

## **1 Vorwort**

### **1.1 Allgemeine Hinweise**

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

- die Zuverlässigkeit und die Lebensdauer des RUD-Systems-SWA 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-SWA durchführt.**

Das RUD-System-SWA 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-Systeme-SWA, ist ein vertikales Fördersystem für Schüttgüter.
- Die im stationären Betrieb zugelassene Leistungsübertragung durch die Bauteile bei einer bestimmten Fördergeschwindigkeit und einem bestimmten Fördergut sowie einem entsprechendem Achsabstand ist in der Bestellung an RUD bzw. in der Auftragsbestätigung durch RUD 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

Der Antrieb des RUD-Systems- SWA erfolgt mittels verzahntem Antrieb und unverzahnter Umlenkrolle bei Rückführbecherwerken. Bei Mittenaustragsbecherwerken empfehlen wir diese Art, jedoch ist auch der Antrieb mit glatten Kettenrollen möglich.

Das RUD-System- SWA besteht aus folgenden Bauteilen:

- Zahnkettenrad mit auswechselbaren Einzelzähnen oder Kettenrolle **20 oder 40**
- Kettenrolle **40**
- Kettenschloss raumsparend RSP oder Flachs Schloss FL **60**
- Becheraufhängung SWA **80**
- Becher **110**
- Rundstahlkette **10**

Die Bauteile werden separat verpackt geliefert.

**Achtung!**

Beachten Sie zu diesem System die allgemeinen Betriebshinweise der:

- mehrteiligen RUD-Zahnkettenräder (F20533 / WV1)
- Kettenrolle (F80522 / WV1)
- vorgesehenen RUD-Kettenschlösser (F20538 / WV1), (F20537 / WV1)
- RUD-Förderketten (F20521 / WV1)
- Becherbefestigung SWA (F80526 / WV1)

## 4 Montage

### 4.1 Montieren Sie die Zahnkettenräder bzw. Kettenrollen auf die entsprechenden Wellen

1. Paarweise genutete und gleichfarbig gekennzeichnete Räder zusammen auf eine Welle aufziehen.
2. Abstand  $a$  mittels 2 Distanzschrauben bei der Montage distanzieren (Bild 1)  
(entsprechende Bohrungen an den Rädern vorhanden. Distanzschrauben keine RUD-Lieferung.)
3. Zahnkettenräder bzw. Kettenrollen unter Beachtung des Radmittelpunktes sowie der lotrechten Ausrichtung zueinander montieren.
4. Anheben der Umlenkwellen an den Anfang der Umlenkeinheit. Dies erleichtert die weitere Montage.

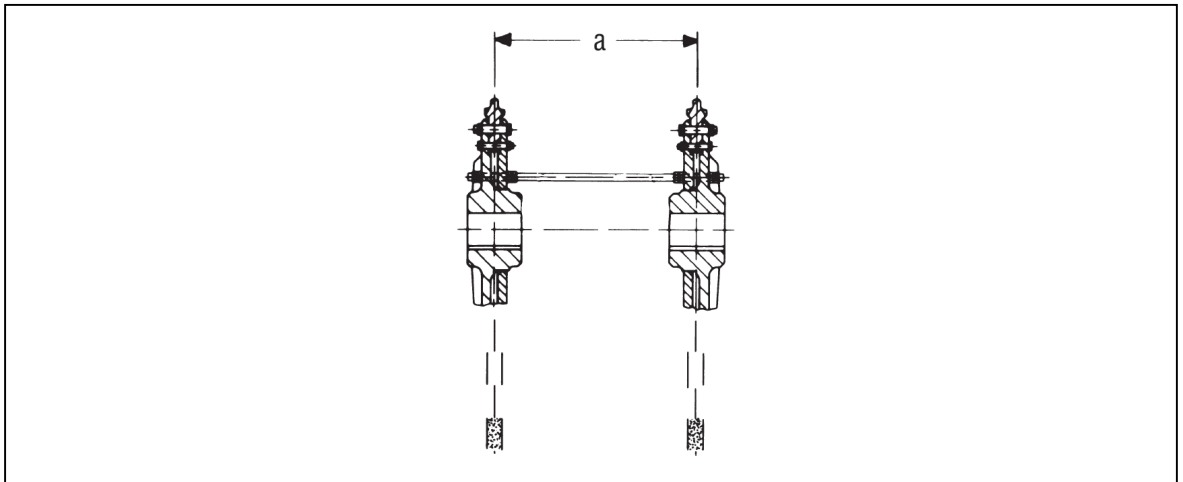


Bild 1

### 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 (Bild 2 + 3).

**Achtung!**

Die Schweißstellen der vertikal angeordneten Glieder müssen beim Lauf über die Zahnkettenräder und Kettenrollen zum Radmittelpunkt zeigen (Bild 2 + 3). Zug- und Biegespannungen könnten ansonsten zum Bruch der Schweißstelle führen.

