

1 Vorwort

1.1 Allgemeine Hinweise

Diese Anleitung wird Ihnen helfen, das RUD-System-65 sicher, sachgerecht und wirtschaftlich zu nutzen. Wenn Sie die Hinweise in dieser Anleitung beachten, werden Sie

- die Zuverlässigkeit und die Lebensdauer des RUD-Systems-65 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-65 durchführt.**

Das RUD-System-65 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
www.rud.com

© 2007.

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


1.2 Bestimmungsgemäße Verwendung

- Das RUD-System-65, 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

 Warnung!	Lebensgefahr oder erheblicher Sachschaden können eintreten, wenn die entsprechenden Sicherheitshinweise nicht getroffen werden.
Achtung!	Unerwünschtes Ergebnis oder Zustand kann eintreten, wenn die entsprechenden Sicherheitshinweise nicht getroffen werden.

2.2 Allgemein

 Warnung!	Sicherheitshinweise Beachten. Sonst drohen Gefahren für Leib und Leben des Benutzers oder Dritter, Beeinträchtigungen der Maschine und weiterer Sachwerte.
--	---

- 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 herab fallendes Fördergut und Bauteile 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 „zur Verfügung stellen“ / 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 Becherwerk entleeren. Während der Arbeiten Schutzhelm tragen.

3 Beschreibung

Das RUD-System-65 besteht aus folgenden Bauteilen (Bild 1, Seite 5):

- Zahnkettenrad mit auswechselbaren Einzelzähnen **20**
- Kettenschloss vierkant VK oder Flachs Schloss FL **60**
- Becheraufhängung Zweiglied – Steckmitnehmer – doppelt – SD **80**
- Becher **110**
- Rundstahlkette **10**
- Umlenkrolle mit auswechselbaren Laufringsegmenten **50**

Die Bauteile werden separat verpackt geliefert.

Achtung!

Beachten Sie zu diesem System die allgemeinen Betriebshinweise der:

- mehrteiligen RUD-Zahnkettenräder (F20533 / WV1)
- vorgesehenen RUD-Kettenschlösser (F20539 / WV1), (F20537 / WV1)
- RUD-Förderketten (F20521 / WV1)
- RUD-Umlenkrolle des Systems 65 (F80532 / WV1)
- Becherbefestigung Steckmitnehmer – doppelt – SD (F80523 / WV1)

