



Ausbildungshandbuch

Grundausbildung

7. Bewegen von Lasten

Herausgegeben von:

Aus- und Fortbildungszentrum (AFZ)
Referat A 1 Ausbildung Gestaltung/Entwicklung

Provinzialstraße 93
53127 Bonn

Freigabenummer: A1-22-GA-LA7-2-1.2

© 2022 Bundesanstalt Technisches Hilfswerk, Bonn

Nachdruck, Veränderung, Veröffentlichung und fotomechanische Wiedergabe – auch auszugsweise – nur mit Genehmigung des Aus- und Fortbildungszentrum (AFZ), Referat A1.
Die Wiedergabe zu gewerblichen Zwecken ist verboten.
Alle Rechte vorbehalten.

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis	3
Abbildungsverzeichnis	5
Tabellenverzeichnis	9
7. Bewegen von Lasten	11
7.1 Grundlagen	11
7.1.1 Hebelwirkung	15
7.1.2 Reibung	18
7.1.3 Geräte und Hilfsmittel	19
7.1.4 Hilfskonstruktionen	21
7.2 Tragen und Bewegen von Lasten	37
7.2.1 Anheben und Ablegen von Lasten	37
7.2.2 Bewegen von Geräten mittels Hilfsmittel	40
7.2.3 Brechstange	41
7.2.4 Hebeldrehpunkte	43
7.2.5 Tiefliegende Lasten	45
7.3 Zuggerät	48
7.3.1 Komponenten und Bauteile	50
7.3.2 Anwendung	54
7.3.3 Wartung und Pflege	60
7.3.4 Unfallverhütungsvorschriften	61
7.4 Kettenzug	62
7.4.1 Komponenten und Bauteile	62
7.4.2 Anwendung	64
7.4.3 Wartung und Pflege	65
7.4.4 Unfallverhütungsvorschriften	66

7.5	Hebekissen	67
7.5.1	Komponenten und Bauteile	67
7.5.2	Anwendung	71
7.5.3	Wartung und Pflege	73
7.5.4	Unfallverhütungsvorschriften	74
7.6	Hebe-/Pressgerät	75
7.6.1	Komponenten und Bauteile	78
7.6.2	Anwendung	88
7.6.3	Wartung und Pflege	90
7.6.4	Unfallverhütungsvorschriften	90
7.7	Hydraulischer Heber	94
7.7.1	Komponenten und Bauteile	94
7.7.2	Anwendung	97
7.7.3	Wartung und Pflege	101
7.7.4	Unfallverhütungsvorschriften	102
Anhang A	Bildverzeichnis	103
Anhang B	Literaturverzeichnis	105
Anhang C	Autorenverzeichnis	107
Anhang D	Änderungsdienst	109
Anhang D	Notizen	111

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1:	Einseitiger Hebel	16
Abb. 2:	Zweiseitiger Hebel	16
Abb. 3:	Kreuzholzstapel, Stadtarchiv Köln	22
Abb. 4:	Kreuzholzstapel, Anzahl der Lastannahmepunkte	23
Abb. 5:	Kreuzholzstapel, Sonderformen	24
Abb. 6:	Festanschlagen	25
Abb. 7:	Anschlag LKW	26
Abb. 8:	Erdanker	27
Abb. 9:	Umlenkung	28
Abb. 10:	Flaschenzug heben	29
Abb. 11:	Flaschenzug ziehen	29
Abb. 12:	Dreibock Einsatzgerüstsystem	30
Abb. 13:	Dreibock aus Rundholz	31
Abb. 14:	Mastkran Einsatzgerüstsystem	32
Abb. 15:	Leiter mit Leinenstropp	33
Abb. 16:	Ausleger	34
Abb. 17:	Rollenbahn	35
Abb. 18:	Schwerlastrollen	36
Abb. 19:	Heben	38
Abb. 20:	Tragegestell	41
Abb. 21:	Transportkarre	41
Abb. 22:	Brechstange mit Klaue & Schneide	42
Abb. 23:	Anheben mit 2 Brechstangen	44
Abb. 24:	Drehpunkt mit Auflagefläche	44
Abb. 25:	Bewegen einer Betonröhre	45
Abb. 26:	Anheben mit Keilen	46

