

## **1 Vorwort**

### **1.1 Allgemeine Hinweise**

Diese Anleitung wird Ihnen helfen, das RUD-System- hochverschleißfest sicher, sachgerecht und wirtschaftlich zu nutzen. Wenn Sie die Hinweise in dieser Anleitung beachten, werden Sie

- die Zuverlässigkeit und die Lebensdauer des RUD-Systems- hochverschleißfest und der Anlage erhöhen,
- Gefahren vermeiden,
- Reparaturen und Ausfallzeiten vermindern.

**Diese Anleitung muss**

- **ständig am Einsatzort verfügbar sein,**
- **von jeder Person gelesen und angewandt werden, die Arbeiten an dem RUD-System- hochverschleißfest durchführt.**

Das RUD-System- hochverschleißfest ist nach dem Stand der Technik und den anerkannten sicherheitstechnischen Regeln hergestellt. Dennoch können bei unsachgemäßer Behandlung und nicht bestimmungsgemäßer Verwendung, Gefahren für Leib und Leben des Benutzers oder Dritter, bzw. Beeinträchtigungen der Förderanlage und anderer Sachwerte entstehen.

Ersatzteile müssen den von RUD-Ketten festgelegten technischen Anforderungen entsprechen. Dies ist bei Originalersatzteilen gewährleistet, da sie einer ständigen Qualitätskontrolle unterliegen, unterstützt durch ein zertifiziertes Qualitätsmanagementsystem nach ISO 9001. Fremde Ersatzteile können unter Umständen die konstruktiv vorgegebenen Eigenschaften der Anlage verändern und zu erheblichen, von RUD-Ketten nicht mehr zu vertretenden Mängeln führen.

Benützen Sie für die Instandhaltung eine geeignete Werkstattausrüstung. Eine fachmännische Instandsetzung bzw. Reparatur kann nur vom Hersteller gewährleistet werden.

Diese Anleitung wurde mit größtmöglicher Sorgfalt erstellt. Sollten Sie dennoch weitere Informationen wünschen, wenden Sie sich bitte an:

**RUD Ketten**  
**Rieger & Dietz GmbH u. Co. KG**  
**Friedensinsel**  
**73432 Aalen/Germany**  
**Telefon +49 7361 504-0**  
**Telefax +49 7361 504-1523**  
[rudketten@rud.com](mailto:rudketten@rud.com)  
[www.rud.com](http://www.rud.com)

© 2007.

Diese Anleitung ist urheberrechtlich geschützt. Die Firma RUD-Ketten behält sich Änderungen vor.


### **1.2 Bestimmungsgemäße Verwendung**

- Das RUD-System- hochverschleißfest, ist ein horizontales- bzw. aufsteigendes Fördersystem für Schüttgüter.
- Die im stationären Betrieb zugelassene Leistungsübertragung durch die Bauteile bei einer bestimmten Fördergeschwindigkeit und einem bestimmten Fördergut sowie einem entsprechenden Achsabstand ist in der Bestellung an RUD-Ketten bzw. in der Auftragsbestätigung durch RUD-Ketten formuliert. Eine andere, oder darüber hinausgehende Verwendung, wie z.B. für höhere Förderleistungen, höhere Fördergeschwindigkeiten, andere Fördergüter oder für nicht vereinbarte Betriebsbedingungen, gilt als nicht bestimmungsgemäß.
- Zur bestimmungsgemäßen Verwendung gehören auch das Beachten dieser Einbau- und Betriebsanleitung und die Einhaltung der Inspektions- und Wartungsvorschriften.


**Für Schäden, die aus einer nicht bestimmungsgemäßen Verwendung resultieren, haftet der Hersteller nicht. Das Risiko trägt allein der Anwender.**

## 2 Sicherheitshinweise

### 2.1 Symbol- und Hinweiserklärung

|                                                                                                   |                                                                                                                                        |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  <b>Warnung!</b> | <b>Lebensgefahr oder erheblicher Sachschaden können eintreten, wenn die entsprechenden Sicherheitshinweise nicht getroffen werden.</b> |
| <b>Achtung!</b>                                                                                   | <b>Unerwünschtes Ergebnis oder Zustand kann eintreten, wenn die entsprechenden Sicherheitshinweise nicht getroffen werden.</b>         |