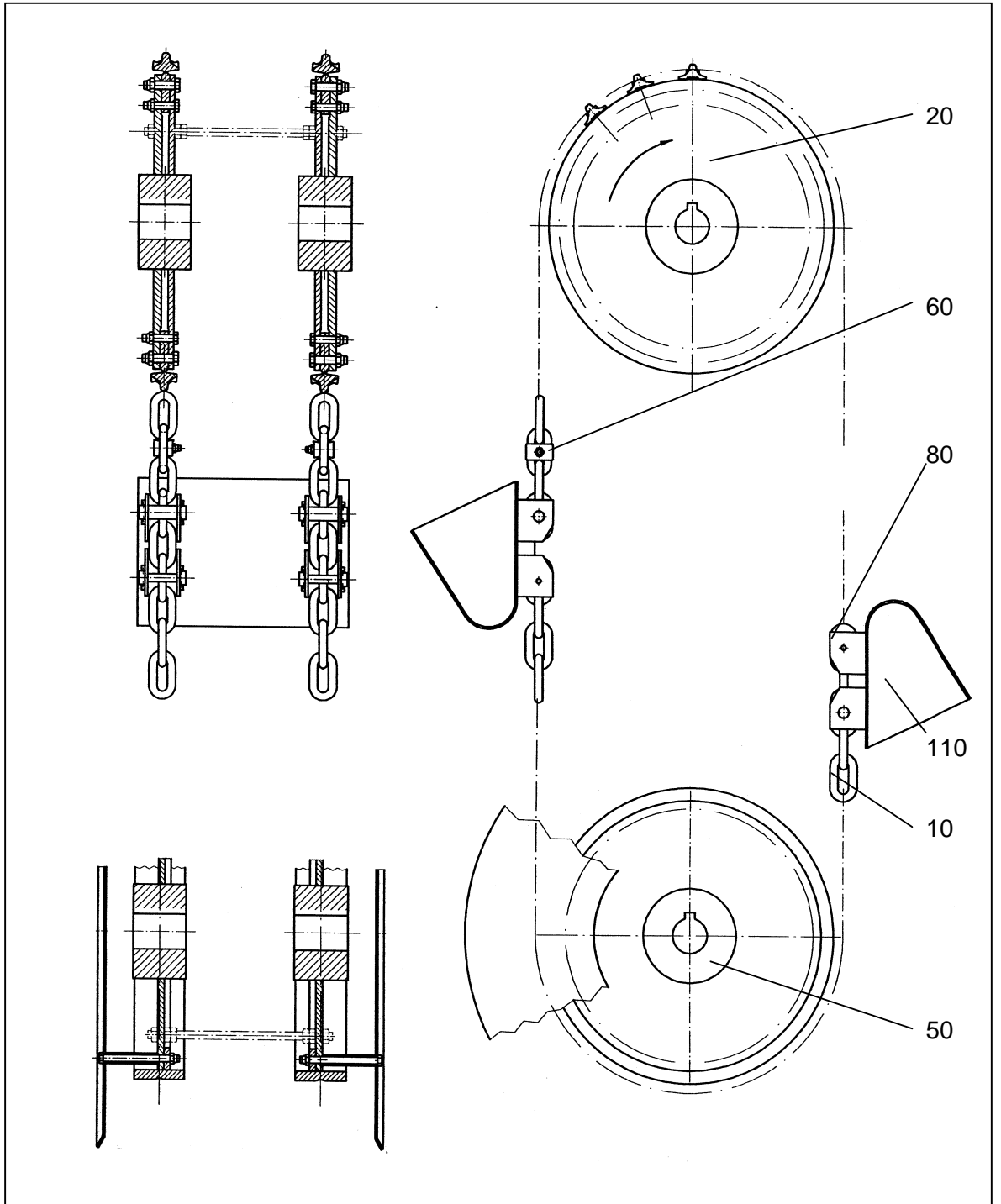


Bild 1

4 Montage

4.1 Montieren Sie die Zahnkettenräder und Umlenkrollen 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 2). (Entsprechende Bohrungen an den Rädern vorhanden. Distanzschrauben keine RUD-Lieferung.)
3. Zahnkettenräder und Umlenkrollen unter Beachtung des Radmittelpunktes sowie der lotrechten Ausrichtung zueinander montieren.
4. Anheben der Umlenkswelle an den Anfang der Umlenkeinheit. Dies erleichtert die weitere Montage.

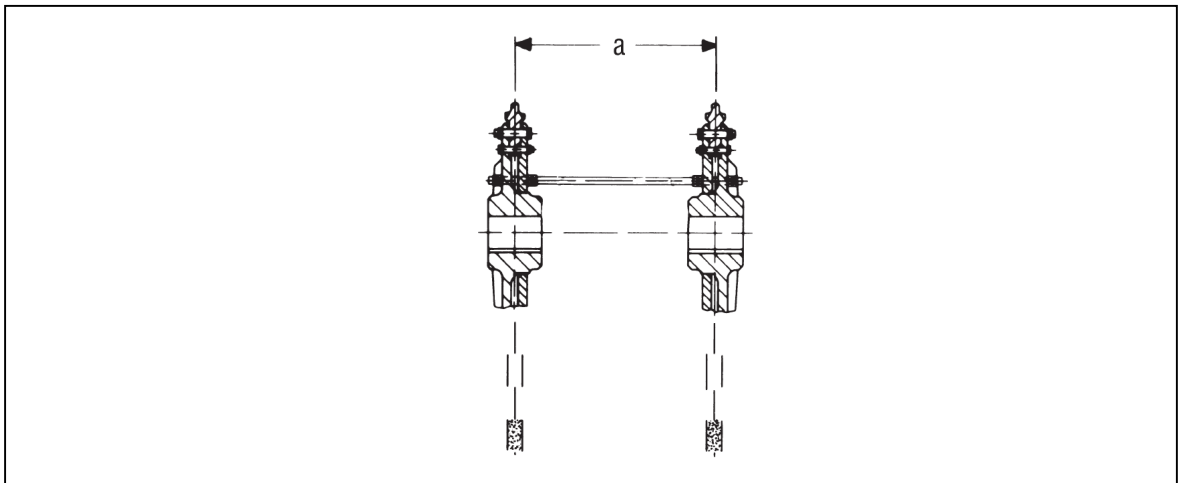


Bild 2

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 5).

