



Peter Pehani | Heimo Viertbauer

Anschlagen von Lasten

Zur Vorbereitung für Kranführerprüfungen und Unterweisungen

Anschlagen von Lasten

Zur Vorbereitung für Kranführerprüfungen und Unterweisungen

3. Auflage 2018

ISBN 978-3-901942-98-3

Autoren:

Dipl.-Ing. Peter Pehani und Dipl.-Ing. Heimo Viertbauer

Zeichnungen und Fotos von Dipl.-Ing. Peter Pehani

Erstellt unter Verwendung von Gesetzestexten, Normen sowie einschlägigen Firmenkatalogen und -publikationen (Fa. pewag, Fa. RUD, Fa. Pfeifer)

Medieninhaber:

TÜV AUSTRIA AKADEMIE GMBH

Leitung: Mag. (FH) Christian Bayer, Rob Bekkers, MSc BSc

2345 Brunn am Gebirge, TÜV AUSTRIA-Platz 1

Tel.: +43 5 0454-8000

E-Mail: akademie@tuv.at | www.tuv-akademie.at



Produktionsleitung: Mag. Judith Martiska

Layout: Mag. Evelyn Hörl, www.onscreen.at

Herstellung: Druckwelten, www.druckwelten.at

Cover: Fotolia

© 2018 TÜV AUSTRIA AKADEMIE GMBH

Das Werk ist urheberrechtlich geschützt. Alle Rechte, insbesondere die Rechte der Verbreitung, der Vervielfältigung, der Übersetzung, des Nachdrucks und der Wiedergabe bleiben – auch bei nur auszugsweiser Verwertung – dem Verlag vorbehalten.

Kein Teil des Werkes darf in irgendeiner Form (durch Fotokopie, Mikrofilm oder ein anderes Verfahren) ohne schriftliche Genehmigung des Medieninhabers reproduziert oder unter Verwendung elektronischer Systeme gespeichert, verarbeitet, vervielfältigt oder verbreitet werden.

Trotz sorgfältiger Prüfung sämtlicher Beiträge in diesem Werk sind Fehler nicht auszuschließen. Die Richtigkeit des Inhalts ist daher ohne Gewähr. Eine Haftung des Herausgebers oder des Autors ist ausgeschlossen.

Zur leichten Lesbarkeit wurde die männliche Form gewählt. Selbstverständlich gelten alle Formulierungen für Männer und Frauen in gleicher Weise.



Produziert nach den Richtlinien des Österreichischen Umweltzeichens, UZ 24 Druckerzeugnisse.
UW 750 sandler print & packaging

VORWORT

Dieses Skriptum ist als Einführung gedacht und behandelt grundsätzliche Beispiele in Theorie und Praxis für das Anschlagen von Lasten. Es ist Teil von Kranführertrainings, die den Kranführer in die Lage versetzen sollen, bei der Verwendung von Anschlagmitteln und Lastaufnahmemitteln mit Fachkenntnis vorzugehen. Die Hersteller bieten immer vielfältigere, speziellere und hochwertigere Produkte an, die aber auch eine sorgfältigere Beachtung der Grenzen der Verwendungsmöglichkeiten voraussetzen.

Es wird vom Kranführer erwartet, dass er sich mit den Herstellerangaben vertraut macht. Der Hersteller legt die Grenzen der Tragfähigkeit und Verwendungsmöglichkeiten fest. Besonders bezüglich spezieller Belastungen durch tiefe oder hohe Temperaturen, aggressive Chemikalien, detaillierte Berücksichtigung von scharfen Kanten, spezielle Anschlagverhältnisse, vorzeitige Ablegereife, Bedingungen bei Personentransport usw. wird auf die jeweiligen Herstellerangaben, Bedienungsanleitungen, Gebrauchsanleitungen bzw. auf interne Betriebsanleitungen verwiesen, die dann Teil einer speziellen Unterweisung sein müssen.

Viel Erfolg und möglichst unfallfreies Arbeiten wünschen Ihnen

Peter Pehani und Heimo Viertbauer

DIE AUTOREN

Dipl.-Ing. Heimo Viertbauer und Dipl.-Ing. Peter Pehani waren mehr als 30 Jahre Mitarbeiter des TÜV AUSTRIA Geschäftsbereiches Maschinen-, Hebe- und Fördertechnik GS Salzburg und langjährig im Sachverständigendienst sowie als Referenten in den Fachbereichen Stapler und Krane tätig.