### 2.2 Allgemein

|                                                                                                    |                                                                                                                                                                       |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  <b>Warnung!</b> | <b>Sicherheitshinweise Beachten.<br/>Sonst drohen Gefahren für Leib und Leben des Benutzers oder Dritter, Beeinträchtigungen der Maschine und weiterer Sachwerte.</b> |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

- Montage, Demontage, Reparaturen und Instandsetzung sowie Verschleißmessung dürfen nur von Sachkundigen, mit den Betriebsanleitungen vertrauten und unterwiesenen Personen durchgeführt werden.
- Vor Beginn der Wartungsarbeiten Bedienungspersonal informieren und Aufsichtsführenden benennen.
- Maschine/Einrichtung gegen unbeabsichtigten Start sichern.
- Hauptsteueranlagen ausschalten, Schlüssel abziehen und Warnschild anbringen.
- Kettenstrang bei Montage/Demontage gegen Bewegung sichern. Bei der Montage/Demontage des Kettenequipments kann dieser sich durch einseitige Belastung in Bewegung setzen und zu Verletzungen mit Todesfolge führen.
- Arbeitsbereich gegen herabfallendes Fördergut sichern.
- Einzelteile und größere Baugruppen bei Montage und Austausch sorgfältig an Hebezeugen befestigen und sichern, so dass von hier keine Gefahr ausgehen kann. Nur geeignete und technisch einwandfreie Hebezeuge und Lastaufnahmemittel verwenden.
- Nicht unter schwebenden Lasten aufhalten!
- Alle Komponenten müssen in der Regel, wenn nicht anders angegeben, spannungslos montiert bzw. demontiert werden. Quetschgefahr!
- Alle Anlageteile müssen soweit erkaltet sein, dass ein berühren ohne Verbrennung möglich ist.

- Mit dem Anschlagen von Lasten und dem Einweisen der Kranführer nur Bedienpersonal mit gültigen Berechtigungszertifikaten beauftragen. Der Einweiser muss sich in Sichtweite des Bedieners aufhalten oder mit ihm in Sprechkontakt stehen.
- Bei Montagearbeiten über Kopfhöhe, dafür vorgesehene Bühnen und sicherheitsgerechte Aufstiegshilfen verwenden. Maschinenteile nicht als Aufstiegshilfen benutzen. Bei Wartungsarbeiten in großer Höhe Absturzsicherung tragen.
- Für sichere und umweltschonende Entsorgung von Betriebs und- Hilfsstoffen sowie Austauschteilen ist zu sorgen.
- Grundsätzlich dürfen an der Rundstahlkette, den Kettenschlössern oder den einsatzgehärteten Bauteilkomponenten keine Schweißvorgänge durchgeführt werden. Die Verwendung der Kette als Masseverbindung bei Elektro-Schweißarbeiten an der Stahlkonstruktion ist nicht zulässig.
- Schweiß-, Brenn- und Schleifarbeiten an der Anlage nur durchführen, wenn dies ausdrücklich genehmigt ist. Vor dem Schweißen, Brennen und Schleifen Anlage und deren Umgebung von Staub und brennbaren Stoffen reinigen und für ausreichend Lüftung sorgen. Es kann z.B. Brand- und Explosionsgefahr bestehen.
- Angegebene Anzugsmomente für Schraubverbindungen einhalten. Überprüfen Sie diese Verbindungen grundsätzlich mit einem Drehmomentschlüssel.
- Das Mitfahren von Personen auf dem Förderer ist verboten!
- Jegliche eigenmächtige Umbauten und Veränderungen an den Bauteilen aus Sicherheitsgründen, ohne Genehmigung des Herstellers, sind zu unterlassen.
- Jede Sicherheitsbedenkliche Arbeitsweise ist zu unterlassen.
- Ergänzend zur Betriebsanleitung allgemeingültige, gesetzliche und sonstige verbindliche Regelungen zur Unfallverhütung und zum Umweltschutz beachten und umsetzen, z.B. der Umgang mit Gefahrenstoffen oder das Zurverfügungstellen / Tragen persönlicher Schutzausrüstungen.

