an abgedrehten Proben mit einer Meßlänge von 5 d. Werte für die Bruchdehnung siehe Anhang D.
 3) Für Durchmesser über M 30 bzw. M 20 müssen die Festigkeitswerte zwischen Besteller und Hersteller besonders vereinbart werden, weil bei den Zugfestigkeiten nach Tabelle 4 andere Werte für die 0,2 %-Dehngrenze möglich sind.

Tabelle 5. Mindestbruchdrehmomente (T_m) für Schrauben bis M 5 in den Stahlgruppen A 1, A 2 und A 4

Gewinde- Nenngröße	Mindestbruchdrehmomente		
	Festigkeitsklasse 50	Festigkeitsklasse 70	Festigkeitsklasse 80
	N m	N m	N m
M 1,6	0,15	0,2	0,27
M 2	0,3	0,4	0,56
M 2,5	0,6	0,9	1,2
M 3	1,1	1,6	2,1
M 4	2,7	3,8	4,9
M 5	5,5	7,8	10,0

Mindestbruchdrehmomente für andere Stahlgruppen und Festigkeitsklassen sind zwischen Besteller und Lieferer zu vereinbaren.

Tabelle 6. 0,2 %-Dehngrenze ($R_{p0,2}$) und Streckgrenze (R_{eL}) bei höheren Temperaturen in % der Werte bei Raumtemperatur (siehe Tabelle 3 und Tabelle 4)

Stahlgruppe	+ 100 °C	+ 200 °C	+ 300 °C	+ 400 °C
A 2, A 4	85 ¹⁾	80 ¹⁾	75 ¹⁾	70 ¹⁾
C 1	95	90	90	65
C 3	90	85	80	60

1) Diese Werte gelten nur für Verbindungselemente der Festigkeitsklasse 70, für die Festigkeitsklasse 50 gelten die Werte nach DIN 17 440.

Verbindungselemente der Stahlgruppen A 1, F 1 und C 4 werden bei höheren Temperaturen üblicherweise nicht eingesetzt.

6 P
6.1
führe
klein
Alle
masch
Aufn
meid
6.2
Der
durch
DIN
Die z
mit e
Diese
ben)
muß
1 d b
mind
reich
der A
der E

Bild 1

6.3

Die
Schra
ist n
mit
Gewi

6 Prüfverfahren

6.1 Alle Längenmessungen sind mit Verfahren durchzuführen, die eine Ablesegenauigkeit von $\pm 0,05$ mm und kleiner zulassen.

Alle Zugversuche und Prüfkraftversuche sind mit Prüfmaschinen durchzuführen, die eine selbstzentrierende Aufnahme haben, um nichtaxiale Belastungen zu vermeiden (siehe Abschnitte 6.2, 6.3, 6.4, 6.6 und Bild 3).

6.2 Bestimmung der Zugfestigkeit R_m

Der Zugversuch ist an ganzen Schrauben (Fertigteile) durchzuführen. Prüfverfahren nach ISO 82 (siehe DIN 50 145) und ISO 898.1 (siehe DIN ISO 898 Teil 1).

Die zu prüfende Schraube ist in die Gewindeaufnahme mit einer Tiefe von $\approx 1 \times d$ einzuschrauben (siehe Bild 3).

Dieser Versuch ist nur für Verbindungselemente (Schrauben) mit Längen $\geq 2 d$ durchführbar. Bei der Prüfung muß die freie, zu belastende Gewindelänge mindestens $1 d$ betragen. Die gemessenen Zugfestigkeitswerte müssen mindestens die Werte nach Tabelle 3 und Tabelle 4 erreichen, unabhängig von der Lage des Bruches zwischen der Auflagefläche des Schraubenkopfes und dem Ende der Einspannvorrichtung.

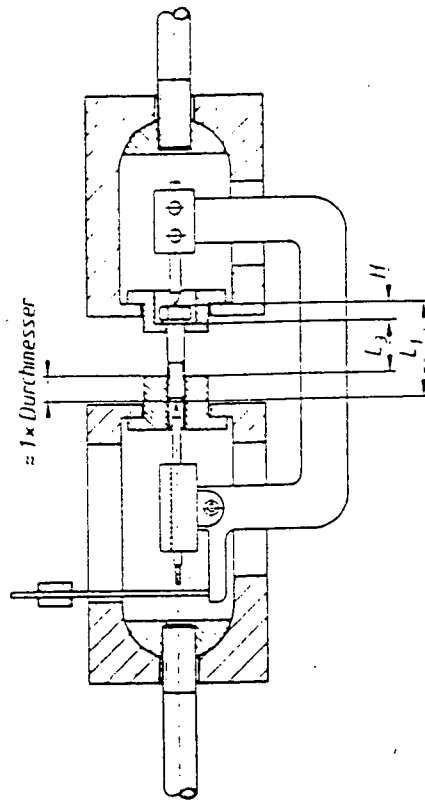


Bild 3. Prüfvorrichtung für den Zugversuch mit selbstzentrierenden Aufhängungen

6.3 Bestimmung der 0,2 %-Dehngrenze bzw. der Streckgrenze ($R_{p0.2}$)

Die Bestimmung der 0,2 %-Dehngrenze ist an ganzen Schrauben (Fertigteile) durchzuführen. Dieser Versuch ist nur möglich an Verbindungselementen (Schrauben) mit Längen $L_1 - H$ (siehe Bild 3) von mindestens $2 \times$ Gewinde-Neendurchmesser ($\geq 2 \times d$).