Abb. 27:	Anheben auf weichem Untergrund	47
Abb. 28:	Zuggerät	48
Abb. 29:	Zuggerät Typ A	50
Abb. 30:	Zuggerät Typ B	51
Abb. 31:	Scherstifte	52
Abb. 32:	Drahtzugseil 20 m	53
Abb. 33:	Drahtzugseil 50 m	53
Abb. 34:	Kantenreiter	54
Abb. 35:	Klappkloben (geöffnet)	54
Abb. 36:	Klappkloben (geschlossen)	54
Abb. 37:	Zuggerät im direkten Zug (ziehen)	55
Abb. 38:	Zuggerät im indirekten Zug mit Umlenkung	55
Abb. 39:	Zuggerät im direkten Zug (heben)	56
Abb. 40:	Zuggerät an der Last angeschlagen	57
Abb. 41:	Sicherheitsabstand	58
Abb. 42:	Ein- und Ausscheren	59
Abb. 43:	Kettenzug	62
Abb. 44:	Kettenzug beschriftet	63
Abb. 45:	Hebekissensatz Fa. Vetter 8 bar	67
Abb. 46:	Hebekissensatz Fa. Weber Rescue 12 bar	69
Abb. 47:	Zwei Hebekissen übereinander	72
Abb. 48:	Hebe-/Pressgerät (Hydropresse)	78
Abb. 49:	Handpumpe Hebe-/Pressgerät (Hydropresse) detailliert	79
Abb. 50:	Handpumpe Hebe-/Pressgerät (Hydropresse) schematisch	79
Abb. 51:	Hydraulikzylinder Hebe-/Pressgerät (Hydropresse)	81
Abb. 52:	Mögliche Anordnung der Hydraulikzylinder	83
Abb. 53:	Verwendungsbeispiele Hydraulikzylinder + Zubehörteile	84
Abb. 54:	Verteiler mit Höchstdruckschläuchen	85

Abb. 55: Fußplatten	85
Abb. 56: Anhebeklaue	86
Abb. 57: Kolbenstangenverlängerungen	86
Abb. 58: Hakenschlüssel	87
Abb. 59: Spreizkeile	87
Abb. 60: H- und P-Sätze Öl	91
Abb. 61: Hydraulischer Heber Anwendungen	94
Abb. 62: Hydraulischer Heber	95
Abb. 63: Zahnstangenwinde	96
Abb. 64: Büffel anheben	98
Abb. 65: Büffel anheben mittels Klaue	99

Tabellenverzeichnis

Tab. 1:	Physikalische Grundgrößen	14
Tab. 2:	Technische Daten Hebekissen Vetter V20	68
Tab. 3:	Technische Daten Hebekissen Vetter V40	68
Tab. 4:	Technische Daten Hebekissen Weber 38-12	70
Tab. 5:	Technische Daten Hebekissen Weber 67-12	70
Tab. 6:	Technische Daten Weber DPH4018	80
Tab. 7:	Hydraulikzylinder Typ ERGS 50-150	82
Tab. 8:	Technische Daten Hydraulischer Heber	96
Tab. 9:	Technische Daten Zahnstangenwinde	97

7. Bewegen von Lasten

7.1 Grundlagen

Die wichtigsten Grundlagen zum Bewegen von Lasten finden sich in den Grundgesetzen der Bewegung (*Newton'sche Gesetze*). Diese sind:

Trägheitsgesetz (*Erstes Newton'sche Gesetz*)

„Ein Körper verharrt im Zustand der Ruhe oder der gleichförmig gradlinigen Bewegung (Translation), sofern er nicht durch einwirkende Kräfte zur Änderung seines Zustandes gezwungen wird.“

Beispiel 1: Betonplatte auf dem Boden

Eine Betonplatte, die auf dem Boden liegt, übt auf diesen eine Kraft aus. Um die Betonplatte anzuheben, ist eine größere Kraft notwendig als diejenige Kraft, welche die Betonplatte auf den Boden ausübt.

Beispiel 2: Kiste auf Ladefläche

Eine ungesicherte Kiste auf der Ladefläche eines LKW bewegt sich mit dem LKW in dessen Fahrtrichtung. Bremsst der LKW nun ab, verbleibt die Kiste in dem ursprünglichen Zustand der Bewegung. Sie bewegt sich also auf der Ladefläche weiter in die Fahrtrichtung. Um dies zu verhindern, muss eine größere Kraft die Kiste auf die Ladefläche des LKW pressen (z. B. durch Niederzurren der Kiste mittels Spanngurten).