Achtung!

Die Schweißstellen der vertikal angeordneten Glieder müssen beim Lauf über die Zahnkettenräder zum Radmittelpunkt zeigen (Bild 5). Zug- und Biegespannungen könnten ansonsten zum Bruch der Schweißstelle führen.

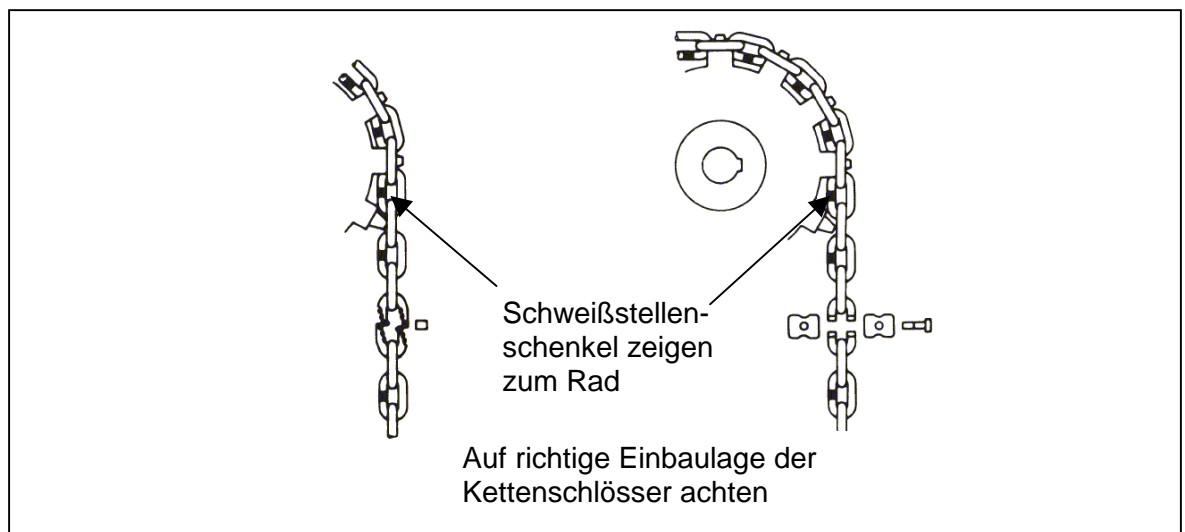


Bild 5

Achtung!

Bei der Montage der Kettenschlösser muss die Verschraubung (Mutter) zur Becherwerksmitte 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 möglich nach.

Verschraubung in Schraubenfestigkeitsklasse 8.8 und Sicherungsmutter V nach DIN 980-8. Entnehmen Sie die zulässigen Schrauben-Anziehdrehmomente aus der Tabelle im letzten Abschnitt.