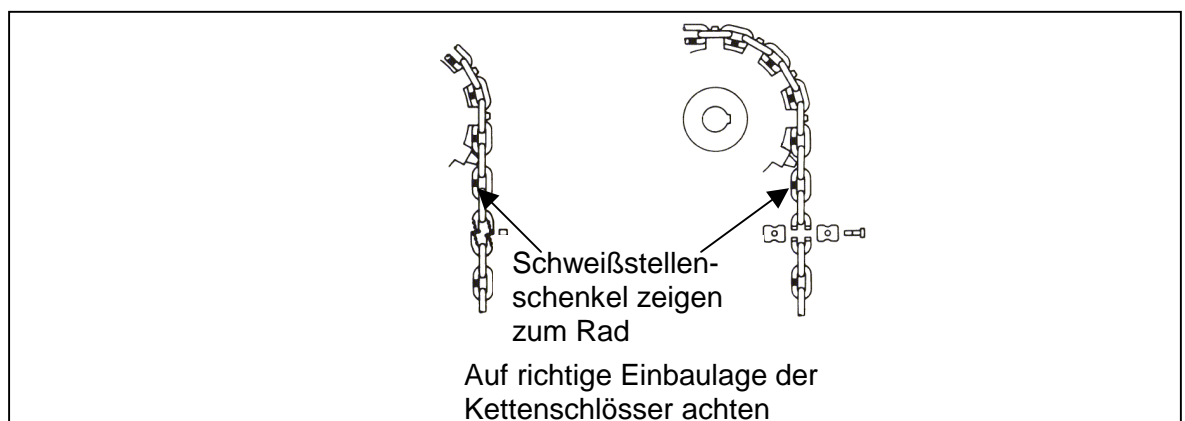


Bild 2

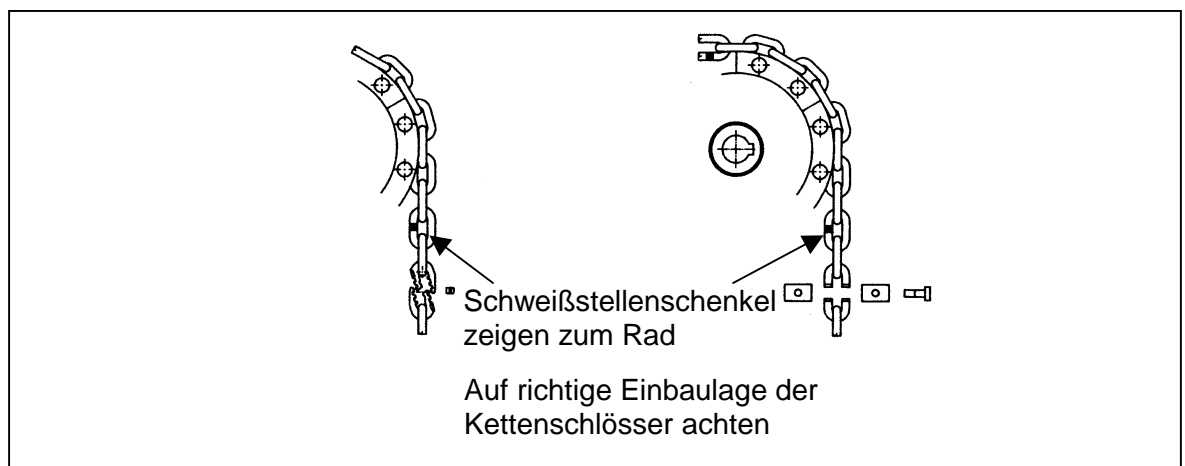


Bild 3

**Achtung!**

Bei der Montage der Kettenschlösser muss die Verschraubung (Muttern) zur Becherwerkmitte gerichtet sein. Beschädigung des Kettenschlosses und des Systems wird vermieden.

Vor Inbetriebnahme des Becherwerkes alle Kettenschlösser nachziehen. Alle Schlossverschraubungen im betriebswarmen Zustand nochmals auf festen Sitz kontrollieren. Ziehen Sie diese, falls notwendig nach.