Die zu prüfende Schraube ist in die Gewindeaufnahme mit einer Tiefe von $\approx 1 \times d$ einzuschrauben (siehe Bild 3).

Der Versuch soll ausgeführt werden durch das Messen der Verlängerung des Bolzens unter axialer Last (siehe Bild 3).

Eine Kraft-Verlängerungskurve ist nach Bild 4 aufzuzeichnen.

Die Klemmlänge, aus der $R_{p0.2}$ zu berechnen ist, wird dargestellt durch die Entfernung L_3 zwischen der Auflagefläche des Kopfes und der Einspannvorrichtung – siehe Bild 3 – (vergleiche ebenfalls Fußnote 2 unter Tabelle 3 und Fußnote 4 unter Tabelle 4).

Der 0,2 %-entsprechende Betrag von L_3 ist dann auf die horizontale (Verlängerungs-)Achse im Kraftverlängerungsdiagramm als O-P und derselbe Wert horizontal vom oberen geradlinigen Abschnitt der Kraft-Verlängerungskurve als Q-R einzutragen.

Zwischen den Punkten P und R ist eine Linie zu ziehen, deren Fortsetzung im Punkt S die Verlängerungskurve schneidet. Die Horizontale durch Punkt S ergibt auf der Ordinate im Punkt T die entsprechende Kraft. Diese Kraft ist durch den Spannungsquerschnitt zu teilen und ergibt dann die 0,2 %-Dehngrenze ($R_{p0.2}$).

Die Verlängerungswerte sind zu bestimmen zwischen der Auflagefläche des Schraubenkopfes und dem Ende der Einspannvorrichtung.

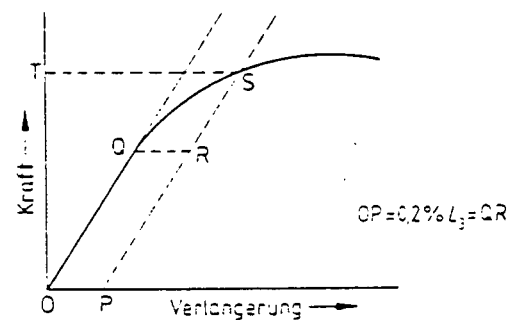


Bild 4. Bestimmung der 0,2 %-Dehngrenze mit der Kraft-Verlängerungskurve (siehe Abschnitt 6.3)

6.4 Bestimmung der Bruchdehnung (A_L)

Die Bruchdehnung wird bestimmt an ganzen Schrauben (Fertigteile). Die Prüfung ist nur durchführbar an Teilen mit Längen von mindestens $3 \times$ Gewinde-Neendurchmesser ($\geq 3 \times d$).

Die zu prüfende Schraube ist in die Gewindeaufnahme mit einer Tiefe von $\approx 1 \times d$ einzuschrauben (siehe Bild 3).

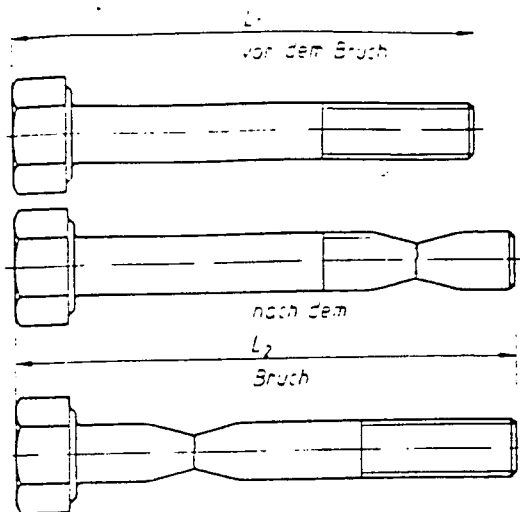
In Übereinstimmung mit den Festlegungen des Abschnittes 6.3 wird die Schraube bis zum Bruch belastet. Die beiden Bruchstücke sind dann eng aneinander zu legen. Die neue Gesamtlänge (L_2) ist zu messen (siehe Bild 5).

Die Bruchdehnung A_L wird errechnet nach der Formel

$$A_L = L_2 - L_1 \quad (\text{in mm})$$

Der errechnete Wert muß die Mindestwerte der entsprechenden Festigkeitsklasse erreichen oder überschreiten.