Dipl.-Ing. Heimo Viertbauer



Dipl.-Ing. Peter Pehani

INHALT

1. Was heißt Anschlagen?	7
1.1 Anschlagmittel	7
1.2 Lastaufnahmemittel	7
2. Wer ist für das Anschlagen verantwortlich?	8
3. Wie muss angeschlagen werden?	8
4. Der Schwerpunkt	9
4.1 Wo liegt der Schwerpunkt?	9
4.2 Anschlagen und Lage des Schwerpunktes der Last	10
5. Wie viele Stränge tragen?	12
6. Der Neigungswinkel.	15
6.1 Wie verändert der Neigungswinkel die Tragfähigkeit eines Anschlagmittels?	15
6.2 Nutzbare Belastung bei geneigtem Strang	16
6.3 Überprüfung der Tragfähigkeit von Anschlagmitteln	17
7. Über das Schätzen von Lastgewichten	19
7.1 Volumen eines Quaders	19
7.2 Volumen eines Zylinders	19
7.3 Spezifisches Gewicht	20
7.4 Beispiel: Gewicht eines Betonquaders	20
7.5 Beispiel: Gewicht einer Stahlwalze	20
8. Anschlagketten	21
8.1 Gehänge	22
8.2 Kennzeichnung eines Gehänges	22
8.3 Höchstzulässige Tragfähigkeit von kurzgliedrigen Rundstahlketten der Güteklasse 8 nach ÖNORM EN 818 Teil 4 (Angabe in kg)	23
8.4 Kennzeichnung der Tragfähigkeit eines 1-strängigen Gehänges	24
8.5 Kennzeichnung der Tragfähigkeit eines 2-strängigen Gehänges	25
8.6 Kennzeichnung der Tragfähigkeit eines 4-strängigen Gehänges	26
8.7 Zusammenfassung Vierstranggehänge	29
8.8 Vergleich der Tragfähigkeit nach Güteklassen	29
8.9 Besondere Anschlagarten	30
8.10 Hohe und tiefe Temperaturen vermindern die Tragfähigkeit von Ketten ..	31
8.11 Außergewöhnliche Einflüsse	31
8.12 Belastung durch Stöße	32
8.13 Belastung durch scharfe Kanten	33
8.14 Wann dürfen Anschlagketten nicht mehr verwendet werden?	34

9. Anschlagdrahtseile	36
9.1 Seilaufbau	36
9.2 Bestimmung der Tragfähigkeit	37
9.3 Kennzeichnung der Tragfähigkeit von Seilgehängen	38
9.4 Einfluss von hohen und tiefen Temperaturen	40
9.5 Einfluss von scharfen Kanten	40
9.6 Tragfähigkeit für Seile nach Ö-NORM EN 13414-1	42
9.7 Seilverbindungen	44
9.8 Wann darf ein Anschlagseil nicht mehr verwendet werden?	46
10. Textile Anschlagmittel aus Chemiefasern	49
10.1 Flachgewebte Hebebänder	49
10.2 Rundschlinge	50
10.3 Kennzeichnung der Tragfähigkeit	50
10.4 Zusätzliche Tragfähigkeitsangaben	51
10.5 Einweghebebänder	51
10.6 Zulässiger Temperaturbereich	51
10.7 Scharfe Kanten	52
10.8 Beispiel Tragfähigkeit Hebeschlinge	53
10.9 Wann dürfen Hebebänder und Rundschlingen nicht mehr verwendet werden?	54
11. Anschlagfaserseile aus Natur- und Chemiefasern	55
12. Anschlagzubehör	57
13. Was ist bei der Verwendung von Anschlagmitteln zu beachten oder zu unterlassen?	59
14. Lastaufnahmeeinrichtungen	65
15. Kraftschluss oder Formschluss bei der Lastaufnahme	67
15.1 Kraftschlüssige Lastaufnahme (Reibungsschluss)	67
15.2 Formschlüssige Lastaufnahme	68
16. Absetzen der Last nach dem Transport	69
17. Kurzwiederholung „Maßnahmen beim Anschlagen“	70
18. Kurzwiederholung „Verbote beim Anschlagen“	71
19. Prüfung von Anschlagmittel und Lastaufnahmemittel	72
20. Persönliche Schutzausrüstungen	73
20.1 Schutz des Kopfes	73
20.2 Schutz der Gliedmaßen	73
20.3 Schutz des Körpers	73
20.4 Schutz des Gehörs, der Augen und der Atmungsorgane	73
Übungsbeispiele	74

EINLEITUNG

Kranführer sind für das Anschlagen von Lasten verantwortlich. Dieses Skriptum dient zur Vorbereitung für Kranführerprüfungen und Unterweisungen und vermittelt Ihnen die notwendige Fachkenntnis für die sichere Verwendung von Anschlagmitteln und Lastaufnahmemitteln.



Besonders wichtige Inhalte sind in Merkkästen zusammengefasst.



Am Ende der Kapitel finden Sie Kontrollfragen. Diese sollen Ihnen beim Erwerb des Wissens Hilfestellung geben.

Im Anschluss an die Lehrinhalte dient die Sammlung von Übungsbeispielen inkl. Lösungen zur Verständniskontrolle und praktischen Anwendung des erworbenen Wissens.

1. WAS HEISST ANSCHLAGEN?

Anschlagen ist der Fachausdruck für die Herstellung einer Verbindung zwischen einer Last und dem Lasthaken eines Kranes.



Nur selten kann der Lasthaken des Krans direkt mit der Last verbunden werden, meist wird die Verbindung mit einem Anschlagmittel oder einem Lastaufnahmemittel hergestellt.

1.1 Anschlagmittel

Seile, Ketten, Schlingen, Gurte



1.2 Lastaufnahmemittel

Traversen, Lastgabeln, Kübel, Magnete, Greifer, Vakuumheber usw.



Kontrollfrage

1. Was bedeutet der Fachbegriff „Anschlagen“?



2. WER IST FÜR DAS ANSCHLAGEN VERANTWORTLICH?



Verantwortlich ist der **Kranführer**.
Er entscheidet auf Grund seiner Fachkenntnisse.
Er kann von einem **unterwiesenen und vertrauenswürdigen Anschläger** unterstützt werden.

Einem Kranführer, der z. B. im Führerhaus eines Baudrehkranes oder Laufkranes sitzt, ist es nicht möglich, das Anschlagen selbst durchzuführen oder aus nächster Nähe zu überwachen, er ist auf die Unterstützung durch einen Anschläger angewiesen. Die Verständigung zwischen Kranführer, Anschläger und Einweiser ist festzulegen (Unterweisung, Sicherheitsregeln).

3. WIE MUSS ANGESCHLAGEN WERDEN?



Die Last muss **stark genug** und **sicher** angeschlagen werden.

