

# DEUTSCHES INSTITUT FÜR BAUTECHNIK

Anstalt des öffentlichen Rechts

10829 Berlin, 3. Mai 2006  
Kolonnenstraße 30 L  
Telefon: 030 78730-258  
Telefax: 030 78730-320  
GeschZ.: I 36-1.14.4-18/06

## Allgemeine bauaufsichtliche Zulassung

**Zulassungsnummer:**

Z-14.4-13

**Antragsteller:**

Krupp Stahlbau Hannover  
Hackethalstraße 4  
30179 Hannover

**Zulassungsgegenstand:**

KRUPP MONTAL-Raumfachwerk-System

**Geltungsdauer bis:**

31. Mai 2011

Der oben genannte Zulassungsgegenstand wird hiermit allgemein bauaufsichtlich zugelassen. \*

Diese allgemeine bauaufsichtliche Zulassung umfasst 14 Seiten und neun Anlagen.



---

\* Diese allgemeine bauaufsichtliche Zulassung ersetzt die allgemeine bauaufsichtliche Zulassung Nr. Z-14.4-13 vom 10. April 1996, geändert und verlängert durch Bescheid vom 19. Februar 2001.

## I. ALLGEMEINE BESTIMMUNGEN

- 1 Mit der allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung ist die Verwendbarkeit bzw. Anwendbarkeit des Zulassungsgegenstandes im Sinne der Landesbauordnungen nachgewiesen.
- 2 Die allgemeine bauaufsichtliche Zulassung ersetzt nicht die für die Durchführung von Bauvorhaben gesetzlich vorgeschriebenen Genehmigungen, Zustimmungen und Bescheinigungen.
- 3 Die allgemeine bauaufsichtliche Zulassung wird unbeschadet der Rechte Dritter, insbesondere privater Schutzrechte, erteilt.
- 4 Hersteller und Vertreiber des Zulassungsgegenstandes haben, unbeschadet weiter gehender Regelungen in den "Besonderen Bestimmungen", dem Verwender bzw. Anwender des Zulassungsgegenstandes Kopien der allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung zur Verfügung zu stellen und darauf hinzuweisen, dass die allgemeine bauaufsichtliche Zulassung an der Verwendungsstelle vorliegen muss. Auf Anforderung sind den beteiligten Behörden Kopien der allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung zur Verfügung zu stellen.
- 5 Die allgemeine bauaufsichtliche Zulassung darf nur vollständig vervielfältigt werden. Eine auszugsweise Veröffentlichung bedarf der Zustimmung des Deutschen Instituts für Bautechnik. Texte und Zeichnungen von Werbeschriften dürfen der allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung nicht widersprechen. Übersetzungen der allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung müssen den Hinweis "Vom Deutschen Institut für Bautechnik nicht geprüfte Übersetzung der deutschen Originalfassung" enthalten.
- 6 Die allgemeine bauaufsichtliche Zulassung wird widerruflich erteilt. Die Bestimmungen der allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung können nachträglich ergänzt und geändert werden, insbesondere, wenn neue technische Erkenntnisse dies erfordern.



## II. BESONDERE BESTIMMUNGEN

### 1 Zulassungsgegenstand und Anwendungsbereich

Bei dem Zulassungsgegenstand handelt es sich um eine Bauart von ebenen und räumlichen Fachwerken mit Stäben aus Stahlrundrohren und Knoten aus geschmiedeten Stahlkugeln. Stäbe und Knotenstücke sind durch Schrauben, deren Achsen mit denen der Rohrstäbe zusammenfallen (Zentralschrauben-Anschluss), über angeschweißte Stabendstücke miteinander verbunden (Anlage 1).

An den Enden der Rohrstäbe sind kegelstumpfförmige Bauelemente, im weiteren Kegelstücke genannt, angeschweißt. Die Stirnfläche des Kegelstückes (Kegelbodenaußen-druckfläche) stützt sich direkt auf eine ebengefräste Fläche des Knotenstückes. Im Kegelboden befindet sich eine Bohrung. Zum Anschluss des Stabes an das Knotenstück wird eine Schraube vom Innern des Rohrstabes aus durch diese Bohrung zum Knoten geführt.

Die Schrauben mit Innensechskant im Schraubenkopf oder mit Außensechskant-Kopf werden durch ein Schraubenführungsrohr, das zwischen Kegelbodeninnenfläche und einem Loch (Montageloch) im Rohrstab angeordnet ist, eingeführt. Die Schrauben werden über eine Gelenkwelle oder eine flexible Welle mittels Schraubenschlüssel oder Schlagschrauber angezogen.

Die Knotenstücke können kugelförmig oder stabförmig sein. Sie sind mit ebengefrästen Flächen versehen, von deren Mitte aus auf den Knotenmittelpunkt gerichtete Gewindebohrungen eingeschnitten sind. In diese Gewindebohrungen werden die an den Stabenden angebrachten Schrauben eingeschraubt. Die Zahl der Anschlussgewinde ist bei einem Knotenstück auf 18, in einer Ebene auf 8 begrenzt.

Die Anschlusskonstruktion soll planmäßig Normalkräfte übertragen. Zugkräfte werden vom Kegelboden über Kontakt in den Schraubenkopf und von der Schraube über das Gewinde in das Knotenstück übertragen.

Druckkräfte werden von der Stirnfläche des Kegelstückes über Kontakt in die ebengefräste Fläche des Knotenstückes übertragen.

Diese allgemeine bauaufsichtliche Zulassung regelt die Verwendung dieser Bauart für Fachwerke mit überwiegend normalkraftbeanspruchten Stäben.

Die Belastung muss im Sinne von DIN 1055-3:2006-03 vorwiegend ruhend sein.

### 2 Bestimmungen für das Bauprodukt

#### 2.1 Eigenschaften und Zusammensetzung

##### 2.1.1 Werkstoffe

##### 2.1.1.1 Rohre und Kegelstücke

Die Rohre nach DIN EN 10210-1:1994-09 oder DIN EN 10210-1:2006-07 bzw. nach DIN EN 10219-1:1997-11 oder DIN EN 10219-1:2006-07 und im Gesenk geschmiedete oder aus Vollmaterial gedrehte (spanabhebend geformte) Kegelstücke sind aus der Stahlsorte S 235 bzw. S 355 zu fertigen. An Rohre aus der Stahlsorte S 355 dürfen nur Kegelstücke aus der Stahlsorte S 355 angeschweißt werden.

##### 2.1.1.2 Schrauben

Die Kennwerte des für die Schrauben nach Anlage 3 verwendeten Werkstoffs müssen den Werten der Tabelle 1 (Anlage 6) entsprechen. Der Schraubenwerkstoff muss die Forderungen der Norm DIN EN 20898-1:1992-04 erfüllen.



Die Kerbschlagzähigkeit der Schrauben ist an Werkstoffproben zu bestimmen, die aus dem Schaft verzinkter Schrauben nahe der Oberfläche zu entnehmen sind. Bei Schrauben M 20 bis M 64 sind Proben mit U-kerb (= Charpy-U-Probe) im Anlieferungszustand bei einer Prüftemperatur von -30 °C nach DIN EN 10045-1:1991-04, bei kleineren Schrauben DVMK-Proben zu verwenden. Dabei müssen die Werte der Tabelle 2 (Anlage 6) erreicht werden.

#### 2.1.1.3 Knotenstücke

Kugelförmige Knotenstücke nach Anlage 4 müssen warmgepresste Stahlschmiedeteile aus der Stahlsorte C 45, normalgeglüht, nach DIN EN 10083-2:1996-10 sein. Für stabförmige Knotenstücke nach Anlage 5 muss Stahl der Sorte S 355 verwendet werden.

#### 2.1.2 Abmessungen

##### 2.1.2.1 Rohre und Kegelstücke

Die Form der Rohre mit den angeschweißten Kegelstücken muss den Anlagen 1 und 2 entsprechen. Die Rohre dürfen keine sichtbaren Vorkrümmungen, Beulen oder sonstige Fehler haben.

Der Schlankheitsgrad  $\lambda$  der Rohre (Systemlänge / Trägheitsradius des ungeschwächten Rohres) darf nicht größer als 200 und die auf die waagerechte Ebene projizierte Stablänge  $l_H$  nicht größer als 6,0 m sein. Der Sichtlochdurchmesser im Kegelstück (Anlage 1) darf maximal 14 mm betragen.

Für Stäbe beträgt die größte zulässige Längenabweichung  $\pm 1,0$  mm oder  $\pm 0,5$  ‰; der kleinere Wert ist maßgebend.

##### 2.1.2.2 Schrauben

Die Schrauben müssen metrische ISO-Gewinde nach DIN 13-1:1999-11 haben. Die Abmessungen der Zylinderschrauben mit Innensechskant müssen der Anlage 3 und DIN 912:2001-02 entsprechen.

Die Abmessungen der Schrauben mit Außensechskant-Kopf müssen der Anlage 3 und der Tabelle 4 (Anlage 7) entsprechen.

Der Schraubennendurchmesser darf nicht größer als M 64 sein.