### 2.3 **Wartung und Pflege**

- Instandhaltungsbereich, soweit erforderlich, weiträumig absichern.
- Vor Beginn der Wartungsarbeiten Zugang zum Arbeitsbereich der Maschine/Einrichtung für nicht befugte Personen absperren. Geeignetes Schild anbringen oder aufstellen, das auf die Wartungsarbeiten hinweist.
- In den Bechern verbliebenes oder anhaftendes Fördergut kann sich lösen und herausfallen. Vor dem Öffnen der Inspektionsklappen, Materialzufuhr abschalten und Becherwerkentleeren. Während der Arbeiten Schutzhelm tragen.

### **3 Beschreibung**

Das RUD-System- hochverschleißfest besteht aus folgenden Bauteilen:

- Rundstahlkette **10**
- Zahnkettenrad **20** oder Taschenkettenrad **30**
- Umlenkrolle **50**
- Kettenschloss **60**
- Mitnehmer **70**

Im Rahmen der Auftragsverhandlung und -klärung werden zwischen dem Kunden und RUD im allgemeinen die für die Förderaufgabe notwendigen Bauteile optimal ausgewählt und entsprechend unseres Baukastensystems zusammengestellt. Die Bauteile werden separat verpackt geliefert.

**Achtung!**

- Beachten Sie zu diesem System die allgemeinen Betriebshinweise der:**
- vorgesehenen RUD-Zahnkettenräder (F20533 / WV1), (F20534 / WV1), bzw. Taschenkettenräder (F20535 / WV1), (F20536 / WV1)
  - vorgesehenen RUD-Kettenschlösser (F20537 / WV1), (F20538 / WV1), (F20539 / WV1)
  - RUD-Förderketten (F20521 / WV1)
  - vorgesehenen Mitnehmer (F20522 / WV1 bis einschließlich F20532 / WV1, sowie F20564 / WV1)
  - falls vorgesehen, RUD-Umlenkrollen (F20541 / WV1)

## 4 Montage

### 4.1 Montieren Sie die Räder auf die entsprechenden Wellen

1. Paarweise genutete und gleichfarbig gekennzeichnete Räder zusammen auf eine Welle aufziehen.
2. Antriebsräder und Umlenkrollen unter Beachtung des Radmittelpunktes sowie der genauen Ausrichtung zueinander montieren.
3. Bewegen der Spannweite an den Anfang der Spanneinheit. Dies erleichtert die weitere Montage.

### 4.2 Richten Sie die Wellen aus

Die Wellen horizontal und parallel genau ausrichten. Dies und ein korrekt positionierter Radmittelpunkt sind unverzichtbar.

### 4.3 Verbinden Sie die einzelnen Kettenstränge mittels Kettenschlösser

### 4.4 Ziehen Sie die Verbundenen Kettenstränge in die Anlage ein

Bei Ein- und Mehrstrangförderern:

**Achtung!**

1. Die Schweißstellen der vertikal angeordneten Glieder müssen beim Lauf über die Antriebsräder zum Radmittelpunkt zeigen (Bild 1).
2. Auf richtige Einbaulage der Kettenschlösser zu den Kettenrädern achten – Schlossschraube parallel zur Kettenradachse – (gilt auch für Taschenräder und Rillenrollen) (Bild 1+2). Die Verschraubung (Mutter) muss zur Förderanlagenmitte gerichtet sein. Beschädigung des Kettenschlosses und des Systems wird somit vermieden.

Entnehmen Sie die zulässigen Schrauben-Anziehdrehmomente aus der Tabelle im letzten Abschnitt.