Bei „**stark genug anschlagen**“ berücksichtigt der Kranführer:

- ✓ die höchstzulässige Tragfähigkeit des Kranes.
- ✓ die höchstzulässige Tragfähigkeit der Anschlagmittel oder der Lastaufnahmemittel.
- ✓ das Gewicht der Last.
- ✓ die Lage des Schwerpunktes der Last.
- ✓ die Anzahl der tragenden Stränge.
- ✓ den Neigungswinkel der tragenden Stränge.
- ✓ besondere Belastungssituationen wie z. B. scharfe Kanten, extreme Temperaturen usw.

Bei „**sicher anschlagen**“ berücksichtigt der Kranführer:

- ✓ Die Last darf nicht aus den Anschlagmitteln herausrutschen oder kippen.
- ✓ Die Last darf die Anschlagmittel nicht beschädigen.
- ✓ Das Anschlagmittel darf die Last nicht beschädigen.
- ✓ Es dürfen weder die gesamte Last, noch Teile davon durch die Arbeitsbewegungen abstürzen.
- ✓ Dabei sind auch unvorhergesehene Abbremsungen (wie z. B. bei Stromausfall), die immer mit nachfolgenden Pendelbewegungen verbunden sind, zu berücksichtigen.

Kontrollfragen

1. Wer ist für das Anschlagen verantwortlich?
2. Wer darf als Anschläger beauftragt werden?
3. Wie muss eine Last angeschlagen werden?

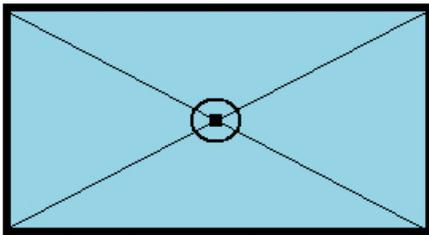


4. DER SCHWERPUNKT

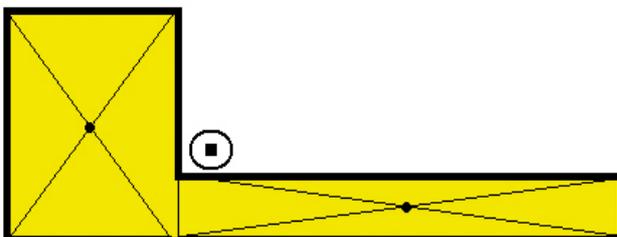
Der Schwerpunkt ist der Massenmittelpunkt der Last.



4.1 Wo liegt der Schwerpunkt?



Gleichmäßige Massenverteilung:
Schwerpunkt liegt in der Mitte.



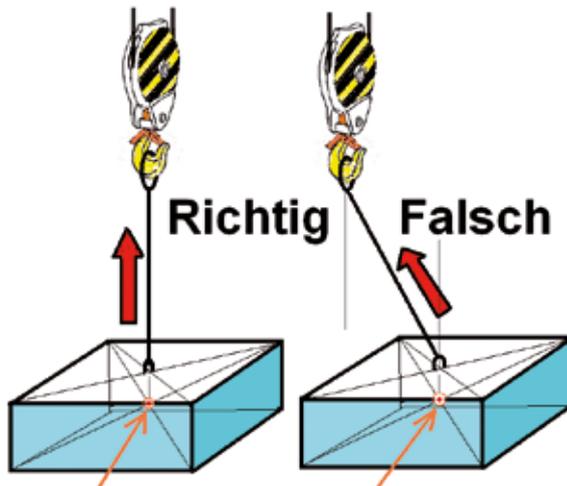
Ungleichmäßige Massenverteilung:
Schwerpunkt liegt außerhalb der Mitte,
manchmal sogar außerhalb des Körpers.

4.2 Anschlagen und Lage des Schwerpunktes der Last

- ✓ Der Lasthaken muss beim Anschlagen **senkrecht über dem Schwerpunkt der Last** sein.

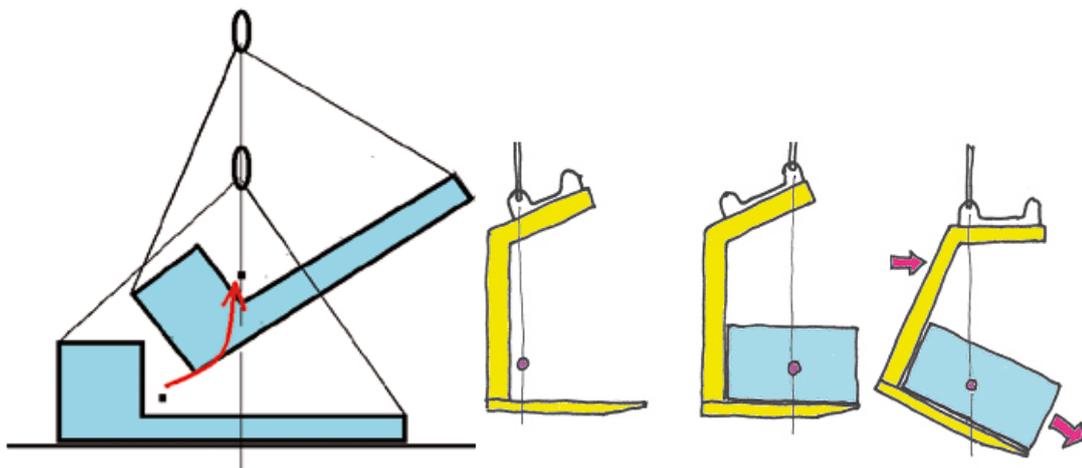
Ist das nicht der Fall, wird beim Anheben die Last so lange seitlich pendeln, bis sich der Lastschwerpunkt genau senkrecht unter dem Lasthaken befindet.