Wird ein Schraubenführungsrohr vorgesehen, ist dessen Wanddicke mindestens so groß zu wählen, dass es zur Aufnahme der Umlenkkräfte (z.B. aus der Gelenkwelle) durch Schweißnähte mit dem Kegelstück einwandfrei verbunden werden kann.

##### 2.1.2.3 Knotenstücke

Die Form der Knotenstücke muss den Anlagen 1 und 4 bzw. 5 entsprechen.

Die Knotenstücke dürfen in ihrem Zentrum einen fertigungsbedingten Hohlraum mit einem Durchmesser von maximal 1/3 des Knoten-Außendurchmessers haben. Die Anschlussgewinde müssen metrische ISO-Gewinde nach DIN 13-1:1999-11 sein.

Für Knotenstücke beträgt die größte zulässige Abweichung vom Abstand  $2f$  der Anlageflächen (siehe Anlage 4)  $\pm 0,2$  mm.

##### 2.1.3 Schweißverbindungen

Für die Schweißverbindung von Rohr und Kegelstück ist Anlage 2 maßgebend. Lichtbogenschweißung ist zulässig, wenn die Wanddicke der Rohre mindestens 1,6 mm beträgt, mechanisch geschweißt wird und der Hersteller die Herstellerqualifikation Klasse D (siehe Abschnitt 4.1) besitzt.

##### 2.1.4 Korrosionsschutz

Der Korrosionsschutz der Rohre, der Kegelstücke, der Knotenstücke und der Schrauben ist gem. DIN 18800-1: 1990-11, Abschnitt 7.7 und DIN 18800-7:2002-09 auszuführen.

Die Tragwerke sind nach Fertigstellung sorgfältig daraufhin zu überprüfen, ob die Korrosionsschutzmaßnahmen fehlerfrei ausgeführt worden sind. Das Ergebnis der Überprüfung ist in einem Vermerk festzuhalten.



## 2.2 Kennzeichnung

Der Lieferschein der Stäbe (Rohre und Kegelstücke), der Schrauben und der Knotenstücke muss vom Hersteller mit dem Übereinstimmungszeichen (Ü-Zeichen) nach der Übereinstimmungszeichen-Verordnung der Länder versehen sein. Die Kennzeichnung darf nur erfolgen, wenn die Voraussetzungen nach Abschnitt 2.3 Übereinstimmungsnachweis erfüllt sind.

Jeder Stab ist zusätzlich im Bereich der Kegelstücke oder an einer anderen geeigneten Stelle zu kennzeichnen. Der Außendurchmesser des Rohres, die Wanddicke und die Systemlänge des Stabes sind in mm anzugeben. Diese Kennzeichnung darf bei Vorliegen einer besonderen Stückliste durch Symbole ersetzt werden.

Die Schrauben sind zusätzlich entsprechend Tabelle 3 (Anlage 6) zu kennzeichnen.

## 2.3 Übereinstimmungsnachweis

### 2.3.1 Allgemeines

Die Bestätigung der Übereinstimmung des Bauprodukts mit den Bestimmungen dieser allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung muss für jedes Herstellwerk mit einem Übereinstimmungszertifikat auf der Grundlage einer werkseigenen Produktionskontrolle und einer regelmäßigen Fremdüberwachung einschließlich einer Erstprüfung des Bauprodukts nach Maßgabe der folgenden Bestimmungen erfolgen.

Für die Erteilung des Übereinstimmungszertifikats und die Fremdüberwachung einschließlich der dabei durchzuführenden Produktprüfungen hat der Hersteller des Bauprodukts eine hierfür anerkannte Zertifizierungsstelle sowie eine hierfür anerkannte Überwachungsstelle einzuschalten.

Dem Deutschen Institut für Bautechnik ist von der Zertifizierungsstelle eine Kopie des von ihr erteilten Übereinstimmungszertifikats zur Kenntnis zu geben.

### 2.3.2 Werkseigene Produktionskontrolle

In jedem Herstellwerk ist eine werkseigene Produktionskontrolle einzurichten und durchzuführen. Unter werkseigener Produktionskontrolle wird die vom Hersteller vorzunehmende kontinuierliche Überwachung der Produktion verstanden, mit der dieser sicherstellt, dass die von ihm hergestellten Bauprodukte den Bestimmungen dieser allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung entsprechen.

Die werkseigene Produktionskontrolle soll mindestens die im Folgenden aufgeführten Maßnahmen einschließen:

#### 2.3.2.1 Traglastversuche

Vom Herstellwerk sind Versuche an Knoten, an mit den Rohren verschweißten Kegelstücken und an Schrauben durchzuführen. Die Versuchsstücke sollen ein repräsentativer Querschnitt der laufenden Herstellung sein.

- a) Auf je 1000 gefertigte Knoten ist ein Zugversuch an einem Knoten und zwei Schrauben durchzuführen.
- b) Auf je 2000 gefertigte Stäbe sind Zugversuche an zwei Stabanschlüssen (Kegelstück) mit je einer Schraube durchzuführen.
- c) Auf je 5000 gefertigte Stäbe sind Druckversuche an zwei Stabanschlüssen durchzuführen.

Die Traglasten oder die Prüflasten ohne Versagen der Versuchsstücke müssen mindestens die folgenden Werte erreichen:

- a) bei den Zugversuchen mit Knoten aus der Stahlsorte C 45 und
  - Schrauben 5.6 die 1,1fachen oder
  - Schrauben 8.8 oder 10.9 die 1,375fachen

Grenzzugkräfte  $Z_{R,d}$

Bei Zugversuchen mit Knoten aus der Stahlsorte S 355 müssen für Schrauben der Festigkeitsklassen 8.8 und 10.9 85 % der zuvor genannten Werte erreicht werden.



b) bei den Zug- und Druckversuchen mit Stabanschlüssen den kleineren der folgenden Werte:

- den Wert nach a) (nur bei Zugversuchen) oder
- die  $(1,33 \cdot 1,1)$ fache Grenznormalkraft im Schweißnahtquerschnitt, berechnet mit den Grenzscheißspannungen nach den Abschnitten 3.4.3 und 3.5.1

oder

- die 1,1fache Grenznormalkraft im ungeschwächten Rohrquerschnitt oder am Montageloch, berechnet nach den Abschnitten 3.4.1 und 3.5.1.

Werden die geforderten Trag- oder Prüflasten infolge vorzeitigen Versagens nicht erreicht, so muss für jeden Versuch mit geringerer Trag- oder Prüflast eine ausreichende Anzahl weiterer Versuche mit Teilen aus der gleichen Lieferung durchgeführt werden. Dabei muss die 5 %-Fraktile (75 % AW) der o.g. Werte erreicht werden. Ist dies nicht der Fall, so muss die gesamte Lieferung verworfen werden, es sei denn, die Ursache für das vorzeitige Versagen ist geklärt. Dann dürfen die Teile mit geringerer Beanspruchbarkeit verwendet werden, wenn die zuständige Bauaufsichtsbehörde zustimmt.

#### 2.3.2.2 Zusätzliche Forderungen für Schrauben

Jeder Schraubenlieferung sind beizufügen:

- a) Abnahmeprüfzeugnisse 3.1 nach DIN EN 10204:2005-01 über die chemische Zusammensetzung und die mechanischen Eigenschaften der Schrauben, wobei die Kerbschlagzähigkeit der Schrauben entsprechend Abschnitt 2.1.1.2 geprüft werden muss,
- b) eine Bescheinigung darüber, dass alle Schrauben einer Prüfung auf Risse unterzogen wurden; z.B. durch Ultraschall oder magnetische Durchflutung,
- c) eine Bescheinigung darüber, dass die Gewinde der Schrauben die Toleranzforderungen nach den Normen der Reihen DIN 13 und DIN 267 erfüllen.

Für galvanisch verzinkte Schrauben sind folgende Unterlagen beizufügen:

- a) eine Bescheinigung, dass die Verzinkung in Übereinstimmung mit DIN 50961:2000-09 und DIN 50969:1990-12 zur Vermeidung von Wasserstoffversprödung durchgeführt wurde,
- b) für Schrauben der Festigkeitsklasse 10.9 eine Bescheinigung, dass in Übereinstimmung mit DIN 267-9 unmittelbar nach dem Verzinken eine zusätzliche Nachbehandlung zur Wasserstoffaustreibung durchgeführt wurde.

Zur Sicherung der im Abschnitt 2.1.1.2 geforderten Kerbschlagzähigkeiten sind Kerbschlagbiegeversuche nach DIN 50115:1991-04 durchzuführen.

Für jede Lieferung sind mindestens 6 Proben aus mindestens 3 Schrauben zu prüfen. Die Zahl der Proben ist zu verdoppeln, wenn eine Lieferung aus mehr als 20.000 Schrauben besteht. Im Sinne dieser Vorschrift kann eine Lieferung nur Schrauben einer Festigkeitsklasse und eines Durchmessers enthalten.

#### 2.3.2.3 Zusätzliche Forderungen für Knotenstücke

Für die Knotenstücke sind für jede Lieferung folgende Unterlagen beizufügen:

- a) Abnahmeprüfzeugnisse 3.1 nach DIN EN 10204:2005-01 über die chemische Zusammensetzung und die mechanischen Eigenschaften der Knotenstückrohlinge,
- b) Bescheinigungen über die Bearbeitung und Wärmebehandlung der Knotenstückrohlinge,

Bei allen Gewinden in den Knotenstücken muss vom Herstellwerk kontrolliert werden, ob die Toleranzforderungen nach den Normen der Reihen DIN 267 und DIN 13 eingehalten sind.