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

#### 4.5 Schließen Sie die Kettenschlaufen (Bild 4).

Anheben der Umlenkswelle an den Anfang der Umlenkeinheit.  
Überzählige Kettenglieder vorsichtig heraustrennen (siehe Demontage).  
Kettenschlaufen mittels Kettenschlösser schließen.

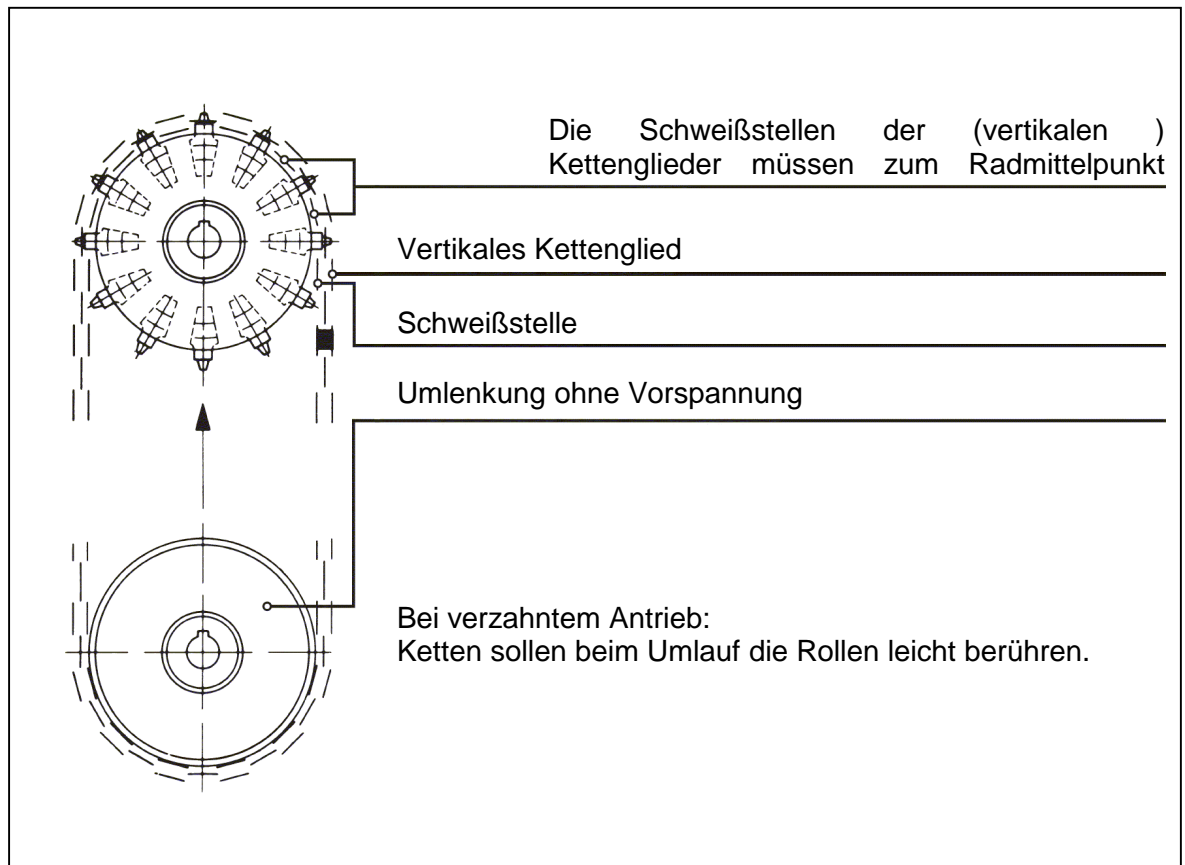


Bild 4

#### 4.6 Montieren Sie den SWA und die Becher

|  |  |
|--|--|
|  <p><b>Warnung!</b></p> | <p><b>Kettenstrang gegen Bewegung sichern!<br/>Bewegung durch Ungleichgewicht möglich.</b></p> |
|--|--|

#### **4.7 Einstellen der Umlenkrollen bei verzahntem Antrieb**

Die komplette Station wird an 2 Spindeln aufgehängt, welche mit den beweglichen Lagern fest verbunden sind. Die Verstellmöglichkeit der Umlenkwellen muss mindestens 3 Kettengliedteilungen betragen.

Bei Verwendung unserer RUD-Zahnkettenräder ist es möglich, die untere Umlenkung bei normalen Betriebszuständen ohne zusätzliche Gewichtsvorspannung zu betreiben.