Diese Pendelbewegung könnte zur Quetschgefahr für Personen und zur Beschädigung oder zum Absturz der Last führen.

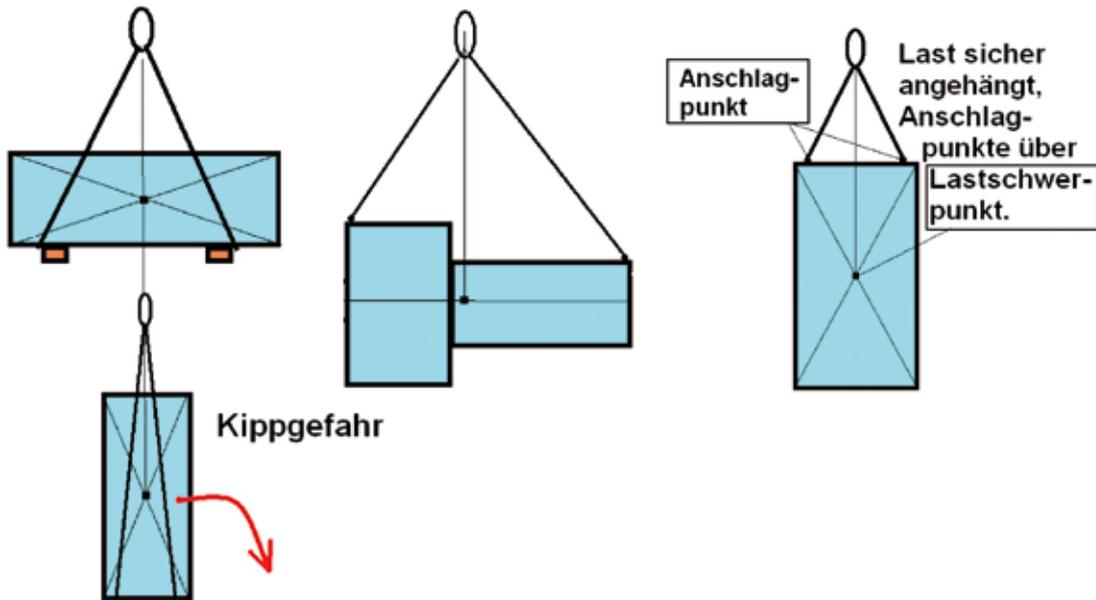


- ✓ **Unsymmetrisches Anschlagen:** Je nach der Lage des Lastschwerpunktes sind die Anschlagmittel in der Länge anzupassen.

Bei einer **Lastgabel** ist je nach Beladungszustand der Anschlagpunkt zu wechseln.



- ✓ **Lastschwerpunkt unter den Anschlagpunkten:** Damit wird vermieden, dass die Last kippen kann. Ist vor allem bei Lasten mit schmaler Auflage kritisch.



Kontrollfragen

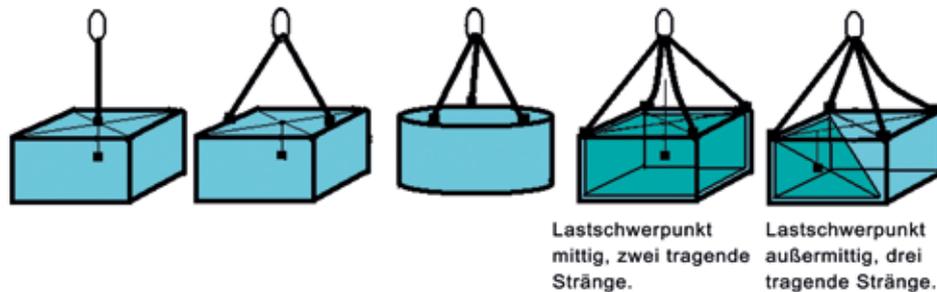
1. Was ist der Schwerpunkt?
2. Wo muss sich der Lastschwerpunkt beim Anschlagen befinden?
3. Was muss man bei unsymmetrischer Schwerpunktlage beachten?



5. WIE VIELE STRÄNGE TRAGEN?



Die Anzahl der **angeschlagenen** Stränge ist nicht immer gleichbedeutend mit der Anzahl der **tragenden** Stränge.



Angeschlagene Stränge:	1	2	3	4	4
Tragende Stränge:	1	2	3	2	3



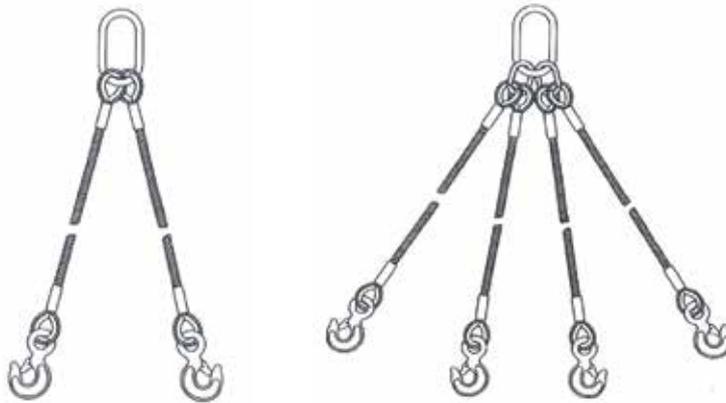
Bei 4-strängigen Anschlagmitteln dürfen höchstens 3 Stränge als tragend angenommen werden. Ist eine etwa gleichmäßige Belastung dieser 3 Stränge nicht gewährleistet, dürfen nur mehr 2 als tragend berücksichtigt werden.