Wird die Bestimmung der Bruchdehnung an abgedrehten Proben gewünscht, so sind die Mindestwerte besonders zu vereinbaren.

Bild 5. Bestimmung der Bruchdehnung A_L (erforderliche Messungen siehe Abschnitt 6.4)

6.5 Bestimmung des Bruchdrehmomentes (T_m)

Für die Bestimmung des Bruchdrehmomentes (T_m) wird die Schraube in eine Prüfvorrichtung entsprechend Bild 6 eingespannt und auf Torsion bis zum Bruch belastet. Das Torsionsmoment beim Bruch muß die Mindestwerte nach Tabelle 5 erreichen oder überschreiten.

Die zu prüfende Schraube muß in die Prüfvorrichtung mit mindestens zwei vollen Gewindegängen festgehalten werden, wobei eine freie Gewindelänge von mindestens 1 X Gewindedurchmesser zwischen Schraubenkopf und Gewindeeinsatz vorhanden sein muß.

Für den Torsionsversuch ist ein Drehmomentmesser zu verwenden, dessen Anzeigebereich das Fünffache des jeweiligen Mindestbruchdrehmomentes nicht überschreiten darf. Die Ungenauigkeit der Meßanzeige des Drehmomentmessers darf höchstens $\pm 7\%$ des zu prüfenden Mindestbruchdrehmomentes betragen.

6.6 Prüfkraftversuch für Muttern

Der Prüfkraftversuch an Muttern ist in Übereinstimmung mit ISO 698-II (siehe DIN ISO 698 Teil 2 *) durchzuführen.

Die Mutter ist auf einen gehärteten Prüfdorn aufzuschrauben und anschließend zu belasten, entsprechend der jeweiligen Prüfkraft für Gewindedurchmesser, Stahlgruppe und Festigkeitsklasse.

Die Mutter muß einer Belastung bis zur Prüfkraft entsprechend der Mindestzugfestigkeit der zugehörigen Festigkeitsklasse der Schraube standhalten, ohne daß ihr Gewinde abgestreift wird.

Nach der Entlastung muß die Mutter von Hand leicht abschraubbar sein, darf keine Risse aufweisen und die Gewindemaße müssen innerhalb der Toleranzen liegen.

6.7 Härteprüfung

Die Härteprüfung ist nach

ISO/R 79 (Brinell) (siehe DIN 50 351),

ISO/R 80 (Rockwell) (siehe DIN 50 103) oder

ISO/R 81 (Vickers) (siehe DIN 50 133) durchzuführen.

Bei Schrauben ist die Härte auf dem Schraubenende in der Mitte zwischen der Schraubenachse und dem Außendurchmesser zu prüfen.

Bei Muttern ist die Härte auf einer Auflagefläche in der Mitte zwischen dem Eckenmaß und der Aussenkung des Gewindes zu prüfen.

7 Hinweise für Anwender

Die in den Tabellen dieser Norm angegebenen Festigkeitswerte (Streckgrenze oder 0,2 %-Dehngrenze) sind in Kurzversuchen ermittelt worden. Sie sind für die Beurteilung des Langzeitverhaltens nicht ohne zusätzliche Überlegungen auswertbar.

Die Funktionen der Schraubenverbindung werden durch die wirksame Vorspannkraft entscheidend beeinflusst. Die Vorspannkraft wird maßgeblich durch Höhe und Streuung der Reibungszahlen bestimmt. Die der Berechnung und dem Zusammenbau zugrunde zu legenden Reibungszahlen sind mit besonderer Sorgfalt zu ermitteln.

Die Korrosionsbeständigkeit von Schraubverbindungen wird von der einsatzbezogenen Konstruktion nachhaltig beeinflusst. Für diesbezügliche Fragen wird ausdrücklich auf das einschlägige Schrifttum verwiesen.

*) Z. Z. noch Entwurf

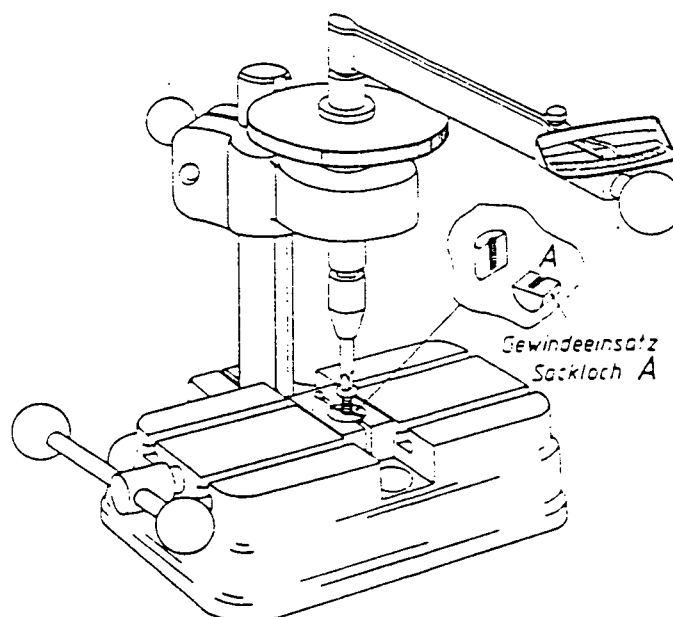


Bild 6. Beispiel für ein Prüfgerät zum Durchführen des Torsionsversuches (siehe Abschnitt 6.5)