Die Ergebnisse der werkseigenen Produktionskontrolle sind aufzuzeichnen und auszuwerten. Die Aufzeichnungen müssen mindestens folgende Angaben enthalten:

- Bezeichnung des Bauprodukts sowie des Ausgangsmaterials und der Bestandteile
- Art der Kontrolle oder Prüfung



- Datum der Herstellung und der Prüfung des Bauprodukts bzw. des Ausgangsmaterials oder der Bestandteile
- Ergebnis der Kontrollen und der Prüfungen und Vergleich mit den Anforderungen
- Unterschrift des für die werkseigene Produktionskontrolle Verantwortlichen.

Die Aufzeichnungen sind mindestens fünf Jahre aufzubewahren und der für die Fremdüberwachung eingeschalteten Überwachungsstelle vorzulegen. Sie sind dem Deutschen Institut für Bautechnik und der zuständigen obersten Bauaufsichtsbehörde auf Verlangen vorzulegen.

Bei ungenügendem Prüfergebnis sind vom Hersteller unverzüglich die erforderlichen Maßnahmen zur Abstellung des Mangels zu treffen. Bauprodukte, die den Anforderungen nicht entsprechen, sind so zu handhaben, dass Verwechslungen mit übereinstimmenden ausgeschlossen werden. Nach Abstellung des Mangels ist - soweit technisch möglich und zum Nachweis der Mängelbeseitigung erforderlich - die betreffende Prüfung unverzüglich zu wiederholen.

### 2.3.3 Fremdüberwachung

In jedem Herstellwerk ist die werkseigene Produktionskontrolle durch eine Fremdüberwachung regelmäßig zu überprüfen, mindestens jedoch nach 5000 gefertigten Stäben bzw. mindestens einmal im Jahr.

Im Rahmen der Fremdüberwachung ist eine Erstprüfung des Bauprodukts durchzuführen und es sind stichprobenartige Prüfungen der Abmessungen und der mechanischen Werkstoffeigenschaften der verwendeten Bauteile sowie der Tragfähigkeit der Schweißnähte durchzuführen. Die statistische Auswertung der bei der Fremdüberwachung gemessenen Werte muss erweisen, dass die 5 %-Fraktile-Werte (mit 75 % AW) die geforderten Werte jeweils erfüllen. Die Probenahme und Prüfungen obliegen jeweils der anerkannten Stelle. Die Ergebnisse der Zertifizierung und Fremdüberwachung sind mindestens fünf Jahre aufzubewahren. Sie sind von der Zertifizierungsstelle bzw. der Überwachungsstelle dem Deutschen Institut für Bautechnik auf Verlangen vorzulegen.

## 3 Bestimmungen für Entwurf und Bemessung

### 3.1 Allgemeines

Durch eine statische Berechnung ist in jedem Einzelfall die Tragsicherheit nachzuweisen. Die Nachweise können auch durch eine amtlich geprüfte statische Typenberechnung erbracht werden. Es gilt das in DIN 18800-1:1990-11 angegebene Nachweiskonzept.

Diese Bauart darf nicht verwendet werden,

- wenn Tragwerke durch Wind beansprucht werden,
  - die schwingungsanfällig im Sinne von DIN 1055-4:2005-03 sind, oder
  - bei denen winderregte Querschwingungen des ganzen Tragwerkes auftreten können;
- wenn ohne Berücksichtigung von Windeinwirkungen die Verbindungen mehr als 2000 mal durch veränderliche Einwirkungen so beansprucht werden, dass ein Druckstab eine größere Zugkraft als  $0,1 \cdot Z_{R,d}$  bzw. ein Zugstab eine größere Druckkraft als  $0,1 \cdot Z_{R,d}$  erhält ( $Z_{R,d}$  = Grenzzugkraft der Schrauben; vgl. auch Abschnitt 3.4.2).

Tragwerke dieser Bauart dürfen an den Stäben und Knoten mit anderen Bauteilen verbunden werden (z.B. an den Lasteintragungspunkten und an den Auflagerpunkten). Dabei ist zu beachten, dass die Tragwerksteile dieser Bauart überwiegend normalkraftbeansprucht sein müssen. Auf diese Forderung ist besonders bei der Ausbildung der Lager zu achten (z.B. Anordnung von Kipplagern zur Vermeidung von Zwängungen).

Bei Schweißanschlüssen an Knotenstücken müssen stabförmige Knotenstücke nach Anlage 5 verwendet werden.



Die Knoten dürfen nur so viele Gewindebohrungen haben, wie Stabanschlüsse vorhanden sind. Zusätzliche (z.B. für die Montage erforderliche) Bohrungen müssen nach Abschluss der Montage korrosionsgeschützt geschlossen werden.

Die Abstufung der verschiedenen Schraubendurchmesser in einem Bauwerk muss so erfolgen, dass der Gewindenenddurchmesser einer Schraube kleiner ist als der Kerndurchmesser der nächstgrößeren Schraube. Deshalb dürfen innerhalb eines Bauwerks Schrauben mit folgenden Gewindenenddurchmessern (in mm) nicht zusammen verwendet werden:

24 + 27; 27 + 30; 30 + 33; 33 + 36; 48 + 52 und 52 + 56.

Bei Tragwerken im Freien können durch Wind angefachte Querschwingungen der Rohrstäbe infolge Karmanscher Wirbelstraßen auftreten. Dies ist durch geeignete Maßnahmen (z.B. durch Wahl eines geeigneten Schlankheitsgrades der Stäbe) zu verhindern. Hierbei sind die für den Aufstellungsort der Konstruktion häufigsten Windgeschwindigkeiten und -richtungen zu berücksichtigen.

### 3.2 Einwirkungen

#### 3.2.1 Querlasten

Auf die Stäbe dürfen außer der Eigenlast Querlasten einwirken, wenn die Stabendquerkraft ohne Berücksichtigung der Eigenlast

- bei Zugstäben nicht größer als 1 % der Grenzzugkraft des Stabes,
- bei Druckstäben nicht größer als 1 % der mit den Faktor  $\kappa$  abgeminderten Grenzdruckkraft des Rohres (vgl. Abschnitt 3.5.2)

ist. Dabei darf jedoch die Windquerlast eines Stabes nur aus seiner eigenen Windangriffsfläche resultieren.

#### 3.2.2 Montagelasten

Für Stäbe mit weniger als 30° Neigung gegen die Horizontale ist außer den ständigen und veränderlichen Einwirkungen, die die Beanspruchungen erhöhen, eine an ungünstigster Stelle am Stab angreifende vertikale Montagelast mit dem charakteristischen Wert  $F_{\text{Mont,k}} = 1,0 \text{ kN}$  anzunehmen. Bei Tragwerken im Freien darf zusammen mit dieser Montagelast der Staudruck aus Wind, der unmittelbar auf die Windangriffsfläche der Stäbe wirkt, mit einem charakteristischen Wert von  $q_{\text{red,k}} = 0,3 \text{ kN/m}^2$  angesetzt werden.

Auf die Berücksichtigung der vertikalen Montagelast darf verzichtet werden, wenn eine Begehbarkeit der zuvor genannten Stäbe durch Personen ausgeschlossen ist.

### 3.3 Berechnung der Beanspruchungen aus den Einwirkungen

#### 3.3.1 Montagelasten

Für die Bemessungswerte aller zusammen mit der Montagelast nach Abschnitt 3.2.2 zu berücksichtigenden Einwirkungen gilt ein Teilsicherheitsbeiwert  $\gamma_F = 1,25$ .

#### 3.3.2 Schnittgrößenermittlung

Die Stabnormalkräfte sind am idealen Fachwerk zu ermitteln. Dies kann im Allgemeinen nach der Elastizitätstheorie I. Ordnung und mit der Annahme erfolgen, dass die Stabdehnsteifigkeit über die Stablänge konstant und gleich der Rohrdehnsteifigkeit ist.

Bei systembedingten Gelenken (z.B. Scheitelgelenk eines Dreigelenkbogens, das durch ein Knotenstück gebildet wird) ist ein besonderer Nachweis zu führen. Systembedingte Gelenke sind jedoch möglichst zu vermeiden.

Werden die Stabnormalkräfte nach Theorie II. Ordnung berechnet, muss zusätzlich an Lochschwächungen nachgewiesen werden, dass die mit einem Teilsicherheitsbeiwert  $\gamma_F = 1,0$  berechneten Schnittgrößen die elastischen Grenzschnittgrößen nicht überschreiten.

Die Stabschnittgrößen aus kleinen Querlasten (z.B. Eigenlasten oder Montagelasten, die nach Abschnitt 3.5.1 nicht vernachlässigt werden dürfen) sind am gelenkig gelagerten Einfeldstab mit der Stablänge = Systemlänge zu ermitteln.