4-strängiges Anschlagen: Die Entscheidung, ob 2 oder 3 Stränge tragen, trifft der Kranführer auf Grund seiner Fachkenntnisse. Bei idealen geometrischen Verhältnissen (d. h. alle 4 Stränge sind genau gleich lang, die 4 Anschlagpunkte bilden ein maßgenaues ideales Rechteck) tragen alle 4 Stränge gleichmäßig. In der Praxis tritt dieser Fall nur zufällig ein. Zu erwarten ist, dass 2 Stränge über eine Diagonale kürzer als die beiden anderen sind. Diese tragen die gesamte Last fast allein, die beiden längeren Stränge leisten nur einen Beitrag zur Stabilisation der Last in der waagrechten Lage.

Einfluss hat auch die Art der Last:

- ✓ 2-strängig anzunehmen sind: **Biegesteife Lasten mit mittiger Schwerpunktlage**, wie z. B. Betonfertigteile, Stahlkonstruktionen.
- ✓ 3-strängig annehmen kann man fallweise: **Lasten bei deutlich außermittiger Lastverteilung**.
- ✓ 4-strängig anzunehmen ist **nur in besonders gekennzeichneten Sonderfällen** erlaubt.

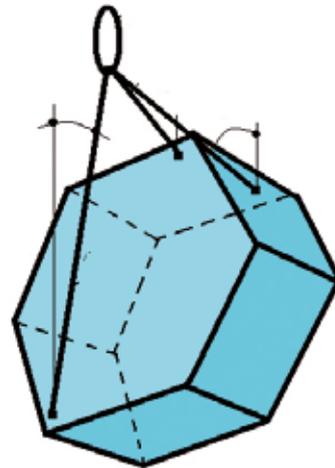
Einfluss hat auch die Montage von 3- und 4-strängigen Anschlaggehängen. Direkt am O-Ring werden nur 2 Stränge zusammengefasst. Ab 3 Strängen werden Zwischenringe verwendet, die kleinere Längenungleichheiten ausgleichen.



Einen ähnlichen Effekt erzielt man bei gemeinsamer Verwendung von zwei 2er Gehängen.

- ✓ Wenn die Anschlagpunkte nicht in einer Ebene liegen und die Lastverteilung nicht einwandfrei festzustellen ist, ist ein Fachkundiger zu befragen oder es ist nur ein Strang als tragend anzunehmen.

Der Strang mit dem kleinsten Neigungswinkel trägt den größten Lastanteil oder fast die ganze Last.



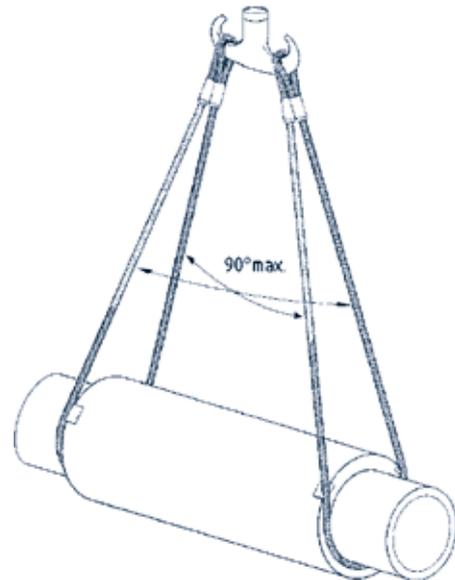
- ✓ Beim Anschlagen von sehr elastischen Lasten, wie z. B. Baustahlgittermatten, kann man davon ausgehen, dass die Last zumindest auf 3 Stränge verteilt wird. Man kann **3 Stränge tragend berücksichtigen**.



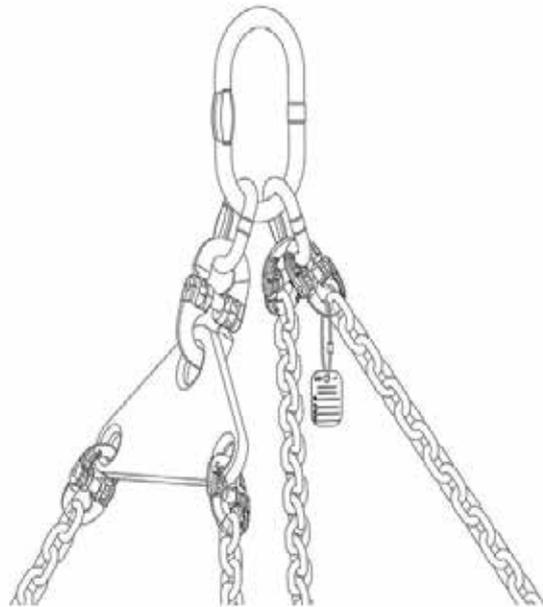
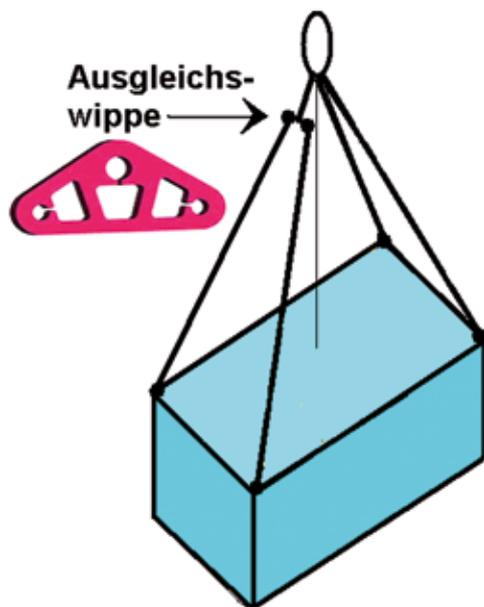
- ✓ Es gibt einen speziellen Fall, bei dem tatsächlich 4 Stränge zum Tragen kommen:

Wenn man z. B. jeweils 1 Strang unter der Last durchzieht und wieder in den Haken zurückhängt, entstehen dadurch 4 tragende Stränge mit jeweils gleicher Belastung. Das wird vor allem beim Anschlagen von abgerundeten Lasten möglich sein.