Anhang A

Chemische Zusammensetzung von rost- und säurebeständigen Stählen (Auszug aus ISO 683/XIII)

Stahlart	C %	Si %	Mn %	P %	S %	Cr %	Mo %	Ni %	Andere Elemente %	Stahlgruppe	vergleichbare Stähle nach DIN 17 440 Nummer
Ferritische Stähle											
8	0,10	1,0	1,0	0,040	0,030	16,0 bis 18,0	—	0,50	—	F 1	1.4016 ¹⁾
8b	0,10	1,0	1,0	0,040	0,030	16,0 bis 18,0	—	0,50	$Ti \geq 5 \times \% C \leq 0,80$	F 1	—
9c	0,10	1,0	1,0	0,040	0,030	16,0 bis 18,0	0,90 bis 1,30	—	—	F 1	—
Martensitische Stähle											
3	0,09 bis 0,15	1,0	1,0	0,040	0,030	11,5 bis 14,0	—	1,0	—	C 1	1.4006 ¹⁾
7	0,08 bis 0,15	1,0	1,5	0,060	0,15 bis 0,35	12,0 bis 14,0	0,60 max.	1,0	—	C 4	— ²⁾
4	0,16 bis 0,25	1,0	1,0	0,040	0,030	12,0 bis 14,0	—	1,0	—	C 1	1.4021
9	0,10 bis 0,20	1,0	1,0	0,040	0,030	15,0 bis 18,0	—	1,5 bis 3,0	—	C 3	—
9b	0,17 bis 0,25	1,0	1,0	0,040	0,030	16,0 bis 18,0	—	1,5 bis 2,5	—	C 3	1.4057 ¹⁾
5	0,26 bis 0,35	1,0	1,0	0,040	0,030	12,0 bis 14,0	—	1,0	—	C 1	1.4028 ³⁾
6	0,36 bis 0,45	1,0	1,0	0,040	0,030	12,5 bis 14,5	—	1,0	—	C 1	1.4034
6a	0,42 bis 0,50	1,0	1,0	0,040	0,030	12,5 bis 14,5	—	1,0	—	C 1	—
Austenitische Stähle											
10	0,030	1,0	2,0	0,045	0,030	17,0 bis 19,0	—	9,0 bis 12,0	—	A 2	1.4306
11	0,07	1,0	2,0	0,045	0,030	17,0 bis 19,0	—	8,0 bis 11,0	—	A 2	1.4301
17	0,12	1,0	2,0	0,045	0,15 bis 0,35	17,0 bis 19,0	0,60 max.	8,0 bis 10,0	—	A 1	1.4305 ¹⁾
13	0,10	1,0	2,0	0,045	0,030	17,0 bis 19,0	—	11,0 bis 13,0	—	A 2	1.4303 ¹⁾
15	0,08	1,0	2,0	0,045	0,030	17,0 bis 19,0	—	9,0 bis 12,0	$Ti \geq 5 \times \% C \leq 0,80$	A 2	1.4541 ¹⁾
16	0,08	1,0	2,0	0,045	0,030	17,0 bis 19,0	—	9,0 bis 12,0	$Nb \geq 10 \times \% C \leq 1,0$	A 2	1.4550
19	0,030	1,0	2,0	0,045	0,030	16,0 bis 18,5	2,0 bis 2,5	11,0 bis 14,0	—	A 4	1.4404
20	0,07	1,0	2,0	0,045	0,030	16,0 bis 18,5	2,0 bis 2,5	10,5 bis 14,0	—	A 4	1.4401 ¹⁾
21	0,08	1,0	2,0	0,045	0,030	16,0 bis 18,5	2,0 bis 2,5	10,5 bis 14,0	$Ti \geq 5 \times \% C \leq 0,80$	A 4	1.4571 ¹⁾
23	0,08	1,0	2,0	0,045	0,030	16,0 bis 18,5	2,0 bis 2,5	10,5 bis 14,0	$Nb \geq 10 \times \% C \leq 1,0$	A 4	1.4580
19a	0,030	1,0	2,0	0,045	0,030	16,0 bis 18,5	2,5 bis 3,0	11,5 bis 14,5	—	A 4	1.4435
20a	0,07	1,0	2,0	0,045	0,030	16,0 bis 18,5	2,5 bis 3,0	11,0 bis 14,5	—	A 4	1.4436
21a	0,08	1,0	2,0	0,045	0,030	16,0 bis 18,5	2,5 bis 3,0	11,0 bis 14,5	$Ti \geq 5 \times \% C \leq 0,80$	A 4	—
23a	0,08	1,0	2,0	0,045	0,030	16,0 bis 18,5	2,5 bis 3,0	11,0 bis 14,5	$Nb \geq 10 \times \% C \leq 1,0$	A 4	—

¹⁾ In Deutschland vorwiegend verwendet

²⁾ In Deutschland wird der Automatenstahl X 13 CrMoS 17 (Werkstoff-Nummer 1.4104) eingesetzt.