4.5 Schließen Sie die Kettenschlaufen (Bild 6).

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

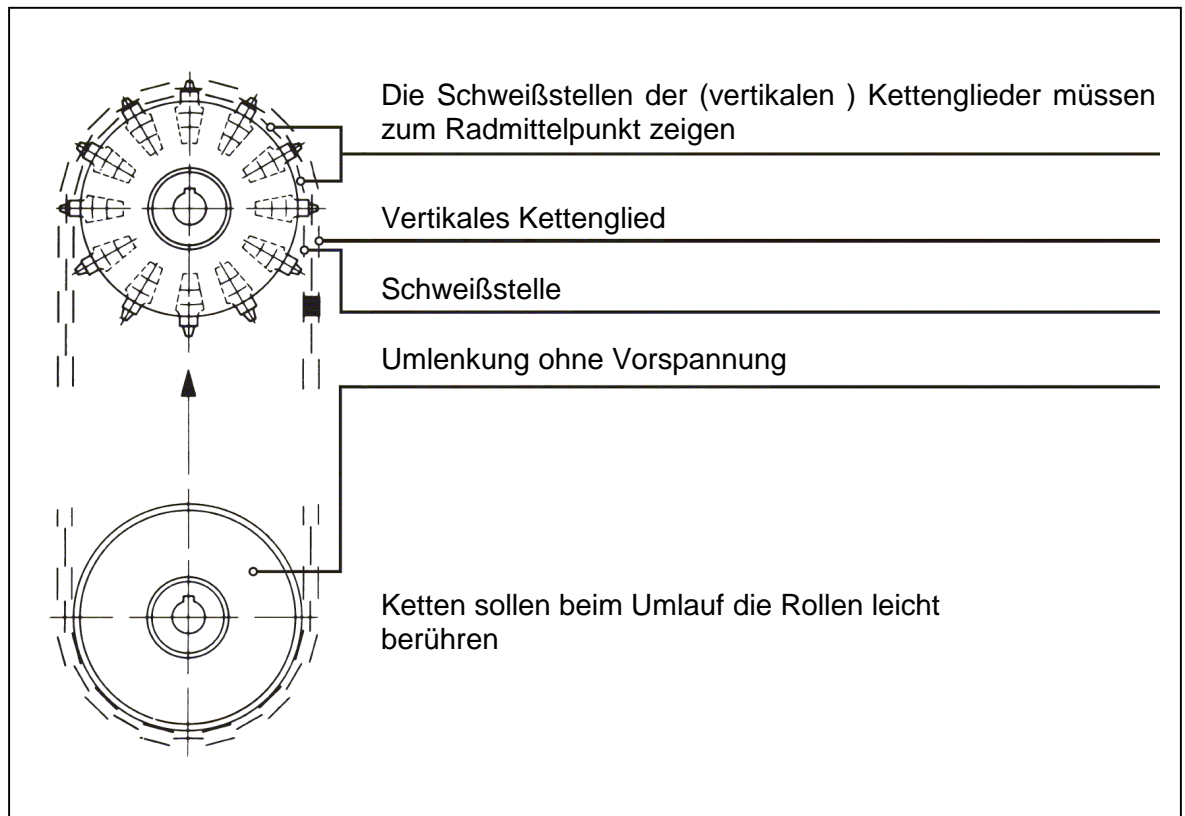



Bild 6

4.6 Montieren Sie die Becher

	<p>Warnung!</p> <p>Kettenstrang gegen Bewegung sichern! Bewegung wegen Ungleichgewicht möglich.</p>
---	---

1. Förderbecher mit angeschweißten Flachstahlstücken A und B an den festgelegten Positionen der Förderkette einhängen:
2. Steckmitnehmer durch die Kettenglieder und die Flachstahlstücke A und B führen.
3. Steckmitnehmer mit Spannhülsen sichern.
4. Montage der Spannhülsen kann grundsätzlich mit Hammer erfolgen. Kein Sonderwerkzeug erforderlich.
5. Bei ungenügenden Platzverhältnissen kann die Montage der Spannhülsen mit einem Niethammer erfolgen.

4.7 Stellen Sie die Umlenkrollen ein

Durch die Verwendung unserer RUD-Zahn-Kettentriebräder ist es möglich, die untere Umlenkung bei normalen Betriebszuständen ohne zusätzliche Gewichtsvorspannung zu betreiben (Anordnung entsprechend Bild 7).

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.