Unter der Last durchgehende, in der Anpassungsbewegung nicht behinderte Anschlagmittel gleichen beim Anheben die Belastung aus und daher **tragen alle 4 Stränge gleich**.



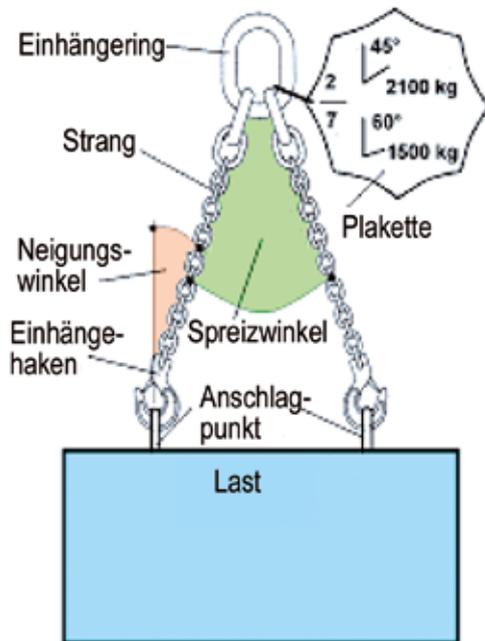
Spezielle Gehänge mit Ausgleichswippen können Längenunterschiede der Stränge ausgleichen. Nur wenn die Betriebsanleitung des Herstellers ausdrücklich 4 tragende Stränge vorsieht, kann man auch 4 tragende berücksichtigen.



Kontrollfragen

1. Wie viele Stränge tragen beim viersträngigen Anschlagen?
2. Wenn dem Kranführer beim Anschlagen nicht klar ist, wie viele Stränge tatsächlich tragen, mit wie viel tragenden Strängen kann er rechnen?

6. DER NEIGUNGSWINKEL



Der Winkel zwischen dem geneigten Strang und einer gedachten Senkrechten wird als Neigungswinkel bezeichnet, der Winkel zwischen den gespreizten Strängen heißt Spreizwinkel.

Der halbe Spreizwinkel ist genauso groß wie der Neigungswinkel.

2 x Neigungswinkel = 1 x Spreizwinkel

Bei allen Tragfähigkeitsangaben wird ausschließlich der Begriff „Neigungswinkel“ verwendet.

Es wird jeweils auf 45° bzw. 60° aufgerundet.

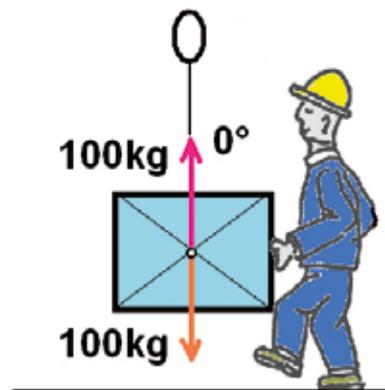
6.1 Wie verändert der Neigungswinkel die Tragfähigkeit eines Anschlagmittels?

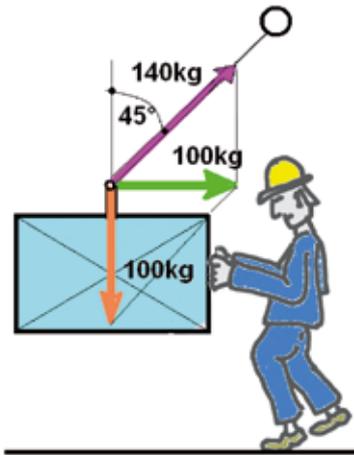
Je größer der Neigungswinkel, umso stärker wird das Anschlagmittel belastet.



Beispiel:

Eine Last von 100 kg ist 1-strängig angeschlagen. Der Anschlagpunkt ist genau senkrecht unter dem Kranhaken. Das Anschlagmittel wird durch die Schwerkraft mit 100 kg belastet. Das Anschlagmittel muss mindestens eine zulässige Tragfähigkeit von 100 kg haben.

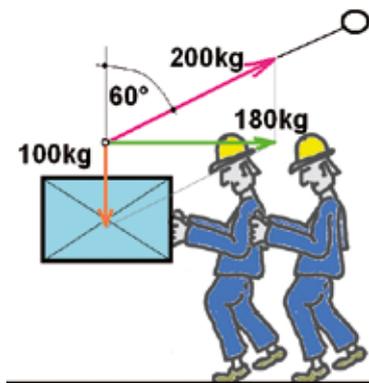




Versuchen Sie, die Last seitlich auszulenken, bis ein Neigungswinkel von 45° entsteht. Es ist eine große, waagrecht wirkende Kraft notwendig, um die Last in dieser Position zu halten.

Mit dieser Kraft wird das Anschlagmittel zusätzlich belastet.

Beide Kräfte ergeben eine Gesamtbelastung von 140 kg für das Anschlagmittel.