Diese verstellbare Anordnung ermöglicht eine laufende Korrektur des Achsabstandes beim Setzvorgang der Rundstahlkette (Einlaufeigenschaften) bzw. bei eintretendem Kettenverschleiß nach längerer Betriebszeit.

#### **Achtung!**

**Einstellung bei maximaler Temperatur vornehmen, bei Becherwerken, in denen das Fördergut eine höhere Temperatur als die Umgebung aufweist.**

1. Umlenkrollen mittels den Spindeln einstellen.
2. Kette muss die Umlenkrollen leicht berühren.
3. Durchhang zwischen Kette und Umlenkrolle sollte etwa 5 - 10 mm groß sein.

Richtige Einstellung:

- Rollen werden während des Laufes mitgenommen.
- Rollen werden nicht mehr in vertikaler Richtung angehoben.

Umlenkrollen müssen sich während des Betriebes unbedingt drehen. Zu starker Laufringverschleiß wird somit vermieden.

#### **Achtung!**

**Keine blockierten Umlenkrollen. Darüber schleifende vertikale Kettenglieder können an der Oberfläche Thermoschockrisse erhalten. Diese führen zu Dauerbrüchen.**

#### **4.8 Einstellen der Umlenkrollen bei unverzahntem Antrieb**

Bei Verwendung unserer Kettenrollen als Triebräder, wird eine Kettenvorspannung erforderlich. Dies kann mit Hilfe einer Federspann- oder Gewichtsspannstation erfolgen. Grundsätzlich sollte die Kettenspannung nur so groß sein, damit ein problemloser, gleichmäßiger Betrieb möglich ist.

#### **Achtung!**

**Keine zu große Vorspannung. Erhebliche Verschleißzunahme der Kette, kann die Folge sein.**

1. Die erforderliche Vorspannung ist von der Korngröße und der Dichte des Fördergutes abhängig. Beachten Sie bitte die Hinweise des Herstellers des Becherwerkes hinsichtlich Vorspannung:
2. Die Kettenspannung regelmäßig prüfen.
3. Bei neuen Ketten verstärkt Kontrollen durchführen.
4. Die durch Verschleiß verursachte Längung der Kette, kann durch Nachstellen des Umlenkrades ausgeglichen werden.



#### 4.9 Beladung der Becher.

**Achtung!**

**Folgende allgemeine Richtlinien einhalten.**

1. Sicherstellen einer gleichmäßigen und mittigen Beladung der Becher.
2. Keine Einseitige Beladung der Becher. Diese führt zu unterschiedlich starker Belastung der Kettenschlaufen und somit zu erhöhtem Kettenverschleiß nur einer Kettenschlaufe. Dies hat eine Schräglage der Becher zur Folge.
3. Ist eine Schrägaufgabe nicht vermeidbar, sind konstruktive Maßnahmen notwendig. Es ist z.B. der Einbau von Ableitblechen oder konkav geformten Zuführungsrutschen möglich, um das Ungleichgewicht auszugleichen.

## 5 Demontage

### 5.1 Kettenkürzung

Es ist wichtig die Kette rechtzeitig zu kürzen. Kürzen Sie die Kette, bevor sich die Kettenschlaufe so stark gelängt hat, dass die Verkleidung der Umlenkstation oder die Sohle des Becherwerkes beschädigt werden.



**Warnung!**

**Kettenstrang gegen Bewegung sichern!  
Bewegung durch Ungleichgewicht möglich.**

Kürzen Sie die Kette wie folgt:

1. Alle Becher müssen frei von Fördergut sein, Kontrolle auf fehlende oder beschädigte Becher.
2. Bringen Sie den Förderer in eine, für die Kürzung, günstige Position zum Stillstand.
3. Abschalten des Förderers und Sichern der Kettenstränge gegen Ablaufen.
4. Anheben der Umlenkwellen an den Anfang der Umlenkeinheit.
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 4.5 beschrieben einstellen.
8. Entfernen der Kettenstrangsicherung.
9. Elektrischer Anschluss des Motors und Probetrieb des Becherwerkes.