³⁾ Nach Stahl-Eisen-Werkstoffblatt 400

Anmerkung: Der Anhang A enthält nur eine vorläufige Liste von rost- und säurebeständigen Stählen und ist abhängig von der vorgesehenen Neufassung von ISO 683/XIII.

Die Werte in der Tabelle sind Höchstwerte, soweit nichts anderes angegeben ist.

Anhang B

Chemische Zusammensetzung von rost- und säurebeständigen Stählen für Kaltumformung (Auszug aus ISO 4954)

Stahlart	C %	Si %	Mn %	P %	S %	Cr %	Mo %	Ni %	Andere Elemente %	Stahlgruppe	vergleichbare Stähle nach DIN 1654 Nummer
Ferritische Stähle											
D 1	≤ 0,10	1,00	1,00	0,040	0,030	16,0 bis 18,0	—	≤ 0,50	—	F 1	1.4016 ³⁾
D 2	≤ 0,10	1,00	1,00	0,040	0,030	16,0 bis 18,0	0,90 bis 1,30	—	—	F 2	1.4113
Martensitische Stähle											
D 10	0,09 bis 0,15	1,00	1,00	0,040	0,030	11,5 bis 14,0	—	≤ 1,0	—	C 1	1.4006 ³⁾
D 11	0,10 bis 0,20	1,00	1,00	0,040	0,030	15,0 bis 18,0	—	1,5 bis 3,0	—	(C 3)	—
D 12	0,17 bis 0,25	1,00	1,00	0,040	0,030	16,0 bis 18,0	—	1,5 bis 2,5	—	C 3	1.4057 ^{3), 4)}
Austenitische Stähle ¹⁾											
D 20	≤ 0,030	1,00	2,00	0,045	0,030	17,0 bis 19,0	—	9,0 bis 12,0	—	A 2	1.4306
D 21	≤ 0,07	1,00	2,00	0,045	0,030	17,0 bis 19,0	—	8,0 bis 11,0	—	A 2	1.4301 ⁴⁾
D 22	≤ 0,12	1,00	2,00	0,045	0,030	17,0 bis 19,0	—	8,0 bis 10,0	—	A 2	1.4304 ⁵⁾
D 23	≤ 0,10	1,00	2,00	0,045	0,030	17,0 bis 19,0	—	11,0 bis 13,0	—	A 2	1.4303 ³⁾
D 24	≤ 0,030	1,00	2,00	0,045	0,030	15,0 bis 17,0	—	17,0 bis 19,0	—	A 2	1.4329 ⁴⁾
D 25	≤ 0,08	1,00	2,00	0,045	0,030	15,0 bis 17,0	—	17,0 bis 19,0	—	A 2	—
D 26	≤ 0,08	1,00	2,00	0,045	0,030	17,0 bis 19,0	—	9,0 bis 12,0	Ti ≥ 5 X % C ≤ 0,80	A 2	1.4541 ³⁾
D 27	≤ 0,08	1,00	2,00	0,045	0,030	17,0 bis 19,0	—	9,0 bis 12,0	Nb ≥ 10 X % C ≤ 1,0 ²⁾	A 2	1.4550 ⁴⁾
D 28	≤ 0,030	1,00	2,00	0,045	0,030	16,0 bis 18,5	2,0 bis 2,5	11,0 bis 14,0	—	A 4	1.4404 ⁴⁾
D 29	≤ 0,07	1,00	2,00	0,045	0,030	16,0 bis 18,5	2,0 bis 2,5	10,5 bis 14,0	—	A 4	1.4401 ³⁾
D 30	≤ 0,08	1,00	2,00	0,045	0,030	16,0 bis 18,5	2,0 bis 2,5	10,5 bis 14,0	Ti ≥ 5 X % C ≤ 0,80	A 4	1.4571 ³⁾
D 31	≤ 0,08	1,00	2,00	0,045	0,030	16,0 bis 18,5	2,0 bis 2,5	10,5 bis 14,0	Nb ≥ 10 X % C ≤ 1,0 ²⁾	A 4	1.4580 ⁴⁾
D 32	≤ 0,08	1,00	2,00	0,045	0,030	16,0 bis 18,5	—	8,5 bis 10,5	Cu 3,00 bis 4,00	A 2	—

¹⁾ Die Kaltumformbarkeit dieser Stähle ist in hohem Maße von den Umformbedingungen abhängig.
²⁾ Der Tantalgehalt ist wie der Niobgehalt in gleicher Höhe festgelegt.
³⁾ In Deutschland vorwiegend verwendet.
⁴⁾ Nach DIN 17 440.
⁵⁾ Weder in DIN 1654 noch in DIN 17 440 enthalten.