Versuchen Sie, die Last noch weiter seitlich auszulenken, bis ein Neigungswinkel von 60° entsteht.

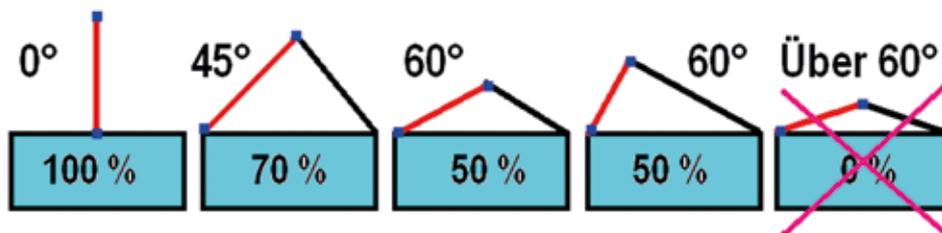
Man braucht eine noch größere Kraft, um die Last in dieser Position zu halten.

Damit steigt die Gesamtbelastung.

Beide Kräfte ergeben eine Gesamtbelastung von 200 kg für das Anschlagmittel.

6.2 Nutzbare Belastung bei geneigtem Strang

Jedes Anschlagmittel hat eine zulässige Höchsttragfähigkeit für den senkrechten Einzelstrang (Neigungswinkel 0°). Der geneigte Strang wird höher belastet, deshalb muss die zulässige Last verringert werden. Die zulässige Tragfähigkeit für die Neigungswinkel 45° und 60° wird als Prozentsatz der Höchsttragfähigkeit festgelegt.



Kontrollfragen

1. Welche Neigungswinkel werden vom Kranführer unterschieden?
2. Wie groß ist die „nutzbare Belastung“ bei geneigtem Strang?

Der größte Neigungswinkel, den ein Anschläger verwenden darf, beträgt 60° . In speziellen Fällen wird der zulässige Neigungswinkel aber beschränkt (siehe z. B. Bild Seite 14 oben).

Größere Winkel dürfen nur durch einen Fachkundigen, der Kenntnisse besitzt, die speziellen Belastungsverhältnisse abzuklären, zugelassen werden.

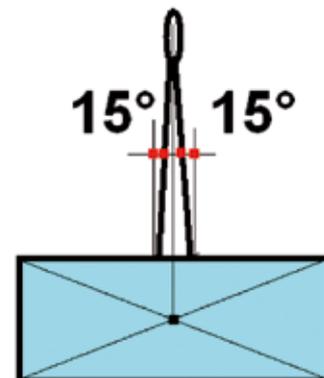
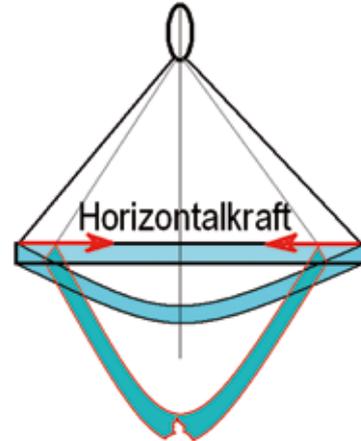
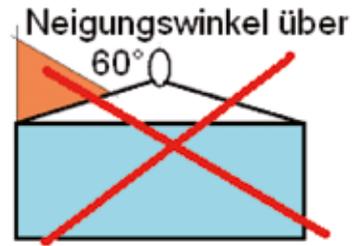
Je größer der Neigungswinkel ist, umso mehr beträgt die dadurch hervorgerufene Horizontalkraft.

Nicht jede Last ist dafür geeignet.

Knick- oder Aufwölbungsgefahr.

Neigungswinkel unter 15° sind wie einsträngiges Anschlagen zu behandeln, da nicht gewährleistet ist, dass sich die Last bei Bewegung gleichmäßig auf die beiden Stränge verteilt.

Vor allem bei plattenförmigen Lasten besteht auch die Gefahr, dass die Last kippt.



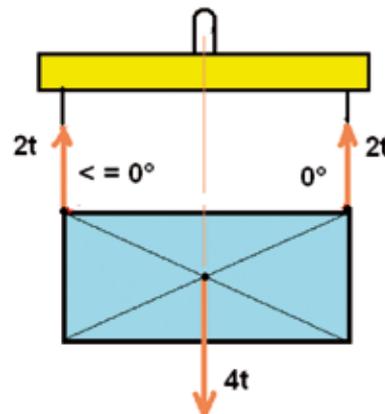
6.3 Überprüfung der Tragfähigkeit von Anschlagmitteln

6.3.1 Beispiel 1 Neigungswinkel 0°

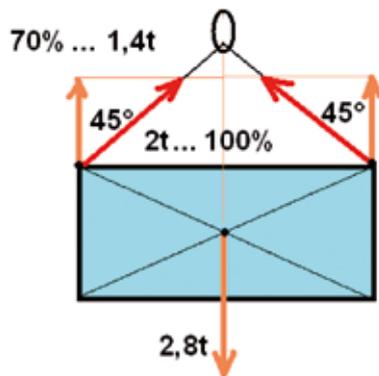
Gegeben: Tragfähigkeit der beiden 1-strängigen Anschlagmittel jeweils 2 t.
Gesucht: Maximal zulässige Last.

Bei senkrechtem Strang ist der Neigungswinkel 0° , also kann man mit 100 % der angegebenen Tragfähigkeit anschlagen, 2 Stränge tragen.

$2 \times 2 t = 4 t =$ Maximale Last



6.3.2 Beispiel 2 Neigungswinkel 45°



Gegeben: Tragfähigkeit der beiden 1-strängigen Anschlagmittel jeweils 2 t.