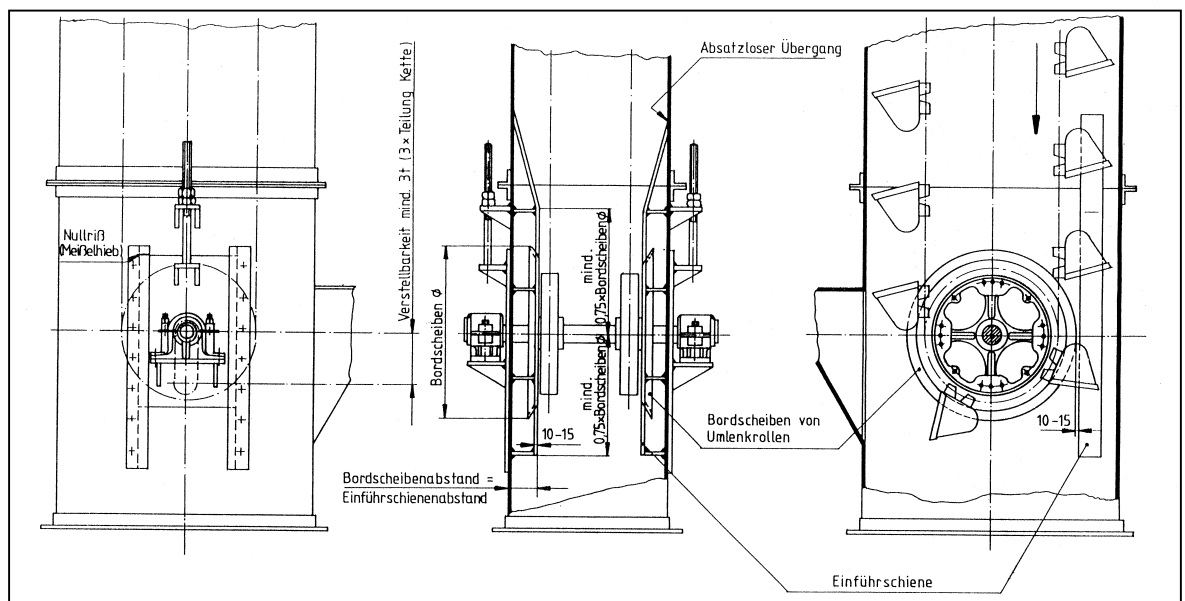


Bild 7

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 Beschreibung der Bordscheiben.

Seitlich an den Umlenkrollen angebrachte Bordscheiben dienen zur sicheren Führung der Becher.

Einführschiene bauseitig vorsehen bei:

- Fördergütern, die leicht zum Anbacken und Aufstocken am Becherwerksfuß neigen als auch bei grobkörnigen Schüttgütern. Rollenstillstand, kann die Folge sein.
- Engen Durchgangsverhältnissen.

Es ist vertretbar, anstelle der Bordscheiben verlängerte Einführschiene anzubringen. Diese müssen die Umlenkrollen halbkreisförmig umfassen. Die Einführschiene müssen im Bereich der Rollen derart gestaltet sein, dass die Rollenverstellbarkeit in gleichen Maß gewährleistet ist wie die Spindelverstellbarkeit. Die Umfassung mittels der Einführschiene soll ca. 75° über die Senkrechte hinausgehen (Bild 8).

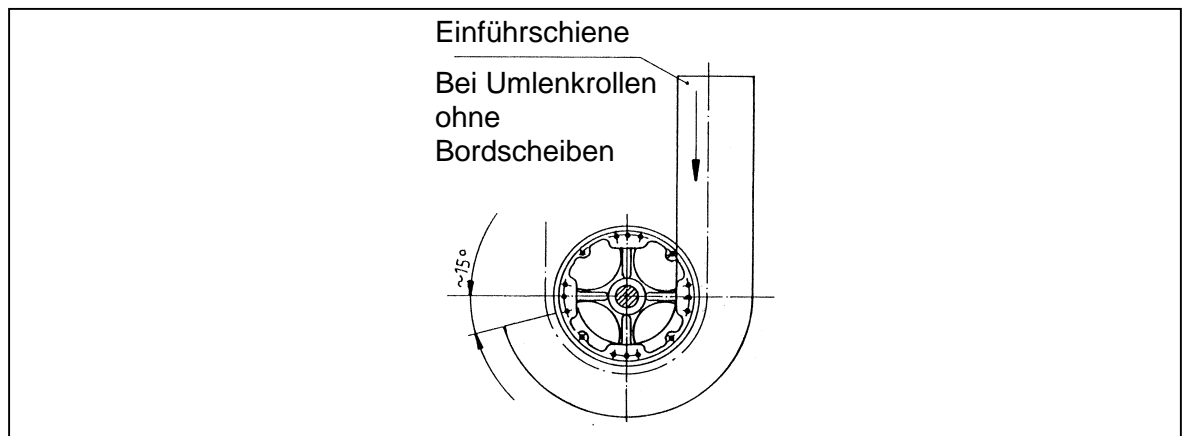


Bild 8

Werden die Rollen nicht konstant mitgenommen:

→ Gesamtgewicht der Rollen auf den Kettenschlaufen aufliegen lassen (ohne zusätzliche Gewichtsbelastung).

An den Führungen der verstellbaren Lagerschilde eine Markierung anbringen.

Beide obere Kontermuttern der Führungsspindel mit ca. 10 mm Luft kontern.

Keine Mutter zusätzlich von unten anbringen.

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 Kettenschleife so stark gelängt hat, dass die Verkleidung der Umlenstation oder die Sohle des Becherwerkes beschädigt werden.