Anhang C

Schraubengewinde

Spannungsquerschnitte entsprechend ISO 898/1 (siehe DIN ISO 898 Teil 1)

$$A_s = \frac{\pi}{4} \left(\frac{d_2 + d_3}{2} \right)^2$$

Hierin bedeuten:

 A_s = Spannungsquerschnitt d_2 = Flankendurchmesser des Bolzensgewindes d_3 = Nenn-Kerndurchmesser des Fertigungsprofils des Bolzensgewindes $= d_1 = \frac{H}{6}$ d_1 = Kerndurchmesser des Grundprofils H = Höhe des scharf ausgeschnitten gedachten Profildreiecks

Gewinde-Nenngröße	Spannungsquerschnitt A_s mm ²
M 1,6	1,3
M 2	2,1
M 2,5	3,4
M 3	5,0
M 4	8,8
M 5	14,2
M 6	20,1
M 8	36,6
M 10	58,0
M 12	84,3
(M 14)	115
M 16	157
(M 18)	192
M 20	245
(M 22)	303
M 24	353
(M 27)	459
M 30	561
(M 33)	694
M 36	817
(M 39)	976
Eingeklammerte Größen sind möglichst zu vermeiden.	

Anmerkung: In ISO 898/1 sind Spannungsquerschnitte erst für Größen ab M 3 aufgeführt. Bis M 12 wurden die Werte bis auf eine Stelle hinter dem Komma gerundet.

Anhang D

Bruchdehnungswerte

(siehe auch Abschnitt 6.4 und Tabellen 3 und 4)

Gewinde- Nenn Durchmesser d mm	Bruchdehnung ($L_2 - L_1$) mm			
	$0,6 d$	$0,4 d$	$0,3 d$	$0,2 d$
5	3,0	2,0	1,5	1,0
6	3,6	2,4	1,8	1,2
8	4,8	3,2	2,4	1,6
10	6,0	4,0	3,0	2,0
12	7,2	4,8	3,6	2,4
(14)	8,4	5,6	4,2	2,8
16	9,6	6,4	4,8	3,2
(18)	10,8	7,2	5,4	3,6
20	12,0	8,0	6,0	4,0
(22)	13,2	8,8	6,6	4,4
24	14,4	9,6	7,2	4,8
(27)	16,2	10,8	8,1	5,4
30	18,0	12,0	9,0	6,0
(33)	19,8	13,2	9,9	6,6
36	21,6	14,4	10,8	7,2
(39)	23,4	15,6	11,7	7,8
Eingeklammerte Gewindedurchmesser sind möglichst zu vermeiden.				

DK 021.9

Fastener

Zusammenfassung

1. Geltung
Die Festlegung
Blatt 2, 3
Schraube
auszuwählen
barungen

2. Zweck
Diese Norm
Gewinde
bei der
ein Bruch
merkmal
einer Bruch
bruchstelle

3. Anwendung
3.1. Aus
Für die
benutzt
Maßnahmen

3.2. Wert
Als Wert
DIN 17
Wahl der
müssen
Bei ober
höher ge
muß die
sein, da

3.3. Ge
Für das
schraub

3.4. Mei
3.4.1. C
Die Ober
Wärmet

3.4.2. E
Für die
Tabelle

T.

ENCLOSURE 2
PROCEDURE FOR QUALIFICATION TESTING OF BOLTS AND DOWEL PINS

Bechtel KWU Alliance

Songs 1 - Thermal Shield Repair

Procedure

Title: Performance of Qualification Tests for the different interference fits for dowel pins including the measures for the locking system of dowel pins and bolts.

Content:

1. General
2. Quality Assurance
3. Description of Performance
4. Report

Preparer:
Reviewed:

Mr. Krippner
Mr. Werres

May 28, 1990
May 28, 1990

Rev. A

1. General

These tests will be performed in accordance with the "Qualification Programs for Dowel Pin Interference and for the Locking System of Bolts and Dowel Pins".

Preparer: L. Werres, Bechtel KWU Alliance

A summary of all test is shown on Table 1.

2. Quality Assurance

Calibrated testing machines and facilities will be used. The tension wrench will be checked in accordance with the QA-System of Siemens.

All test specimens and test facilities will be checked by the required dimensional check. Records about these dimensional checks will be established, dated and signed by assigned responsible individuals in accordance with the QA-system of Siemens KWU.