Für Druckstäbe muss dies nach Theorie II. Ordnung erfolgen, sofern nicht vereinfachte Nachweise nach DIN 18800-2:1990-11 und Abschnitt 3.5.2 dieser allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung geführt werden. Dabei darf im Allgemeinen die Biegesteifigkeit des ungeschwächten Rohres berücksichtigt werden.

Biegemomente an der Schweißverbindung dürfen immer nach Theorie I. Ordnung ermittelt werden.

### 3.4 Berechnung der Beanspruchbarkeiten aus den charakteristischen Werten der Widerstandsgrößen: Grenzschnittgrößen, Grenzspannungen

#### 3.4.1 Grenzschnittgrößen der Rohre

Für den durch Löcher geschwächten Rohrquerschnitt müssen bei Druckstäben elastische Grenzschnittgrößen berücksichtigt werden.

Bei Zugstäben dürfen auch plastische Grenzschnittgrößen berücksichtigt werden, wenn  $d_n/d_R < 0,5$  ist ( $d_n$  und  $d_R$  nach Anlagen 1 und 2). Ist dies der Fall, darf für die Berechnung vereinfachend ein dem vorhandenen Loch gegenüberliegendes zweites, gleichgroßes Loch angenommen werden.

#### 3.4.2 Grenzzugkraft der Schrauben

Bei Zugstäben ist die Grenzzugkraft  $Z_{R,d}$  von Schrauben der Festigkeitsklassen 8.8 und 10.9 auf 85 % abzumindern, wenn die Schrauben in Knotenstücke aus der Stahlsorte S 355 geschraubt werden.

#### 3.4.3 Grenzschnittgrößen der Schweißnähte

Es dürfen nur elastische Grenzschnittgrößen berücksichtigt werden.

Die Grenzspannungen der Schweißnähte sind mit den in Tabelle 5 (Anlage 7) festgelegten  $\alpha_w$ -Werten zu ermitteln.

### 3.5 Nachweise

#### 3.5.1 Erlaubte Vernachlässigungen

Die Biegemomente aus kleinen Querlasten (z.B. Eigenlasten oder Montagelasten nach Abschnitt 3.2.2) dürfen beim Nachweis der Rohre und Schweißnähte vernachlässigt werden, wenn die nachfolgend aufgeführten Bedingungen eingehalten sind.

Ausgangswerte:

|   |  |
|---|--|
| $M_g = g_d \cdot \ell \cdot \ell_H / 8$ | Biegemoment infolge $g_d$  |
| $g_d$                                   | Bemessungswert der Gewichtslast je Längeneinheit   |
| $\ell_H$                                | auf die waagerechte Ebene projizierte Systemlänge $\ell$   |
| $M$                                     | betragsmäßig größtes Biegemoment infolge Kombination ständiger und veränderlicher Einwirkungen nach Theorie I. Ordnung |

$$\delta = \frac{M \cdot \lambda \cdot \ell_H}{M_g \cdot f_{y,k}}$$

Kenngröße für Einwirkungen mit  $\ell_H$  in m und  $f_{y,k}$  in N/mm<sup>2</sup>

$$\lambda = \ell / i$$

Schlankheitsgrad

$f_{y,k}$  charakteristischer Wert der Streckgrenze des Rohres

$M_g$  oder  $M$  dürfen vernachlässigt werden, wenn

- bei Zugstäben  $\delta \leq 2,5$
- bei Druckstäben  $\delta \leq 1,0$  und  $M / M_g \leq 2$

ist.

Querkräfte dürfen für den Nachweis der Schrauben vernachlässigt werden (vgl. Abschnitt 3.2.1)



Montage- und Sichtlöcher dürfen als Schwächung für die Rohre vernachlässigt werden, wenn

$$d_n \leq 8 \text{ mm bei } d_R \leq 90 \text{ mm}$$

oder

$$d_n \leq 10 \text{ mm bei } d_R > 90 \text{ mm}$$

ist ( $d_n$  und  $d_R$  nach Anlage 1 und 2).

Montage- und Sichtlöcher dürfen als Schwächung für die Schweißnaht vernachlässigt werden, wenn

$$d_n < 0,5 \cdot c_1$$

ist ( $d_n$  und  $c_1$  nach Anlage 1).

### 3.5.2 Nachweis der Rohre

Als Knicklänge ist die Stablänge = Systemlänge zu berücksichtigen.

Darf für das Rohr die Lochschwächung nicht vernachlässigt werden, so ist zusätzlich zum Nachweis für das ungeschwächte Rohr die Biegeknicksicherheit mit einem Abminderungsfaktor  $\kappa_n$  für den Nettoquerschnitt nachzuweisen. Bei planmäßig mittigen Druck muss die Bedingung

$$\frac{N}{\kappa_n \cdot N_{R,d}} \leq 1$$

erfüllt sein.

$N$  Stabdruckkraft

$N_{R,d}$  Grenzdruckkraft des ungeschwächten Rohres; im vollplastischen Zustand ist  $N_{R,d} = N_{pl,d}$

$\kappa_n$  Abminderungsfaktor des Nettoquerschnittes, der alle traglastmindernden Einflüsse aus der Schwächung bei planmäßig mittigem Druck erfasst.

$$\kappa_n = \frac{A^*/A}{\kappa_n + \sqrt{\kappa_n^2 - (A^*/A) \cdot \bar{\lambda}_k^{-2}}}$$

$$\kappa_n = 0,5 \cdot \left( 1 + \alpha \cdot \frac{A^*}{A} \cdot \frac{W}{W_n} \cdot \bar{\lambda}_k \cdot \sin \frac{\pi \cdot c_2}{\ell} + \frac{A^*}{A} \bar{\lambda}_k^{-2} \right)$$

$$\frac{A^*}{A} = \frac{A_n/A}{1 + e \cdot A_n/W_n}$$

$A$  Querschnitt des Rohres

$W$  Widerstandsmoment des Rohres

$A_n$  Nettoquerschnitt des Rohres im Lochbereich

$W_n$  Nettowiderstandsmoment des Rohres im Lochbereich

$e$  Abstand der Rohrachse vom Schwerpunkt des Nettoquerschnittes

$c_2, \ell$  Längen nach Anlage 1

$\bar{\lambda}_k$  bezogener Schlankheitsgrad des ungeschwächten Rohres

$\alpha$  Parameter nach DIN 18800-2:1990-11, Tabelle 4.

Darf die Biegung aus Querlasten nicht vernachlässigt werden, ist die ungünstigste Lage des Loches in Stabumfangsrichtung zur Aufnahme des Biegemomentes aus Querlasten zu berücksichtigen.

Die Biegeknicksicherheit im Nettoquerschnitt ist ebenfalls mit  $\kappa_n$ ,  $N_{R,d}$  und  $W_n$  nachzuweisen.



### 3.5.3 Nachweis der Schweißnähte

Die Schweißnähte sind nach dem Verfahren Elastisch-Elastisch nachzuweisen.

Darf die Schwächung der Schweißnaht durch ein Montage- oder Sichtloch nicht vernachlässigt werden, ist für den Nachweis im Nahtquerschnitt ein Loch mit dem Durchmesser

$$d_w = d_n - c_1/2$$

zu berücksichtigen. Vereinfachend darf auch mit einer Naht ohne Loch und einer reduzierten Nahtdicke

$$a^* = \left( \frac{A^*}{A} + \frac{c_1}{2d_n} \left( 1 - \frac{A^*}{A} \right) \right) \cdot a \leq a$$

gerechnet werden.

$d_n$ ,  $c_1$  und  $a$  nach Anlagen 1 und 2

$A^*/A$  nach Abschnitt 3.5.2.

### 3.5.4 Nachweis der Schrauben

Druckstäbe müssen aus konstruktiven Gründen in Abhängigkeit von ihrer Grenzdruckkraft mit Schrauben nach Tabelle 6 (Anlage 8) angeschlossen werden.

Die Übertragung von Querkräften ist mit Einhaltung der Bedingungen nach Abschnitt 3.2.1 nachgewiesen.

### 3.5.5 Nachweis der Kegelstücke

Der Nachweis gilt als erbracht, wenn die Bedingungen der Tabelle 8 (Anlage 9) eingehalten sind. Hierfür gelten die Bezeichnungen der Anlage 2 sowie die folgenden Parameter:

$$\psi = 2 \cdot A_n/A - 1 \geq 2/3; \quad \beta = Z_{R,d}/N_{pl,d}$$

$A$  ungeschwächter Rohrquerschnitt

$A_n$  Nettoquerschnitt des Rohres

$N_{pl,d}$  plastische Grenznormalkraft des ungeschwächten Rohres

$Z_{R,d}$  Grenzzugkraft der Schraube

Der in Anlage 2 und Anlage 9 (Tabelle 8) mit  $A_u$  bezeichnete Wert der Kegelquerschnittsfläche am Kegelbodenanschnitt ist unter Berücksichtigung der Querschnittsschwächung durch das Sichtloch mit dem Durchmesser  $d_s$  zu ermitteln.

### 3.5.6 Nachweis der Knotenstücke

#### 3.5.6.1 Allgemeines

Der Nachweis der Tragsicherheit der Knotenstücke gilt als erbracht, wenn die nachfolgend aufgeführten Bedingungen eingehalten sind.