Aktionsprinzip (*Zweites Newton'sche Gesetz*)

„Die Änderung der Bewegung ist der Einwirkung der bewegenden Kraft proportional und geschieht nach der Richtung derjenigen geraden Linie, nach welcher jene Kraft wirkt.“

Beispiel: Beschleunigen und Bremsen

Ein Fahrzeug, das sich in eine Richtung mit einer konstanten Geschwindigkeit bewegt, benötigt eine weitere Kraft, um seine Geschwindigkeit zu erhöhen oder zu verringern.

Soll das Fahrzeug von 80 km/h auf 100 km/h beschleunigt werden, ist zu der bereits vorhandenen Kraft (die bewirkt, dass das Fahrzeug 80 km/h fährt) eine weitere Kraft notwendig, die in dieselbe Richtung wirkt. Die Kräfte addieren sich also. Dies wird z. B. durch Erhöhung der Motorleistung (Gas geben) erzeugt.

Soll das Fahrzeug von 80 km/h auf 50 km/h verlangsamt werden, ist auch hier eine weitere Kraft notwendig. Jedoch muss in diesen Fall die Kraft in die entgegengesetzte Richtung wirken. Die Kräfte subtrahieren sich also. Dies wird z. B. durch das Bremsen erzeugt.

Die Zeit, die dieser Beschleunigungs- oder Bremsvorgang dauert, ist direkt von der Stärke der Kraft abhängig. Mehr Gas bedeutet, das Fahrzeug ist schneller von 80 km/h auf 100 km/h beschleunigt. Härteres Bremsen bringt das Fahrzeug schneller von 80 km/h auf 50 km/h.

Reaktionsprinzip (*Drittes Newton'sche Gesetz*)

„Kräfte treten immer paarweise auf. Übt ein Körper A auf einen Körper B eine Kraft aus (actio), so wirkt eine gleich große, aber entgegengerichtete Kraft von Körper B auf Körper A (reactio).“

Beispiel 1: Rollschuhläufer

Zwei Rollschuhläufer (Andrea und Bernd) stehen sich mit dem Gesicht gegenüber. Drückt nun Andrea Bernd von sich weg (actio), entsteht automatisch eine Gegenkraft (reactio), die auch Andrea von Bernd wegdrückt. Beide bewegen sich also voneinander weg.

Beispiel 2: Ruderboot

Mit den Rudern drückt man das Wasser nach hinten (actio). Die Gegenkraft des Wassers (reactio) wirkt auf das Boot und bewegt es nach vorne.

Superpositionsprinzip der Kräfte (Viertes Newton'sche Gesetz)

„Wirken auf einen Punkt (oder einen starren Körper) mehrere Kräfte, so addieren sich diese vektoriell zu einer resultierenden Kraft auf.“

Beispiel: Schwere Kiste

Zieht eine Person mit einem Tau an einer schweren Kiste und kann diese nicht bewegen, so ist die Zugkraft der einzelnen Person zu gering, um die Massenträgheit der Kiste zu überwinden. Ziehen nun jedoch mehrere Personen am selben Tau, addieren sich ihre einzelnen Zugkräfte und die dadurch resultierende Kraft kann hoch genug werden, um die Kiste doch noch zu bewegen.

Physikalische Grundgrößen

Größenart	Physikalische Größe	Formelzeichen	Dimension	Einheit
Länge	Länge	l	L	Meter
Zeit	Zeit	t	T	Sekunde
Kraft	Kraft	F	$M \cdot L \cdot T^{-2}$	Newton (N)
Masse	Masse	m	M	Kilogramm (kg)
Drehmoment	Drehmoment (Kraftmoment)	M	$M \cdot L^2 \cdot T^{-2}$	Newtonmeter (Nm)
Energie	Arbeit Energie	W, E	$M \cdot L^2 \cdot T^{-2}$	Joule (J)
Leistung	Leistung	P	$M \cdot L^2 \cdot T^{-3}$	Watt (W)
mechanische Spannung	Druck	P	$M \cdot L^{-1} \cdot T^{-2}$	Pascal (Pa)
	absoluter Druck	p abs		
	Luftdruck	p amb		
	Überdruck	pe		Bar (bar)

Tab. 1: Physikalische Grundgrößen

Aus den genannten physikalischen Grundgrößen lassen sich verschiedene Formeln zur Berechnung einzelner Größen wie der Hubkraft eines Hydraulikzylinders (Hydropresse) oder der Gewichtskraft einer Betonplatte herleiten bzw. ermitteln. Sie sind wichtig, um die physikalischen Grundlagen verschiedener Geräte zu verstehen.