 Warnung!	Kettenstrang gegen Bewegung sichern! Belastung 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

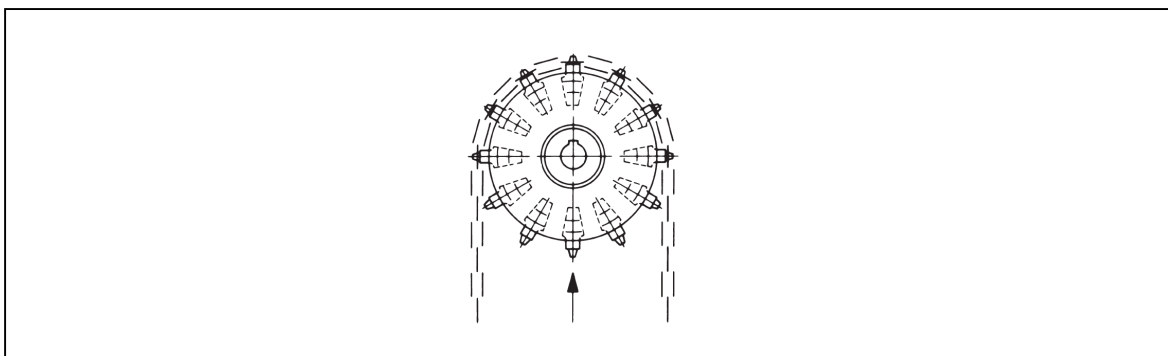


Bild 9

Bei Ersatzbestückung: ↑ Hier Einzelzähne ohne Ablegen der Kette auswechseln (Bild 9).
Bei Kettenaustausch (Einbau der Ersatzbestückung), wechseln Sie die Kettenschlösser und Einzelzähne ebenfalls aus. Verschraubung in Schraubenfestigkeitsklasse 8.8 und Sicherungsmutter V nach DIN 980-8. Entnehmen Sie die zulässigen Schrauben-Anziehdrehmomente aus der Tabelle im letzten Abschnitt.

5.3 Demontage des Systems

 Warnung!	<ul style="list-style-type: none">• Demontieren Sie die Becher gleichmäßig verteilt unter Beachtung des Gleichgewichts!• Kettenstrang gegen Bewegung sichern! Bewegung wegen Ungleichgewicht möglich.
---	--

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**

Beim RUD-System 65 ist durch den verzahnten Antrieb normalerweise keine Vorspannung an der Umlenkstation nötig.
In gewissen Abständen ist eine Überprüfung des Kettendurchhanges durchzuführen.
Umlenkrollen, sofern erforderlich, nachstellen.

Achtung!

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, Umlenkrollen 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 Anflanschsteile 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:

- a. Einzelzähne mit erhöhter Gliedauflage einsetzen.
- b. 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:

RUD-Rundstahlkette und Kettenschlösser	Kettenverschleiß max ca. 3-3,5% bezogen auf die Nennteilung der Kette.
RUD-Einzelzähne	Verschleiß – Kettengliedauflage der Einzelzähne max. ca. 0,18 x d
RUD-Steckmitnehmer	Verschleiß – Lagerstellen der Steckmitnehmer flach und rund max. ca. 0,4 x d.
RUD-Flachstahlstücke Teile A und B	Verschleiß – Bohrung der Flachstahlstücke max. ca. 0,35 x d.
RUD-Laufringe (Umlenkung)	Verschleiß – Laufring ØG: 540 – 800 = ca.14mm ØG: 870 = ca.19mm ØG: 980 und größer = ca.25mm

(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

Gewindeabmessung	Für Schraubenfestigkeitsklasse 8.8 bei Gesamtreibwert $\mu_{ges} = 0,14$		Für 2win und SWA-Gewinde bei Gesamtreibwert $\mu_{ges} = 0,14$		Für Sechskantmutter nach DIN 555 Güteklasse 5	Für Sechskantmutter nach DIN 934 Güteklasse 8	Für Sechskantmutter nach DIN 980V
	Anziehdrehmoment (Nm)	Anziehdrehmoment (Lbf ft)	Anziehdrehmoment (Nm)	Anziehdrehmoment (Lbf ft)	Anziehdrehmoment (Nm)	Anziehdrehmoment (Nm)	Anziehdrehmoment (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 α_A :

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