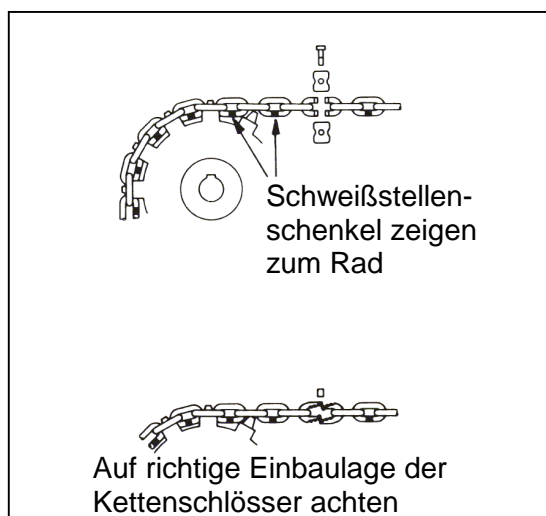


Bild 1

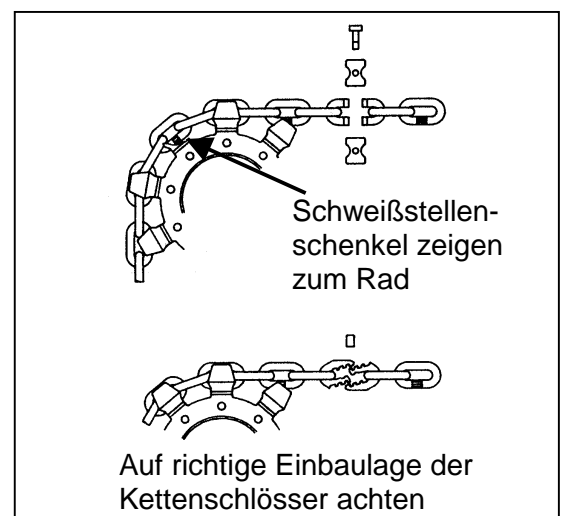


Bild 2

#### **4.5 Schließen Sie die Kettenschlaufen.**

1. Entspannen der Kette an der Umlenkwellen an der Spanneinheit.
2. Überzählige Kettenglieder vorsichtig heraustrennen (siehe Demontage).
3. Kettenschlaufen mittels Kettenschlösser schließen.

#### **4.6 Montieren Sie die Anflanschteile.**

#### **4.7 Spannen Sie die Kette**

Nutzbaren Spannweg unter Berücksichtigung der Schlaufenlänge und der aggressiven Beanspruchung, welche auf die Kette einwirken, festlegen. Es darf nur so stark vorgespannt werden, wie für einen einwandfreien Ketten- und Mitnehmerlauf bei normalen Betriebszuständen erforderlich ist. Bei Mehrstrangförderern muss die Vorspannkraft aller Kettenschlaufen gleich sein.

#### **Achtung!**

- **Stetige Vorspannung mittels Federn oder Gewichten in nachstellbarer Spanneinrichtung einhalten, dabei die Größe der Kettenvorspannkraft auf die Gegebenheiten des jeweiligen Förderers abstimmen.**
- **Halten Sie die Ketten während ihrer ganzen Lebensdauer unter der richtigen Vorspannung. Eine Schlaffkette führt zu erhöhtem Gelenkverschleiß.**

#### **4.8 Allgemeine Richtlinien**

#### **Achtung!**

**Folgende allgemeine Richtlinien einhalten.**

1. Maximale Beladung der Mitnehmer anstreben, das heißt, die Kettengeschwindigkeit der Fördermenge anpassen.
2. Materialzuführung muss so erfolgen, dass über die Förderbreite eine gleichmäßige Verteilung gewährleistet ist und alle Kettenschlaufen durch Fördergut und Zugkraft absolut gleich beansprucht werden. Einseitiger Kettenverschleiß wird somit vermieden.  
Ist eine Schrägaufgabe nicht vermeidbar:  
→ Ableitblech so anbringen, dass der Materialstrom mittig auf die Förderbreite auftrifft. Ungleiche Schlaufenbeanspruchung führt zu unterschiedlicher Teilungsvergrößerung durch Verschleiß der einzelnen Kettenschlaufen, dadurch ergibt sich eine Schräglage der Becher, welche zu Störungen an der Umlenkstation führen kann.
3. Rundstahlketten gegen Überbeanspruchungen oder Blockierung durch Grob- oder Fremdkörper absichern, durch geeignete Sicherheitskupplung, Scherstift usw. am Antrieb.