Die zentrale Formel zur Berechnung der Kraft lautet:

$$\text{Kraft [N]} = \text{Druck [p]} \times \text{Fläche [A]}$$

Damit kann errechnet werden, welche Hubkraft ein Hebekissen oder ein Hydraulikzylinder der Hydropresse hat. Zudem kann erkannt werden, aus welchen Grundlagen sich diese Gleichung zusammensetzt.

7.1.1 Hebelwirkung

Das einfachste Bewegen einer schweren Last ist durch Zuhilfenahme eines Hebels möglich.

Hierbei unterscheidet man zwischen dem **einseitigen** und dem **zweiseitigen** Hebel.

Die Grundlage hierzu bildet das sogenannte Hebelgesetz.

$$\text{Kraft} \times \text{Kraftarm} = \text{Last} \times \text{Lastarm}$$

Ein Hebel ist in der Physik als ein mechanischer Kraftwandler zu verstehen, da der die eigentliche Kraft des Benutzers (Körperkraft), je nach Hebellänge, vervielfacht.

In der Praxis finden sich viele Beispiele der Anwendung des Hebelgesetzes.

Einseitiger Hebel

Das Öffnen einer Flasche mit einem Flaschenöffner ist das Arbeiten mit einem einseitigen Hebel. Hierbei wird der Hebel (Griff des Flaschenöffners) über einen Drehpunkt (die Flasche selbst) gedreht. Durch den längeren Hebelarm erhöht sich die Kraft, welche ausreicht, um den auf die Flasche gepressten Kronkorken abzuheben.

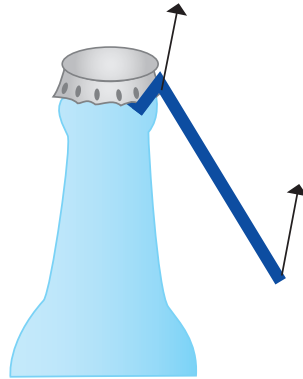


Abb. 1: Einseitiger Hebel

Zweiseitiger Hebel

Das Anheben einer Last mit einer Brechstange über einen Drehpunkt ist das Arbeiten mit einem zweiseitigen Hebel. Hierbei wird die Kraft (F_1) mit Hilfe des langen Hebels (L_1) über den Drehpunkt (Widerlager) auf den kleinen Hebel (L_2) vervielfacht übertragen.

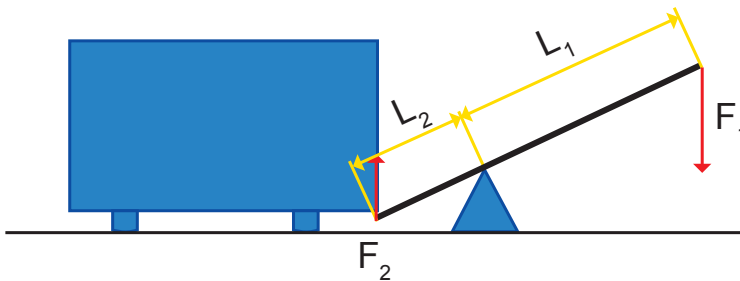


Abb. 2: Zweiseitiger Hebel

Kraft x Kraftarm = Last x Lastarm

$$F_1 \times L_1 = F_2 \times L_2$$

Dadurch benötigt man weniger Kraft, um die Last (F₂) anzuheben. Möchte man ausrechnen, wie schwer eine Last maximal sein darf, wenn mit einer definierten Kraft auf den Hebel gedrückt wird, muss die Formel nach F₂ umgestellt werden.

$$F_1 \times I_1 = F_2 \times I_2 \Leftrightarrow F_2 = \frac{F_1 \times I_1}{I_2}$$

$$F_1 \text{ [N]} \times I_1 \text{ [m]} = F_2 \text{ [N]} \times I_2 \text{ [m]} \Leftrightarrow F_2 \text{ [N]} = \frac{F_1 \text{ [N]} \times I_1 \text{ [m]}}{I_2 \text{ [m]}}$$

Newton [N] = Masse [kg] x Beschleunigung [m/s²]

Dies bedeutet, dass mit der Formel

$$\mathbf{F = m \times a}$$

Newton in Kilogramm umgerechnet werden kann und umgekehrt.