#### 3.5.6.2 Schraubeneinschraubtiefe

Die Schraubeneinschraubtiefe  $b_{en}$  in Achse  $h$  muss Tabelle 7 (Anlage 8) entsprechen.

#### 3.5.6.3 Knotenmaße/-parameter

##### 3.5.6.3.1 Allgemeines

Die Knotenmaße sind von der gegenseitigen Lage und von den Durchmessern der Anschlussgewinde, den Schraubenfestigkeitsklassen und den Kegelbodenabmessungen abhängig. Für Leergewinde ist eine Schraube der Festigkeitsklasse 5.6 anzunehmen. Die verwendeten Bezeichnungen sind in den Anlagen 2 und 4 oder nachstehend erläutert. Die Indizes  $h$  und  $d$  kennzeichnen Achsen und sind Laufindizes:

$$h = 1 \dots n;$$

$n$  = Anzahl der Anschlüsse am Knoten

$$d = 1 \dots n_{hd};$$

$n_{hd}$  = Anzahl der Anschlussachsen mit  $\alpha_{hd} < 90^\circ$ .



3.5.6.3.2 Abstand  $f_h$

Der Abstand  $f_h$  muss mindestens betragen:

$$f_{h,M} = (M_d + M_h \cdot \cos \alpha_{hd}) / (2 \cdot \sin \alpha_{hd}) + g_{hd}$$

$$f_{h,M} \geq 1,4 \cdot \max M$$

$$f_{h,a} = (d_{a,d} + d_{a,h} \cdot \cos \alpha_{hd}) / (2 \cdot \sin \alpha_{hd})$$

mit

$g_{hd}$  Tiefe des Gewindes  $h$  zum Gewinde  $d$  nach Abschnitten 3.5.6.3.3

$\max M$  Nenndurchmesser des größten Knotengewindes

Der größere der beiden Abstände  $f_{h,M}$  und  $f_{h,a}$  ist maßgebend.

3.5.6.3.3 Gewindetiefe  $g_{hd}$

Die Gewindetiefe  $g_{hd}$  muss mindestens betragen:

$$g_{hd} = b_{eh} + (p_h - q_{hd}) \cdot M_h$$

mit

$b_{eh}$  Einschraubtiefe nach Tabelle 7 (Anlage 8)

$p_h$  Vergrößerung nach Abschnitt 3.5.6.3.4

$q_{hd}$  Verringerung nach Abschnitt 3.5.6.3.5

Die Differenz  $(p_h - q_{hd})$  darf  $< 0$  werden.

3.5.6.3.4 Vergrößerung  $p_h$

Die Vergrößerung  $p_h$  muss mindestens betragen:

$$p_h = \chi_h \cdot K$$

mit

$\chi_h$  Faktor, abhängig von der Festigkeitsklasse der Schraube  $h$  nach Tabelle 7 (Anlage 8)

$K$  von allen Schrauben abhängiger Kennwert

$$K = \frac{\sum_{j=7}^n (\beta \cdot M^2)_j}{\sum_{i=1}^6 (\beta \cdot M^2)_i}$$

mit

$\beta$  Faktor, abhängig von der Festigkeitsklasse der jeweiligen Schraube nach Tabelle 7 (Anlage 8)

Zähler und Nenner dürfen so gewählt werden, dass  $K$  minimal wird.

Ist  $n \leq 6$ , darf  $K = 0$  gesetzt werden.

Ist  $n > 6$ , darf ebenfalls  $K = 0$  gesetzt werden, wenn für eine beliebig zu wählende Ebene die Bedingung

$$K = \frac{\sum_{j=k+1}^n (\beta \cdot M^2)_j}{\sum_{i=1}^k (\beta \cdot M^2)_i} \leq 0,4$$

erfüllt ist. Es bedeuten:

$\sum_{i=1}^k (\beta \cdot M^2)_i$  Summe  $\beta \cdot M^2$  aller  $k$  Schrauben, deren Achsen in einer Knotenebene liegen

$\sum_{j=k+1}^n (\beta \cdot M^2)_j$  Summe  $\beta \cdot M^2$  der restlichen  $n - k$  Schrauben, die in den durch die Knotenebene gebildeten zwei Knotenhälften liegen.



### 3.5.6.3.5 Verringerung $q_{hd}$

Eine Verringerung  $q_{hd} > 0$  ist nur dann zulässig, wenn der vorhandene Abstand  $f_i$  aller Gewindeachsen  $i$  des Knotens mindestens gleich dem größten Abstand  $f_{i,M}$  nach Abschnitt 3.5.6.3.2 ist. Außerdem muss  $M_d \leq M_h$  sein. Ist eine der beiden Bedingungen nicht erfüllt, so ist  $q_{hd} = 0$  anzunehmen.

Die Verringerung darf betragen:

$$q_{hd} = q_{hd,1} + q_{hd,2}$$

mit

$$q_{hd,1} = \lambda_h \cdot M_d / M_h \cdot (1 - M_d / M_h)^2$$

und

$\lambda_h$  Faktor abhängig von der Festigkeitsklasse der Schraube in Achse  $h$  nach Tabelle 7 (Anlage 8)

sowie

$$q_{hd,2} = 0,05 \cdot M_d / M_h$$

für Schrauben in Achse  $h$  mit einer höheren Festigkeitsklasse als in Achse  $d$  und  $q_{hd,2} = 0$

für Schrauben in Achse  $h$  gleicher oder geringerer Festigkeitsklasse als in Achse  $d$ .

### 3.5.7 Nachweis der Verbindungen mit anderen Bauteilen

Für stabförmige Knotenstücke, die an andere Bauteile angeschweißt werden, gelten in Verbindung mit den Anlagen 2 und 5 folgende Bemessungsregeln:

- a) Achsen angeschraubter Stäbe dürfen nur im Stabanschlussbereich liegen,
- b) für den Schweißnahtabstand  $f_s$  müssen die drei Bedingungen erfüllt sein:

$$f_s \geq r/2$$

$$f_s \geq 1,5 \cdot \max M$$

$$f_s \geq 0,75 \cdot \max d_a$$

Dabei sind  $\max M$  und  $\max d_a$  die Größtwerte der Gewindenenddurchmesser und Kegeldenaußendurchmesser aller Anschlüsse, die an das Knotenstück anschließen.

## 4 Bestimmungen für die Ausführung

### 4.1 Allgemeines

Tragwerke dieser Bauart mit Stabnormalkräften  $> 500$  kN sind bauliche Anlagen, bei denen besondere Sachkenntnis und Erfahrung des Unternehmers im Sinne des § 55 (1) und (2) der MBO bzw. der vergleichbaren Artikel der Landesbauordnungen erforderlich sind. Der dort genannte Fachunternehmer bzw. Fachmann muss insbesondere Erfahrungen in der Montage ähnlicher Konstruktionen nachweisen.

Bauteile der hiermit zugelassenen Bauart dürfen nur von Betrieben geschweißt werden, die die Herstellerqualifikation Klasse D nach DIN 18800-7:2002-09 besitzen.

### 4.2 Montage

Die Tragwerke dürfen nur von Fachkräften des Antragstellers oder durch von ihm entsprechend angeleitete und bevollmächtigte Firmen gebaut werden (siehe Abschnitt 4.1).

Vor dem Einbau müssen alle Bauteile auf ihre einwandfreie Beschaffenheit hin geprüft werden. Beschädigte Bauteile dürfen nicht verwendet werden.

Horizontale und schwach geneigte Stäbe müssen so eingebaut werden, dass die Montage- bzw. Sichtlöcher nach unten zeigen.

Bei der Reihenfolge der Montage muss darauf geachtet werden, dass die Stäbe nicht unter Zwang eingebaut werden.



Bei allen Tragwerken ist von der Montagefirma durch die Sichtlöcher (Anlagen 1 und 2) lückenlos zu kontrollieren und zu protokollieren, dass der Schraubenkopf auf dem Kegelboden anliegt.

## 5 Bestimmungen für Nutzung, Unterhalt, Wartung

Der für den Zustand einer in dieser Bauart errichteten baulichen Anlage Verantwortliche hat durch einen Sachverständigen den Zustand des Tragwerkes bei einem Anwendungsbereich im Freien und im Innern von Gebäuden mit anomal ungünstigen Korrosionsbedingungen besonders auf ausreichenden Korrosionsschutz alle 2 Jahre prüfen zu lassen. Das Prüfergebnis ist in einem Vermerk festzuhalten. Der Vermerk muss auch Angaben darüber enthalten, ob und welche Sanierungsmaßnahmen erforderlich sind. Der Zeitraum zwischen den Prüfungen kann vergrößert werden, wenn das Prüfergebnis dieses zulässt. Der Hersteller hat den für die bauliche Anlage Verantwortlichen auf diese Verpflichtung schriftlich hinzuweisen und eine Durchschrift dieses Schreibens zu den Bauakten bei der Bauaufsichtsbehörde zu geben.