## 5.2 Auswechseln der Einzelzähne

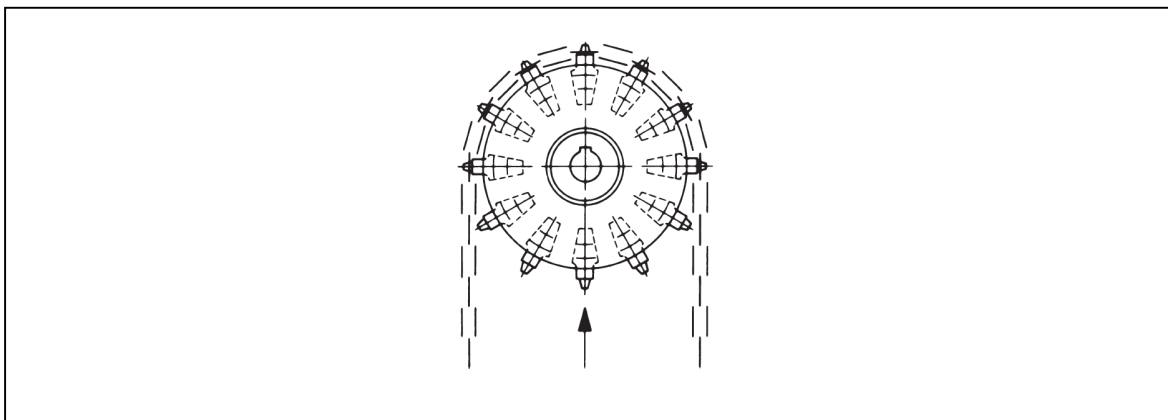


Bild 5

Bei Ersatzbestückung: ↑ Hier Einzelzähne ohne Ablegen der Kette auswechseln (Bild 5). Bei Kettenaustausch (Einbau der Ersatzbestückung), wechseln Sie die Kettenschlösser und Einzelzähne ebenfalls aus.

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

## 5.3 Auswechseln der Ketenradsegmente

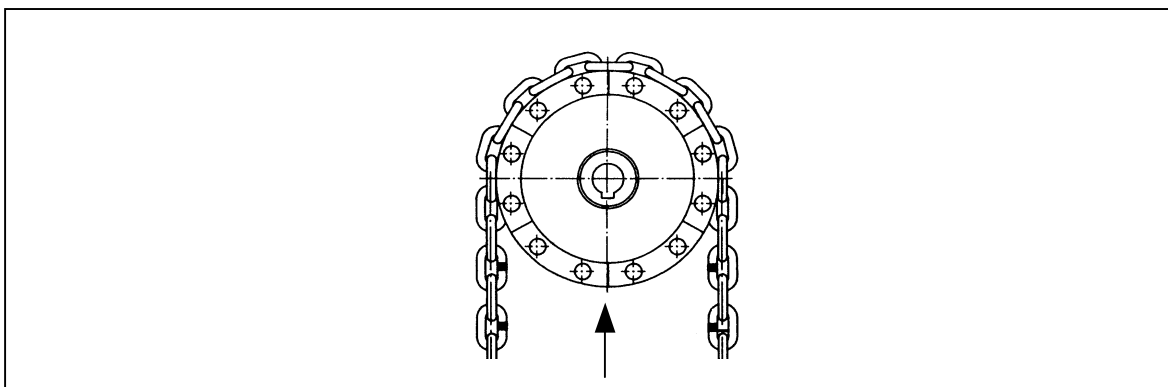



Bild 6

Bei Ersatzbestückung: ↑ Hier Segmente ohne Ablegen der Kette auswechseln (Bild 6). Bei Kettenaustausch (Einbau der Ersatzbestückung), wechseln Sie die Kettenschlösser und Segmente ebenfalls aus.

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

#### 5.4 Demontage des Systems

|  |  |
|--|--|
|  <p><b>Warnung!</b></p> | <p><b>Demontieren Sie die Becher Gleichmäßig verteilt unter Beachtung des Gleichgewichts!<br/>Kettenstrang gegen Bewegung sichern! Bewegung wegen Ungleichgewicht möglich.</b></p> |
|--|--|

1. Alle Becher müssen frei von Fördergut sein.
2. Abschalten des Förderers und Sichern der Kettenstränge gegen Ablaufen.
3. Demontieren Sie alle Becher und Becherbefestigungen aus der Förderanlage.
4. Anheben der Umlenkwellen an den Anfang der Umlenkeinheit.
5. Die Kette muss hinreichend schlaff sein, um sie zu öffnen.
6. Entfernen der Kettenstrangsicherung.
7. Kette aus dem Becherwerk ausziehen.
8. Restliche Kettenschlösser außerhalb des Becherwerks Demontieren.
9. Demontieren der Räder von den Wellen.