4. Rundstahlkette vor dem Rad- oder Rolleneinlauf von anhaftendem Fördergut reinigen, durch Abstreifer, Pressluft- oder Wasserstrahl.  
Werden von der in das Antriebsrad oder in die Umlenkungen einlaufender Kette große Mengen Fördergut, Grob- oder Fremdkörper mitgeführt, so ist unter Umständen an diesen Stellen das Anbringen entsprechend stabiler Kettenabstreifer und Ketteneinweiser notwendig.
5. Besteht z.B. durch Fördergutverdichtung die Gefahr, dass die Kette vom Rad oder der Rolle Abgehoben wird, muss ein Kettenniederhalter oder Kettenkreuz vor, nach oder über dem gesamten Kettenumschlingungsbereich angebracht werden.
6. Rillenrollenkranzprofil bei verdichtendem oder aushärtendem Fördergut durch Räumer freihalten.
7. Unterstützen Sie die Kette und Mitnehmer, wenn ein zu langes, freihängendes Kettenband eine zu große Kettenvorspannung erfordert.
8. Die Abwurfstellen bei Trogkettenförderern müssen entsprechend der anfallenden Fördergutmenge und -größe in genügend großem Abstand von den Antriebsrädern bzw. vor den Umlenkungen beginnen.
9. Einbaumaße und -toleranzen in den jeweiligen Einbauzeichnungen genau einhalten bei:
  - Montage der Zahnkettenräder/Taschnerkettenräder oder Umlenkrollen,
  - Fertigung von Mitnehmern,
  - Anbringen von Kettenführungsschienen.
10. Um gegenseitiges Verspannen der Kettenschlaufen zu verhindern, dürfen auf einer Spannweite höchstens 2 Umlenkrollen sitzen, davon muss sich mindestens eines frei drehen können, mit Umlenkwellen darf nur ein Rad verbunden sein.

## 5 Demontage

### 5.1 Kettenkürzung

Das Herausschneiden von Kettengliedern muss sorgfältig und ohne Beschädigung, (z.B. durch thermisches Schneiden verursachtes Anlassen) der benachbarten Glieder erfolgen.

**Achtung!**

- **Anliegende Kettenglieder abdecken. Verhindert Brandverletzungen an Kettengliedern.**
- **Anliegende Kettenglieder nicht erwärmen.**
- **Am Kettenstrang immer das 2., 4., 6., usw. Kettenglied abtrennen.**
- **RUD-Kettenschlösser laufen als vertikal angeordnete Glieder über RUD-Zahnkettenräder.**
- **Aus beiden Kettenschlaufen die gleiche Anzahl Kettenglieder heraustrennen.**

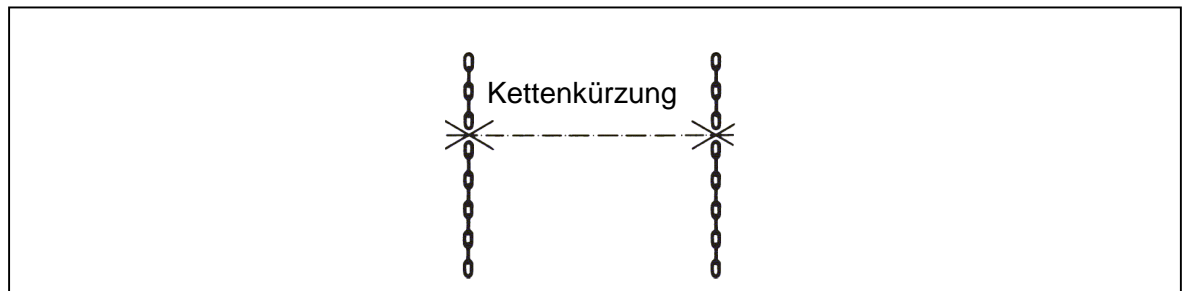


Bild 3

Kürzen Sie die Kette wie folgt:

1. Die Förderanlage muss frei von Fördergut sein, Kontrolle auf fehlende oder beschädigte Kratzeisen bzw. Mitnehmer.
2. Bringen Sie den Förderer in eine, für die Kürzung, günstige Position zum Stillstand.
3. Abschalten des Förderers.
4. Entspannen der Kette an der Umlenkwellen an der Spanneinheit.
5. Die Kette muss hinreichend schlaff sein, um sie zu öffnen und eine gleiche Anzahl an Gliedern aus beiden Strängen zu entfernen.
6. Anbringen und Anziehen der Kettenschlösser.
7. Absenken der Umlenkwellen und diese wie in Abschnitt 4.7 beschrieben einstellen.
8. Elektrischer Anschluss des Motors und Probetrieb der Förderanlage.