Dr.-Ing. Kathage



BILD 1.1

Krupp-Bauart

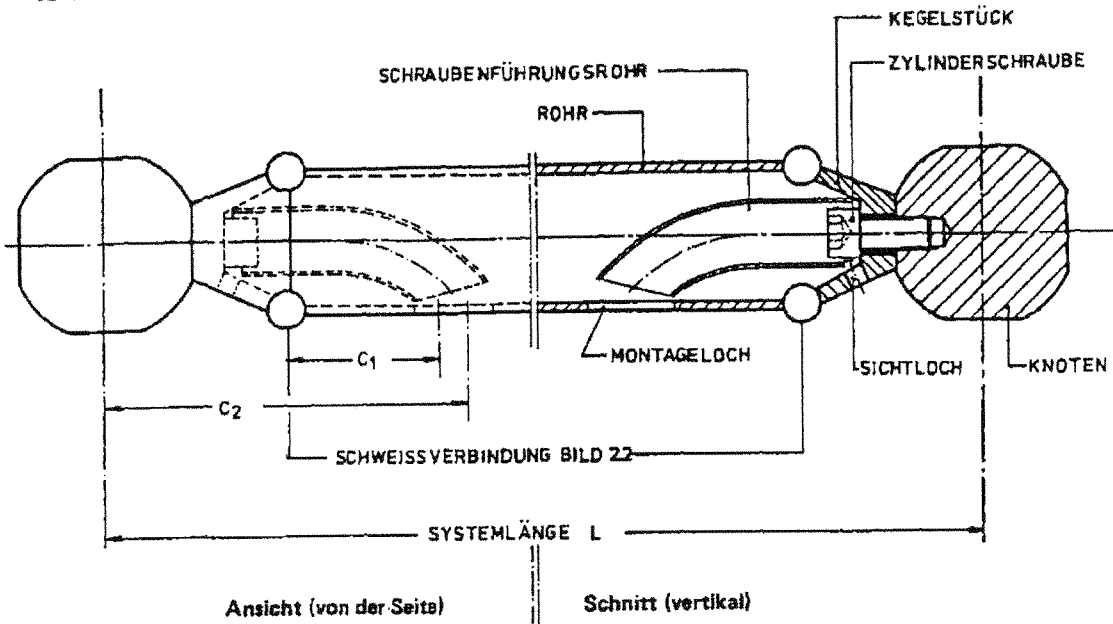
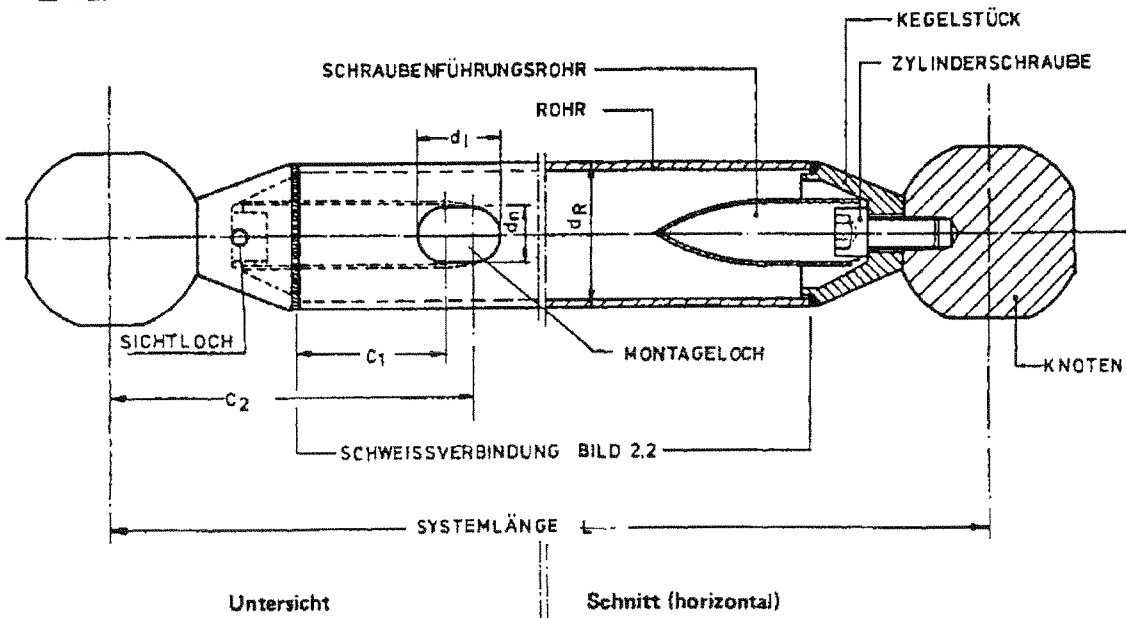


BILD 1.2



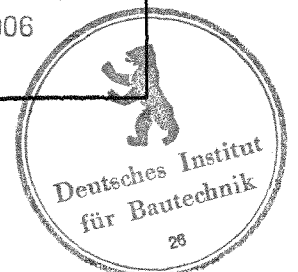
Krupp Stahlbau Hannover GmbH  
 Hackethalstr. 4  
 30179 Hannover

KRUPP MONTAL  
 Raumbachwerk System

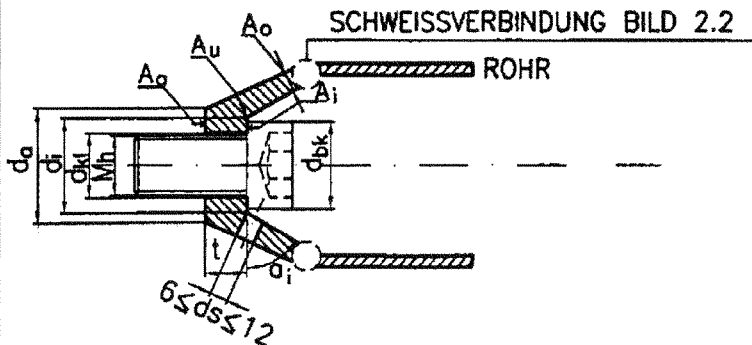
BILD 1.1

BILD 1.2

Anlage 1  
 zur allgemeinen  
 bauaufsichtlichen  
 Zulassung Z-14.4-13  
 vom 3. Mai 2006

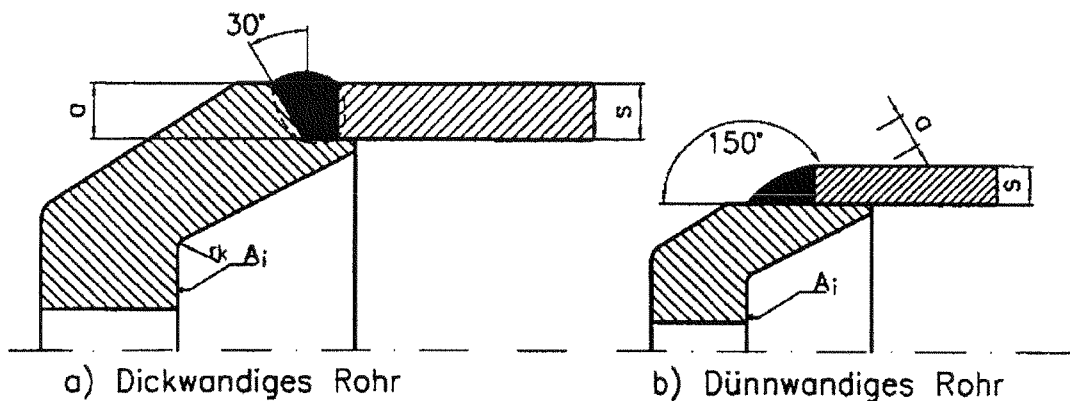


# BILD 2.1: Kegelstück



- $M_h$  = Schraubengewindeaussendurchmesser
- $d_{bk}$  = Schraubenkopfdurchmesser
- $d_i$  = Kegelbodeninnendurchmesser
- $d_o$  = Kegelbodenaussendurchmesser
- $d_{kl}$  = Kegelbodenlochdurchmesser
- $\alpha_i$  = Kegelwandinnenwinkel
- $A_u$  = Kegelquerschnitt am Kegelbodenanschnitt
- $A_o$  = Kegelquerschnitt neben der Schweißnaht
- $t$  = Kegelbodendicke
- $A_o$  = Kegelbodenaussendruckfläche (Stirnfläche des Kegelstückes)
- $A_i$  = Kegelbodeninnenfläche
- $d_s$  = Sichtlochdurchmesser (mm)

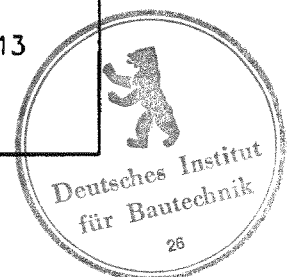
## BILD 2.2: Verbindung Rohrstab-Kegelstück



Krupp Stahlbau Hannover GmbH  
 Hackethalstr. 4  
 30179 Hannover  
 KRUPP MONTAL  
 Raumbachwerk System