## 6 Wartung und Pflege

Wir empfehlen, führen Sie Aufzeichnungen über die Wartung der Becherwerke, aus denen Laufzeiten und vorgenommene Reparaturen ersichtlich sind. Nur gut gewartete Becherwerke 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 Kettenlauf bei normalen Betriebszuständen erforderlich ist. Die Vorspannkraft aller Kettenschlaufen muss gleich sein.

In gewissen Abständen ist eine Überprüfung des Kettendurchhanges durchzuführen.  
Umlenkrollen, sofern erforderlich, nachstellen.

#### **Achtung!**

- **Unnötig hohe Vorspannkraft verkürzt die Lebensdauer des Systems.**
- **Kein zu großer Kettendurchhang. Dies ergibt beim Schöpfvorgang zusätzliche Gelenkbewegungen. Der Kettenverschleiß steigt.**

### 6.3 Überwachung

Überprüfen Sie  $\frac{1}{2}$  jährlich, min. jedoch 1 x jährlich die Ketten, Schlösser, Zahnkettenräder, Kettenrollen, und Becherbefestigungen auf Beschädigungen, Korrosion oder ungewöhnliche Verschleißstellen, die Becher auf Deformation bzw. Risse an den Schweißnähten. Dabei ist besonderer Augenmerk auf den Zustand der Verschraubungs- und Sicherheitsteile zu richten. Beheben Sie umgehend festgestellte Mängel.

## 7 Verschleiß und Ablegereife

Überprüfen Sie die Ketten, Schlösser, Zahnkettenräder, Umlenkrollen und Anflanschteile ½ jährlich, min. jedoch 1 x jährlich auf Beschädigungen, Korrosion oder ungewöhnliche Verschleißmerkmale, die Becher auf Deformation bzw. Risse an den Schweißnähten.

**Achtung!**

**Grundsätzlich sind bei Beschädigungen, welche unmittelbar oder mittelbar die Sicherheit oder den Betrieb der Anlage gefährden, die Bauteile auszutauschen.**

Die Auswertung der Verschleißmessungen liefert Informationen über durchzuführende Instandhaltungsmaßnahmen bzw. über den rechtzeitigen Austausch der Förderkette.

Ist durch Verschleiß eine Kettenlängung eingetreten, bei der das vertikale Kettenglied die rückwärtige Zahnflanke berührt:

Einzelzähne mit erhöhter Gliedauflage einsetzen.

Austausch der Einzelzähne vornehmen bei 1,5-1,8 % Kettenverschleiß.

Austausch der Rundgliederketten bei einem Kettenverschleiß von ca. 3,5 %.

Werden die Förderketten ausgetauscht, müssen die Einzelzähne ebenfalls mit ausgewechselt werden.

### 7.1 Verschleißgrenzwerte der RUD-Bauteile:

|  |  |                     |
|--|--|---------------------|
| <b>RUD-Rundstahlkette und Kettenschlösser</b>                                | Kettenverschleiß max. ca. 3-3,5% bezogen auf die Nennteilung der Kette.        |                     |
| <b>RUD-Einzelzähne</b>   | Verschleiß – Kettengliedauflage der Einzelzähne max. ca. 0,18 x d              |                     |
| <b>RUD-Kettenrolle ( beachten Sie auch die Hinweise in der F80522 / WV1)</b> | RUD Antriebs- und Umlenkräder mit austauschbaren Segmenten                     |                     |
|  | maximaler Verschleiß   |                     |
|  | Maß A [mm]   | Breite der Nut [mm] |
|  | Ø 500  | 5,0                 |
|  | Ø 630  | 6,0                 |
|  | Ø 710  | 7                   |
|  | Ø 800  | 9,0                 |
|  | Ø 900  | 10,0                |
|  | Ø 1000   | 12,0                |
| Ø 1250   | 13,0   |                     |
| <b>SWA</b>   | Nach Austausch der Kette kann der SWA unter Umständen wieder verwendet werden. |                     |

(d = Nenndurchmesser Kette)

## 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>2win</b> 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  $\mu_{ges}$ - 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  $\mu_{ges} = 0,14$  aus.

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

Das maximale Anziehdrehmoment wurde erzeugnisspezifisch 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 oben erwähnten 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.

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

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

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

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

$$\rightarrow M_{AWerkzeug} = 337,5Nm$$

**Schritt 5: Kontrolle**

Überprüfen Sie die Verschraubungen grundsätzlich mit einem Drehmomentschlüssel.