Gesucht: Maximal zulässige Last.

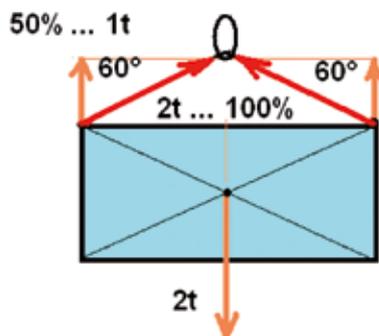
Bei Neigungswinkel 45° kann man nur mit 70 % der angegebenen Tragfähigkeit anschlagen, 2 Stränge tragen.

100 % Tragfähigkeit.....2 t

70 % Tragfähigkeit...2 t x 0,7 =1,4 t

2 x 1,4 t = 2,8 t = Maximale Last

6.3.3 Beispiel 3 Neigungswinkel 60°



Gegeben: Tragfähigkeit der beiden 1-strängigen Anschlagmittel jeweils 2 t.

Gesucht: Maximal zulässige Last.

Bei Neigungswinkel 60° kann man nur mit 50 % der angegebenen Tragfähigkeit anschlagen, 2 Stränge tragen.

100 % Tragfähigkeit.....2 t

50 % Tragfähigkeit...2 t x 0,5 =1 t

2 x 1 t = 2 t = Maximale Last

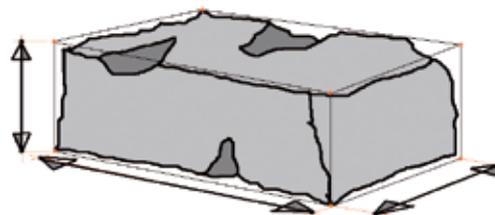
7. ÜBER DAS SCHÄTZEN VON LASTGEWICHTEN



Der Kranführer muss sich vor dem Anschlagen über das Gewicht der Last informieren.

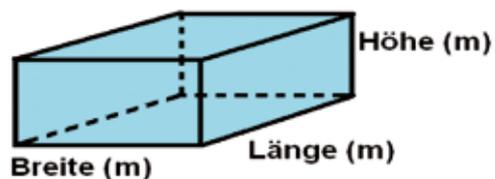
- ✓ Am einfachsten ist es, wenn die Last mit dem Gewicht gekennzeichnet ist oder das Gewicht bekannt ist.
- ✓ Selten steht eine Waage zur Verfügung.
- ✓ Sind diese Möglichkeiten nicht gegeben, bleiben die Methoden: Fragen, Rechnen und Schätzen.

Beim Schätzen legt man der Last näherungsweise eine möglichst einfache geometrische Form zugrunde, ermittelt das Volumen und multipliziert dieses mit dem Spezifischen Gewicht.



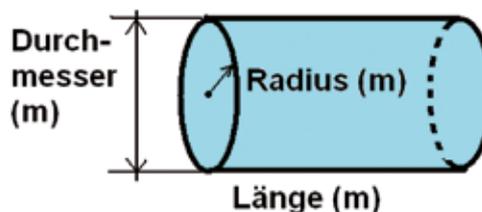
7.1 Volumen eines Quaders

Volumen (m³) eines Quaders = Länge x Breite x Höhe



7.2 Volumen eines Zylinders

Volumen (m³) = Radius x Radius x Länge x 3,14



Für eine Näherungsrechnung genügt auch folgende Vereinfachung:

Volumen (m³) = Durchmesser x Durchmesser x Länge x 0,75

7.3 Spezifisches Gewicht

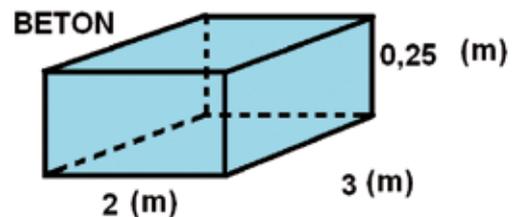
Spezifisches Gewicht ist das Gewicht pro Kubikmeter eines Stoffes

Wasser	1.000 kg/m ³	Aluminium	2.700 kg/m ³
Holz	700–800 kg/m ³	Stahl	7.800 kg/m ³ ~ 8 t/m ³
Steinkohle	900 kg/m ³	Kupfer	8.850 kg/m ³
Schotter	1.600-1.800 kg/m ³	Papier	1.100-1.500 kg/m ³
Beton	2.500 kg/m ³		

7.4 Beispiel: Gewicht eines Betonquaders

$$V = 3 \times 2 \times 0,25 = 1,5 \text{ m}^3$$

$$G = 1,5 \times 2,5 = 3,75 \text{ t}$$



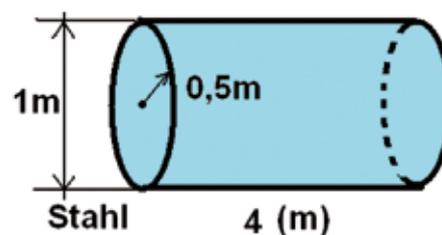
7.5 Beispiel: Gewicht einer Stahlwalze

$$\text{Genau } V = 0,5 \times 0,5 \times 4 \times 3,14 = 3,14 \text{ m}^3$$

$$G = 3,14 \times 8 = 25,12 \text{ t}$$

$$\text{Näherung } V = 1 \times 1 \times 4 \times 0,75 = 3 \text{ m}^3$$

$$G = 3 \times 8 = 24 \text{ t}$$



Kontrollfragen

1. Wie kann man das Gewicht einer Last abschätzen?
2. Was ist das spezifische Gewicht?