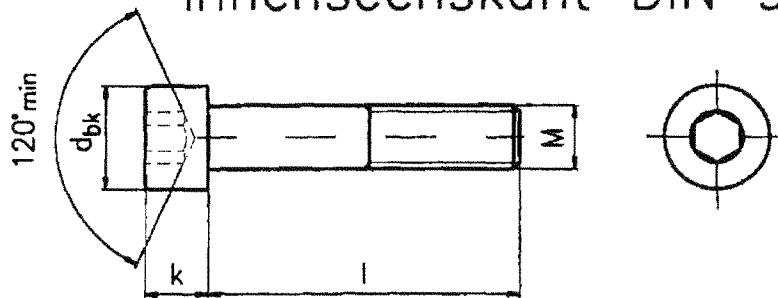
BILD 2.1  
 BILD 2.2

Anlage 2  
 zur allgemeinen  
 bauaufsichtlichen  
 Zulassung Z-14.4-13  
 vom 3. Mai 2006





## BILD 3.1: Zylinderschraube mit Innensechskant DIN 912

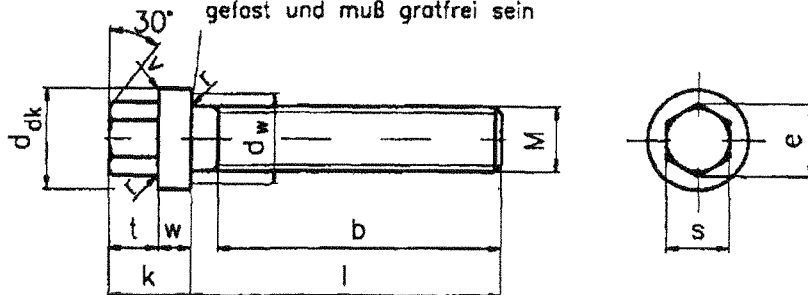


- $d_{bk}$  = Schraubenkopfdurchmesser  
 $k$  = Kopfdicke  
 $M$  = Gewinde-Außendurchmesser = Gewindenenddurchmesser  
 $l$  = Nennlänge

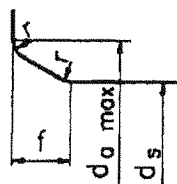
Weitere Angaben über die Zylinderschraube siehe DIN 912

## BILD 3.2: Außensechskantschrauben entstanden aus Zyl.-Schrauben DIN 912

Die Unterkante des Kopfes darf bis auf  $d_w$  gerundet oder gefast und muß gratfrei sein



Maximaler Übergang vom Schaft zum Kopf



$$f \text{ max.} = 1,7r \text{ max.}$$

$$f \text{ max.} = \frac{d_a \text{ max.} - d_s \text{ max.}}{2}$$

$$f \text{ min. s. Tabelle}$$

Ausführung nach DIN 13 und DIN 267

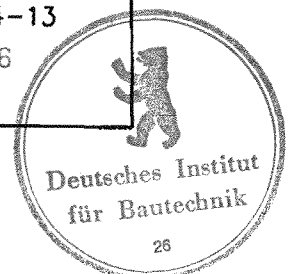
Toleranzen nach DIN 267 Teil 10

Krupp Stahlbau Hannover GmbH  
 Hockethalstr. 4  
 30179 Hannover-

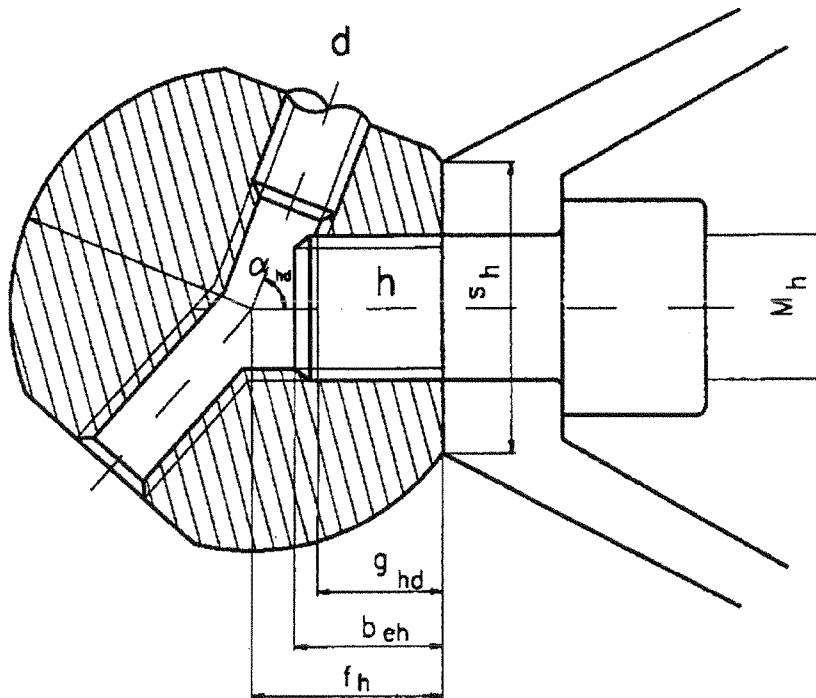
KRUPP MONTAL  
 Raumbachwerk System

BILD 3.1  
 BILD 3.2

Anlage 3  
 zur allgemeinen  
 bauaufsichtlichen  
 Zulassung Z-14.4-13  
 vom 3. Mai 2006



## Bild 4: Kugelförmiges Knotenstück aus C45



$r$  = Knotenradius

$h, d$  = Achsenbezeichnung

$\alpha_{hd}$  = Winkel zwischen den Achsen  $h$  und  $d$

Für den Anschluß in Achse  $h$  sind

$M_h$  = Gewindenenddurchmesser

$g_{hd}$  = Gewindetiefe zum Gewinde  $d$

$b_{eh}$  = Schraubeneinschraubtiefe

$f_h$  = Abstand der Anlagefläche vom Knotenmittelpunkt

$s_h$  = Durchmesser der Anlagefläche  $\geq d_{o,h}$  des Kegels

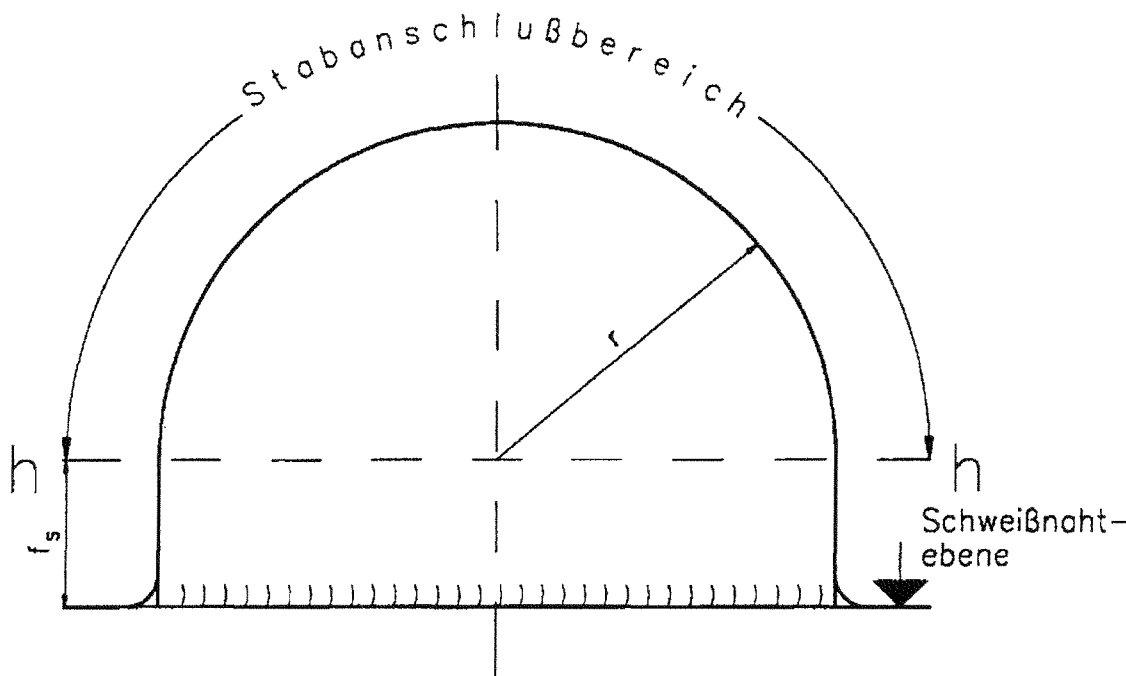
Krupp Stahlbau Hannover GmbH  
Hackethalstr. 4  
30179 Hannover

KRUPP MONTAL  
Raumfachwerk System

BILD 4

Anlage 4  
zur allgemeinen  
bauaufsichtlichen  
Zulassung Z-14.4-13  
vom 3. Mai 2006

Bild 5: Stabförmiges Knotenstück aus S355 mit Schweißanschluß



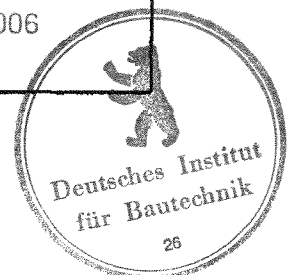
- $r$  = Zylinderradius
- $f_s$  = Abstand der Schweißnahtebene vom Knotenmittelpunkt
- $h$  = Gurtebene

Krupp Stahlbau Hannover GmbH  
 Hackethalstr. 4  
 30179 Hannover

KRUPP MONTAL  
 Raumfachwerk System

BILD 5

Anlage 5  
 zur allgemeinen  
 bauaufsichtlichen  
 Zulassung Z-14.4-13  
 vom 3. Mai 2006