3. Description of Performance

3.1 Performance of Qualification Test B 1

- | | |
|--------------|---|
| B 1 a | Manufacture of 4 test specimens according to drawing number S 322-33-90577
Bolt dimension: 1.00-8x2" long
Bolt material: 316 strain hardened (<u>W</u>)
Structural and thread material: 304 or 347
Dimensional check:
Lubrication of thread and bolt head with DAG 156 |
| B 1 b | Hand tightening of all bolts |
| B 1 c | Measuring of the eccentricity of the bolt between the head of the bolt and the counter bore with the help of calibrated measurement devices |

- B 1 d Locking of the heads of the bolt with field tooling under water
- B 1 e Visual inspection (Photo)
- B 1 f Loosening of the locking system, determination of the moment to break the locking system for three bolts
- B 1 g Providing of a micrograph, axial cross section through bolt head of the remaining bolt (No. 4)

3.2 Performance of Qualification Test B 2

- B 2 a Manufacture of 4 test specimens according to drawing number S 322-33-90578
 - Bolt dimension: 0.500-13x2.75" long
 - Bolt material: 316 strain hardened (W)
 - Structural and thread material: 304 or 347
 - Dimensional check
 - Lubrication of thread and bolt head with DAG 156
- B 2 b Hand tightening of all bolts
- B 2 c Measuring of the excentricity of the bolt between the head of the bolt and the counter boring with the help of calibrated measurement devices
- B 2 d Locking of the heads of the bolt with field tooling under water
- B 2 e Visual Inspection (Photo)
- B 2 f Loosening of the locking system, determination of the moment to break the locking system for three bolts
- B 2 g Providing of a micrograph, flat cross section through bolt head of the remaining bolt (No. 4)

3.3 Performance of Qualification Test B 3

B 3 a Manufacture of 2 test specimens according to drawing number
 S 322-33-90579
 Bolt dimension 1.00-8x2" long
 Bolt material: 316 TI strain hardened (KWU)
 Dimensional check
 Structural and
 thread material: 304 or 347
 Lubrication of thread and head bolt with DAG 156

B 3 b Tightening of the nut with ta torque of 490 Nm (360 ft lb)

B 3 c Locking of the head of the bolts with the field tooling under
 water

B 3 d Visual examination of the locked head of the bolt (Photo)

B 3 e Loosening of the nuts at both test specimens. The loosening
 twisting moment shall be recorded.

Remark: This test will provide a gross evaluation as to the loss of preload.
 A quantitative evaluation (i.e. % loss) will be performed with test
 3.9.

3.4 Performance of the Qualification Test D 1 - D 3

Interference Fit

Test #	Diameter	1	2	3	4	Original Material
D 1	0.820" (20.83 mm)	0.0002" (0.005 mm)	0.0005" (0.013 mm)	0.0008" (0.02 mm)	0.0011" (0.028 mm)	-
D 2	1.25" (31.75 mm)	0.0003" (0.0076mm)	0.0007" (0.018 mm)	0.001" (0.025 mm)	0.0013" (0.033 mm)	-
D 3	1.75" (44.45 mm)	0.0004" (0.01 mm)	0.0008" (0.02 mm)	0.0011" (0.028 mm)	0.0014" (0.036 mm)	-

- a) Preparation of test specimens with 4 pins of each size
Structural Material: Stainless steel 304 or 347
Dowel Pin material: 316 Ti (KWU)
- b) Measuring the reamed holes
- c) Final machining of the dowel pins and glass bead peening with the interference fit as shown in above table
- d) Lubrication of the dowel pins with DAG 156
- e) Press in under water (demineralized water) with measuring of the forces vs. displacement with compression testing machine
- f) Push out with measuring of the forces in air.
Record load vs. displacement
- g) Visual inspection of the surfaces

3.5 Performance of Qualification Test D 4

- D 4 a Manufacture of 2 test specimens according to drawing number
 S 322-33-90580
 Dowel Pin dimension 1.75" - 4 long
 Dowel Pin material 316 TI strain hardened (KWU)
 Dimensional Check
 Structural material: 304 or 347
 Lubrication of dowel pin with DAG 156
- D 4 b Installation of the dowel pins (clearance fit 0.0005" (0.0125 mm))
- D 4 c Locking of the head of the dowel pins with field tooling under
 water
- D 4 d Visual examination (Photo)
- D 4 e Pushing out of the locked dowel pins
 The necessary forces shall be recorded and documented
 (load vs. displacement)

3.6 Not applicable

3.7 Performance of Qualification Test D 6

- D 6 a Manufacture of 2 test specimens according to drawing number S 322-33-90582
 - Dowel pin dimension 0.82" . 4.045" long
 - Dowel pin material 316 TI strain hardened (KWU)
 - Structural material: 304 or 347
 - Dimensional check
 - Lubrication of dowel pin with DAG 156
- D 6 b Pressing in of the dowel pins (clearance fit 0.0005" (0.0125 mm))
- D 6 c Locking of the heads of the dowel pins with field tooling under water
- D 6 d Visual examination (Photo)
- D 6 e Pushing out of the locked dowel pins
The necessary forces shall be recorded and documented (load vs. displacement)