### 5.2 Demontage des Systems

1. Die Förderanlage muss frei von Fördergut sein
2. Bringen Sie den Förderer in eine, für die Kettenöffnung, günstige Position zum Stillstand.
3. Abschalten des Förderers.
4. Entspannen der Kette an der Umlenkwellen an der Spanneinheit.
5. Die Kette muss hinreichend schlaff sein, um sie zu öffnen.
6. Demontage der Kratzeisen und Mitnehmer aus der Förderanlage.
7. Demontage der Kettenschlösser.
8. Entfernen der einzelnen Kettenstränge.



## **6 Wartung und Pflege**

Wir empfehlen, führen Sie Aufzeichnungen über die Wartung der Förderanlage, aus denen Laufzeiten und vorgenommene Reparaturen ersichtlich sind. Nur gut gewartete Förderanlagen erbringen hohe Betriebszeiten.

### **6.1 Schmierung**

RUD-Förderketten erfordern im Normalfall keine Schmierung.  
Schmierung der Ketten nur mit normalen Motorenöl (nicht Fett!) zulässig.  
Verschmutzte Ketten sollten vor dem Nachschmieren gereinigt werden.

### **6.2 Vorspannung**

Kontrollieren Sie regelmäßig die Kettenspannung, besonders während der Einlaufphase von neuen Ketten und/oder bei großen Schlaufenlängen. Es darf nur so stark vorgespannt werden, wie für einen einwandfreien Ketten- und Mitnehmerlauf bei normalen Betriebszuständen erforderlich ist. Bei Mehrstrangförderern muss die Vorspannkraft aller Kettenschlaufen gleich sein.

**Achtung!**

**Unnötig hohe Vorspannkraft verkürzt die Lebensdauer des Systems.**

### **6.3 Überwachung**

Überprüfen Sie ½ jährlich, min. jedoch 1 x jährlich die Ketten, Schlösser, Räder, Rollen und Anflanschteile auf Beschädigungen, Korrosion oder ungewöhnliche Verschleißstellen. Achten Sie besonders auf den Zustand der Verschraubungs- und Sicherheitsteile. Beheben Sie umgehend festgestellte Mängel.

## **7 Verschleiß und Ablegereife**

Radverzahnung und Rundstahlketten verschleifen unter normalen Bedingungen gemeinsam bis zur Ablegereife.

Diese ist bei Zahnkettenrädern (innenverzahnten Rädern) erreicht, wenn die gemessene Teilungsvergrößerung durch Verschleiß bei der Kette 1,5% – 2,5% (oder größer) ist und gleichzeitig bei normaler Kettenvorspannung die Kettenglieder am Antriebsrad unter Zwang ruckweise einlaufen, oder sich schwer und schlagartig davon ablösen, d.h. über den normalen Ablösepunkt hinaus mitgenommen werden. Unter Umständen können hierbei auch Zähne mit erhöhter Gliedauflage verwendet werden, um wieder einen gleichmäßigen Lauf der Kette zu gewährleisten.

Bei Taschenrädern (außenverzahnten Antriebsrädern), kann unter Umständen eine Teilungsvergrößerung durch Verschleiß von bis zu 4% aufgenommen werden.

Bei großen Achsabständen und stark abrasivem oder korrodierendem Fördergut, großer Geschwindigkeit, Wärmeeinfluss o.ä. kann unter Umständen ein ruckweiser Ein- und Auslauf der Kette am Antriebsrad erfolgen, obwohl die gemessene Teilungsvergrößerung durch Verschleiß noch unter ca. 1,5% liegt.

### **Achtung!**

- **In diesem Fall ist die Radverzahnung gleichzeitig an allen Antriebsrädern auszuwechseln.**
- **Grundsätzlich dürfen neue Rundstahlketten nur zusammen mit neuer Radverzahnung eingesetzt werden.**
- **Rundstahlketten, deren gemittelte Glieddicke an irgendeiner Stelle um mehr als 10% der Nenndicke abgenommen hat, müssen abgelegt werden. (Gemittelte Glieddicke = Mittelmaß aus 2 senkrecht zueinander vorgenommenen Messungen am maximal geschwächten Gliedquerschnitt).**
- **Grundsätzlich sind bei Beschädigungen, welche unmittelbar oder mittelbar die Sicherheit oder den Betrieb der Anlage gefährden, die Bauteile auszutauschen.**

## 8 Maximal zulässige Schrauben-Anziehdrehmomente

Berücksichtigen Sie bei der Montage der Verschraubungsteile die Einflussfaktoren auf die Anziehdrehmomente nach VDI 2230 entsprechend dem Anziehverfahren. Muttern sind nach zweiwöchiger Betriebszeit nachzuziehen und auf festen Sitz zu kontrollieren.