**Tabelle 1:  
Erforderliche mechanische Eigenschaften für Schrauben**

| Werkstoff DIN ISO 898 T1<br>Ausgabe (01.89) | Festigkeitsklasse |     |      |
|---|-------------------|-----|------|
|   | 5.6               | 8.8 | 10.9 |
| Mindestbruchdehnung<br>A <sub>5</sub> (%)   | 20                | 12  | 9    |

Charakteristische Werte der Festigkeit  
nach DIN 18 800 T1, Tabelle 2

**Tabelle 2: Erforderliche Kerbschlagarbeit der Schrauben**

| Schrauben     | Mittelwert aus<br>3 Proben<br>(J/cm <sup>2</sup> ) | Kleinster Einzelwert<br>(J/cm <sup>2</sup> ) |
|---------------|--|--|
| M 12 bis M 33 | 70   | 60   |
| M 36 bis M 64 | 60   | 50   |

**Tabelle 3: Kennzeichnung der Schrauben**

| Festigkeitsklasse | am Schraubenkopf   | am gewindeseitigen<br>Ende            |
|-------------------|--|---------------------------------------|
| 5.6               | Herstellerstempel mit Angabe<br>der Festigkeitsklasse und der<br>Chargennummer | glatte Fläche<br>(ohne Kennzeichnung) |
| 8.8               |  | kegelstumpfförmige<br>Vertiefung      |
| 10.9              |  | kegelförmige Vertiefung               |

Krupp Stahlbau Hannover GmbH  
Hackethalstr. 4  
30179 Hannover

KRUPP MONTAL  
Raumfachwerk System

Tabelle 1  
Tabelle 2  
Tabelle 3

Anlage 6  
zur allgemeinen  
bauaufsichtlichen  
Zulassung Z-14.4-13  
vom 3. Mai 2006



**Tabelle 4: Abmessungen der Sechskantschrauben  
(Bezeichnungen nach Anlage 3 (Bild 3.2))**

\* Werte entsprechen DIN 912

\*\* Werte größer als in DIN 912

| Gewinde              | M 12  | M 16  | M 20  | M 24  | M 27  | M 30  | M 36  | M 42  | M 48  |
|----------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| P*Steigung           | 1,75  | 2     | 2,5   | 3     | 3     | 3,5   | 4     | 4,5   | 5     |
| d <sub>k</sub> * max | 18    | 24    | 30    | 38    | 40    | 45    | 54    | 63    | 72    |
| d <sub>k</sub> * min | 17,7  | 23,7  | 29,7  | 35,6  | 39,8  | 44,6  | 53,5  | 62,5  | 71,5  |
| d <sub>s</sub> * max | 13,7  | 17,7  | 22,4  | 28,4  | 30,4  | 33,4  | 39,4  | 45,5  | 52,8  |
| d <sub>s</sub> * min | 12    | 16    | 20    | 24    | 27    | 30    | 36    | 42    | 48    |
| b**                  | 11,73 | 15,73 | 19,67 | 23,67 | 26,87 | 29,67 | 35,61 | 41,61 | 47,61 |
| f* max               | 1,87  | 1,87  | 2,04  | 2,04  | 2,89  | 2,89  | 2,89  | 3,08  | 3,91  |
| k*                   | 12    | 16    | 20    | 24    | 27    | 30    | 36    | 42    | 49    |
| f* min               | 0,8   | 0,8   | 0,8   | 0,8   | 1     | 1     | 1     | 1,2   | 1,6   |
| s** Nennmaß          | 12    | 17    | 21    | 24    | 27    | 30    | 34    | 41    | 48    |
| t*                   | 8     | 9     | 10    | 12    | 14    | 16    | 20    | 24    | 30    |
| v* max               | 1,2   | 1,6   | 2     | 2,4   | 2,7   | 3     | 3,6   | 4,2   | 4,8   |
| d <sub>w</sub> * min | 17,23 | 23,17 | 28,87 | 34,81 | 38,81 | 43,81 | 52,54 | 61,34 | 70,34 |
| w**                  | 6     | 7     | 10    | 12    | 13    | 14    | 16    | 18    | 19    |

**Tabelle 5:  
 $\alpha_w$ -Werte für den Nachweis der Schweißnähte zur  
Verbindung von Rohr mit Kegelstücke aus S 235 oder S 355**

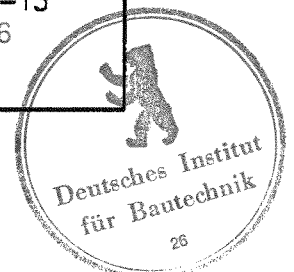
| Naht nach Anlage 2 | Druck | Zug  |
|--------------------|-------|------|
| V-Naht             | 1,00  | 1,00 |
| Oberlappnaht       | 0,88  | 0,79 |

Krupp Stahlbau Hannover GmbH  
Hockethalstr. 4  
30179 Hannover

KRUPP MONTAL  
Raumfachwerk System

Tabelle 4  
Tabelle 5

Anlage 7  
zur allgemeinen  
bauaufsichtlichen  
Zulassung Z-14.4-13  
vom 3. Mai 2006



**Tabelle 6: Kleinste zulässige Schraubengröße in Abhängigkeit von der Grenzdruckkraft**

| größte Grenzdruckkraft der Stäbe in kN | kleinste zulässige Schraube |
|--|-----------------------------|
| 300                                    | M 12                        |
| 700                                    | M 16                        |
| 900                                    | M 20                        |
| 1200                                   | M 24                        |
| 1500                                   | M 27                        |
| 2300                                   | M 30                        |
| 3000                                   | M 33                        |
| 3500                                   | M 36                        |
| > 3500                                 | M 42                        |

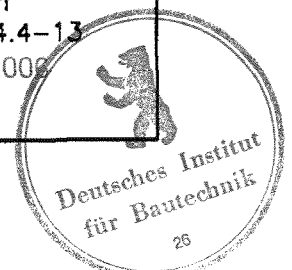
**Tabelle 7: Kleinste zulässige Einschraubtiefe  $b_e$  und Faktoren  $\chi$ ,  $\beta$  und  $\lambda$  der Schrauben**

| Festigkeitsklasse         | 5.6  | 8.8  | 10.9 | im Zähler bei Druck |
|---------------------------|------|------|------|---------------------|
| Einschraubtiefe $b_e / M$ | 0,70 | 0,95 | 1,10 |                     |
| Faktor $\chi$             | 0,10 | 0,10 | 0,15 |                     |
| Faktor $\beta$            | 0,50 | 0,80 | 1,00 | 0,50                |
| Faktor $\lambda$          | 0,75 | 1,20 | 1,50 |                     |

Krupp Stahlbau Hannover GmbH  
 Hackethalstr. 4  
 30179 Hannover  
 KRUPP MONTAL  
 Raumfachwerk System

Tabelle 6  
 Tabelle 7

Anlage 8  
 zur allgemeinen  
 bauaufsichtlichen  
 Zulassung Z-14.4-13  
 vom 3. Mai 2006



**Tabelle 8: Bemessungsregeln für Kegelstücke**  
(Längen in mm, Flächen in cm<sup>2</sup>)

| Stahlsorte            | erforderliche Abmessungen mit Bezeichnungen gemäß Anlage 2       | Zeile   |   |
|-----------------------|--|---|---|
| S 235<br>und<br>S 355 | $\beta \leq 0,6$<br>$A_u \geq 0,625 \cdot (0,6 + 2\psi) \cdot A$ | 1   |   |
|                       | $\beta > 0,6$<br>$A_u \geq 0,625 \cdot (\beta + 2\psi) \cdot A$  | 2   |   |
|                       | für Zug-<br>stäbe  | $d_i \leq 1,25 \cdot d_{bk}$  | 3 |
|                       | für<br>Druck-<br>stäbe   | $d_i \leq 1,25 \cdot d_{bk}$  | 4 |
|                       |  | $d_s \geq \sqrt{\frac{4}{\pi} A_k + d_{ki}^2}$<br><br>mit<br><br>$A_k = \psi \cdot A \cdot \frac{f_{y,k} \text{ Rohr}}{f_{y,k} \text{ Kegel}}$<br><br>$f_{y,k}$ = charakteristische Werte | 5 |
|                       |  | $A_a \geq 1,20 \cdot \text{zugeh. } A_u$  | 6 |
|                       | $d_{ki} \geq M + 2$  | 7   |   |
|                       | $r_k \geq 1$   | 8   |   |
|                       | $\alpha_i \geq 55^\circ$   | 9   |   |
| S 235                 | $t \geq 3,50 \cdot \sqrt{\text{zugeh. } A_u}$                    | 10  |   |
| S 355                 | $t \geq 4,30 \cdot \sqrt{\text{zugeh. } A_u}$                    | 11  |   |

Krupp Stahlbau Hannover GmbH  
Hackethalstr. 4  
30179 Hannover  
  
KRUPP MONTAL  
Raumfachwerk System

Tabelle 8

Anlage 9  
zur allgemeinen  
bauaufsichtlichen  
Zulassung Z-14.4-13  
vom 3. Mai 2006