3.8 Performance of Qualification Test D 7

- D 7 a Manufacture of 2 test patterns according to drawing number S322-33-90583
 - Dowel pin material: 316 strain hardened (W)
 - Structural material: 304 Or 347
 - D 7-1 with dowel pin interference fit 0.0005" (0.0125 mm)
 - D 7-2 with clearance fit 0.0005" (0.0125 mm)
 - Dimensional check
- D 7 b Prestressing of cup springs with about (680 kN) 15.000 lb
- D 7 c Tightening of the bolts with 290 ft lb (390 Nm) for 1", 40 ft lb (55 Nm) for 0.500, and 230 ft lb (310 NM) 7/8" bolt
- D 7 d Lubrication of the dowel pin with DAG 156
- D 7 e Pressing in of the dowel pin with servo-hydraulic test machine
- D 7 f Recording of the press in forces vs. displacement (only D7-1)
- D 7 g Screwing down of the locking plug with 400 Nm
- D 7 h Clamping of the test specimens on the testing machine

- D 7 i Cyclic load has to be determined after the first cycle to obtain displacement range of 0.003" (0.075 mm). Test will then continue as a load controlled test based on determined load with a cycle of 10 Hz during 10^7 load cycles
- D 7 k Check of the dowel pin for axial displacement and determination of the force acting on the cup springs
- D 7 l Loosening of the locking plug
Recording of the moment to break the locking system
- D 7 m Pushing out of the dowel pin
Recording of the push out force
Visual inspection of the surfaces of the holes and of the dowel pins
- D 7 n Loosening of the champing bolts
The moment to break the locking system shall be recorded

3.9 Performance of Qualification Test T 1 - T 6

- T 1-6 a Manufacture of 6 test specimens according to drawing number
T1 = S 322-33-90584
T2 = S 322-33-90586
T3 = S 322-33-90587
T4 = S 322-33-90588
T5 = S 322-33-90589
T6 = S 322-33-90586
Bolt material: 316 strain hardened (W) or 316 Ti (chrome plated bolts)
Structural material: 304 or 341
Test T6 with XM-19 or 316 CW
- T 1-6 b Lubrication of bolt head and thread with DAG 156
- T 1-6 c Tightening step by step with torques according to Table 2 (under water). Torqueing procedure to be as follows:
- Pretorque bolts with 1.1 times higher torque
 - loose bolts
 - Final torqueing of bolts with torque acc. to table 2
- T 1-6 d The forces referred to shall be recorded in a Torque Preload Relationship (see Table 2)

4. Reports

All results will be comprehended to one report. The report will contain all dimensional records, measured torques, push in and press out forces, photos and prints from the testing machines and the material certification of bolt and dowel pins.

Table 2

Torque - Preload - Relationship

Test # Bolt Dimensions Thread Quantity	T1 1.00-8x5.125 EDM 6		T2 1.00-8x3.5 Cut 3		T3 0.875-9x2.5 Cut 3		T4 0.750-10x5.125 Cut 3		T5 0.500-13x2 Cut 3		T6 1.00-8x3.5 Cut 3	
	[Nm]	F [N]	[Nm]	F [N]	[Nm]	F [N]	[Nm]	F [N]	[Nm]	[N]	[Nm]	F [N]
	200		400		250		130		40		400	
	330		430		270		150		45		430	
	360		460		290		170		50		460	
	390		490		310		190		55		490	
	470		520		330		210		60		520	

Table 1

Thermal Shield Fastener Testing

	Cut Threads	EDM Threads	Torques		Locking of Fastener	Locking threaded Fastener	Locking Test No.	Torque Test No.
			Cut	EDM				
Flexure CAP SCR 1.0x8-4.25 LG Dowel Pin 1.75x5.5LG	X	X	X	X	X X		B1, B3 D4	T1, T6 -
Limiter Key CAP SCR 1.0x8-2" LG Dowel Pin 0.82x2.44" LG		X		X	X X		B1, B3 D6	T2 -
Lower Support Cap SCR 0.875-9x2.5" LG 1.0-8x5.125 LG 0.5-13x2" LG 0.75-10x5,125 LG Dowel Pins 1.25x5" LG 0.820x4.5 LG	X X X	X	X X X	X	X X X X		B1, B3 B2 D5, D7 D6	T3 T2 T5 T4 -

Dowel Pin Interference Fit/Pressing-out

Size	Interference Fit				Test #
0.820	0.0002	0.0005	0.0008	0.0011	D1
1.25	0.0003	0.0007	0.001	0.0013	D2
1.75	0.0004	0.0008	0.0011	0.0014	D3

- Dowel Pins to be tested in interference fit
- Visual all fasteners
- Fastener Material 316 or 316 Ti
- Metallurgical test on locking fasteners
- Torque set in water
Lubrication checked for actual bolt reload

ENCLOSURE 3
MODIFIED HOUSNER EARTHQUAKE RESPONSE SPECTRA