### 8.1 Tabelle 1: Maximales Anziehdrehmoment

| Gewinde-<br>abmessung | Für<br>Schraubenfestigkeits-<br>klasse 8.8 bei<br>Gesamtreibwert<br>$\mu_{ges} = 0,14$ |          | Für <b>2</b> win und<br>SWA-Gewinde bei<br>Gesamtreibwert<br>$\mu_{ges} = 0,14$ |          | Für<br>Sechskant-<br>mutter nach<br>DIN 555<br>Güteklasse 5 | Für<br>Sechskant-<br>mutter nach<br>DIN 934<br>Güteklasse 8 | Für<br>Sechskant-<br>mutter nach<br>DIN 980V |
|-----------------------|----------------------------------------------------------------------------------------|----------|---------------------------------------------------------------------------------|----------|-------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|----------------------------------------------|
|                       | (Nm)                                                                                   | (Lbf ft) | (Nm)                                                                            | (Lbf ft) | Anziehdreh-<br>moment<br>(Nm)                               | Anziehdreh-<br>moment<br>(Nm)                               | Anziehdreh-<br>moment<br>(Nm)                |
| M 6                   | 10                                                                                     | 7        |                                                                                 |          |                                                             |                                                             |                                              |
| M 8                   | 25                                                                                     | 18       |                                                                                 |          |                                                             |                                                             |                                              |
| M 10                  | 49                                                                                     | 35       |                                                                                 |          | 30                                                          | 51                                                          | 55                                           |
| M 12                  | 85                                                                                     | 62       |                                                                                 |          | 52                                                          | 89                                                          | 95                                           |
| M 14                  | 135                                                                                    | 98       |                                                                                 |          | 83                                                          | 140                                                         | 149                                          |
| M 16                  | 210                                                                                    | 152      | 149                                                                             | 108      | 127                                                         | 213                                                         | 225                                          |
| M 20                  | 425                                                                                    | 307      | 293                                                                             | 212      | 245                                                         | 420                                                         | 439                                          |
| M 22                  | 580                                                                                    | 420      |                                                                                 |          |                                                             |                                                             |                                              |
| M 24                  | 730                                                                                    | 528      | 506                                                                             | 366      | 420                                                         | 725                                                         | 752                                          |
| M 27                  | 1100                                                                                   | 796      |                                                                                 |          |                                                             |                                                             |                                              |
| M 30                  | 1450                                                                                   | 1049     | 1000                                                                            | 723      | 847                                                         | 1451                                                        | 1487                                         |
| M 33                  | 1900                                                                                   | 1347     |                                                                                 |          |                                                             |                                                             |                                              |
| M 36                  | 2450                                                                                   | 1772     | 1700                                                                            | 1230     | 1480                                                        | 2531                                                        | 2575                                         |

### 8.2 Tabelle 2: Richtwerte für den Anziehfaktor $\alpha_A$ :

| Anziehfaktor<br>$\alpha_A$ | Streuung       | Anziehverfahren                                            | Einstellverfahren                                                                                                                                                    | Bemerkungen                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|----------------------------|----------------|------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1,7 bis 2,5                | 26% bis<br>43% | Drehmoment<br>gesteuertes<br>Anziehen mit<br>Drehschrauber | Einstellen des<br>Schraubers mit<br>Nachziehdreh-<br>moment, das aus<br>Sollanziehmoment<br>(für geschätzte<br>Reibungszahl) und<br>einem Zuschlag<br>gebildet wird. | Niedrige Werte für:<br>→ große Zahl von<br>Kontrollversuchen<br>(Nachziehdreh-<br>moment).<br>→ Schrauber mit<br>Abschaltkupplung                                               | Niedrige Werte für:<br>→ kleine Drehwinkel,<br>d.h. relativ steife<br>Verbindungen.<br>→ relativ weiche<br>Gegenlage.<br>→ Gegenlagen die<br>nicht zum Fressen<br>neigen.<br><br>Höhere Werte für:<br>→ große Drehwinkel,<br>d.h. relativ nachgiebige<br>Verbindungen.<br>→ große Härte der<br>Gegenlage, verbunden<br>mit rauer Oberfläche.<br>→ Formabweichungen |
| 2,5 bis 4                  | 43% bis<br>60% | Impulsgesteuertes<br>Anziehen mit<br>Schlagschrauber.      | Einstellen des<br>Schraubers über<br>Nachziehdreh-<br>moment, wie oben.                                                                                              | Niedrige Werte für:<br>→ große Zahl von Einstellversuchen<br>(Nachziehdrehmoment).<br>→ auf horizontalem Ast der<br>Schraubercharakteristik.<br>→ spielfreie Impulsübertragung. |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |

### 8.3 Beispiel zur Vorgehensweise

**Achtung!**

Dieses Verfahren kann die Berechnung nach VDI 2230 nicht ersetzen und entspricht nicht dem Stand der Technik. Es kann aber zumindest einen Schraubenbruch bei der Montage nicht berechneter Schrauben verhindern.

**Schritt 1: Reibungszahl  $\mu_{\text{ges}}$ - entsprechend der Reibklasse.**

Je nach Oberflächen- und Schmierzustand von Gewinde und Auflagefläche, muss die kleinste in der Praxis erreichbare Reibungszahl gewählt werden. Zur Vereinfachung geht man bei Schrauben die keine Nachbehandlung erhalten haben von einem  $\mu_{\text{ges}}$  Wert 0,14 aus.

**Schritt 2: Montage-Anziehdrehmoment  $M_A$  max.**

Das maximale Anziehdrehmoment wurde ergebnisspezifisch unterhalb einer 90%-igen Ausnutzung der 0,2%-Dehngrenze ( $R_{p0,2}$ ) bzw. der Streckgrenze ( $R_{el}$ ) vorgegeben. Die Werte hierzu entnehmen Sie aus Tabelle 1.

**Schritt 3: Anziehungsfaktor  $\alpha_A$ :**

Berücksichtigt die Streuung der erzielbaren Montagevorspannkraft zwischen  $F_M$  max. und  $F_M$  min. Die Auslegung der Schraube wird auf das max. Anziehdrehmoment ausgerichtet, damit die Schraube bei der Montage nicht überbeansprucht wird. Die Ungenauigkeit der Anziehverfahren wird verursacht durch:

- Fehler beim abschätzen der Reibungszahl,
- Streuung des Reibverhaltens und Wiederholungsgenauigkeit,
- Unterschiedliche Anziehverfahren,
- Geräte-, Bedienungs- und Ablesefehler.

Je nach dem, wie die obenerwähnten Einflüsse kontrolliert werden können, muss der Anziehungsfaktor  $\alpha_A$  gewählt werden. Die Werte hierzu entnehmen Sie aus Tabelle 2.

**Schritt 4: Montage-Anziehdrehmoment  $M_A$  Werkzeug**

Ist das Moment, welches am Werkzeug (z.B. Drehschrauber) eingestellt wird.

$$M_{A\text{Werkzeug}} = M_A \text{ max.} - \left( \frac{M_A \text{ max.} - M_A \text{ min.}}{2} \right)$$

$$M_A \text{ min.} = \frac{M_A \text{ max.}}{\alpha_A}$$

Beispiel: Maximales Anziehdrehmoment  $M_A \text{ max.} = 425\text{Nm}$   
Anziehungsfaktor  $\alpha_A = 1,7$

$$\rightarrow M_{A\text{Werkzeug}} = \frac{1}{2} \left( M_A \text{ max.} + \frac{M_A \text{ max.}}{\alpha_A} \right) = \frac{1}{2} \left( 425\text{Nm} + \frac{425\text{Nm}}{1,7} \right)$$

$$\rightarrow M_{A\text{Werkzeug}} = 337,5\text{Nm}$$

**Schritt 5: Kontrolle**

Überprüfen Sie die Verschraubungen grundsätzlich mit einem Drehmomentschlüssel.