Die Erdbeschleunigung ist 9,80665 m/s² (aufgerundet also ca. 10 m/s²)

$$1 \text{ kg} \times 10 \text{ m/s}^2 = 10 \text{ N}$$

Eingesetzt in die vorher umgestellte Formel mit der Annahme, dass

F₁ = eine Handkraft von 50 kg ist

L₁ = eine Länge von 1,5 m hat

F₂ = gesucht ist

L₂ = eine Länge von 0,5 m hat,

ergibt sich eine Kraft von 1500 N. Dies sind rund 150 kg.

7.1.2 Reibung

Möchte man eine Last durch Ziehen bewegen, spielt die Reibung $[\mu]$ unter Umständen eine nicht unerhebliche Rolle.

Unter Reibung versteht man die Kraft, die an der Berührungsfläche zwischen zwei sich in entgegengesetzte Richtungen bewegende Körper entsteht. Sie erzeugt einen Widerstand, welcher der Bewegungsrichtung entgegenwirkt.

Die wichtigsten Formen der Reibung sind:

- **Haftreibung** – Haftreibung liegt vor, wenn ein Körper auf einem anderen haftet, sich also beide Körper zueinander in Ruhe befinden – z. B. Liegen einer Betonplatte auf dem Asphaltboden,
- **Gleitreibung** – ein Körper wird gegen einen anderen Körper bewegt – z. B. Ziehen einer Betonplatte über den Asphaltboden,
- **Rollreibung** – ein Körper wird über einen anderen Körper hinweggerollt – z. B. das Bewegen einer Betonplatte auf Rundhölzern.

Die Kraft bzw. Energie, die dabei entsteht, tritt als Wärme in Erscheinung. Sie ist abhängig von:

- der Gewichtskraft der Körper,
- der Geschwindigkeit, mit der sich die Körper aneinander reiben,
- dem Reibungskoeffizienten beider Körper.

Der Reibungskoeffizient gibt an, wie gut oder schlecht sich zwei Körper gegeneinander bewegen lassen. Hieraus resultiert auch die letztendlich aufzubringende Kraft, um die Last bewegen zu können.

In der Praxis finden sich hierzu einige Beispiele:

- Eisenbahn – Stahlrad auf Stahlschiene = sehr geringe Reibung; wenig Kraft notwendig zum Bewegen,
- Auto – Gummireifen auf Asphalt = beim Anfahren sehr hoher Widerstand, rollt der Reifen, ist der Widerstand wesentlich geringer,
- Hebe-/Pressgerät – Pressenstempel wird zum Anheben eines Metallteils mit Holz unterlegt = durch das Holz wird die Reibung deutlich erhöht, das Metallteil kann nicht mehr so leicht von dem Pressenstempel abrutschen.

Grundsätzlich ist die erste Bewegung kräfteintensiver als es die folgenden Bewegungen sind (siehe Newton'sche Gesetze).

Der Reibungskoeffizient kann durch Schmierung herabgesetzt werden.

Beispiel:

Schmiert man ein Metallteil mit Fett ein, lässt sich ein anderes Metallteil noch leichter darauf bewegen.

Nicht immer ist eine Verringerung des Reibungskoeffizienten gewünscht. Bei der Ladungssicherung ist es sogar gewünscht, die Haftreibung durch das Unterlegen von Anti-Rutschmatten zu erhöhen, um der Last das Verutschen zu erschweren.

7.1.3 Geräte und Hilfsmittel

In der Ausstattung des THW finden sich verschiedenste Geräte und Hilfsmittel zum Bewegen von Lasten.

Geräte:

Zugkrafthebezeuge

- Zuggerät,
- Kettenzug,
- Spreizer mit Zugketten,
- Seilwinde (KFZ).

Druckkrafthebezeuge

- Brechstange,
- Hebekissen,
- Hebe- und Pressgerät,
- hydraulischer Heber,
- Zahnstangenwinde,
- Spreizer.

Hilfsmittel:

Anschlagmittel

- Drahtseile,
- Ketten,
- Rundschnellen,
- Hebebänder,
- Schäkkel,
- Hebedrehpunkte,
- Hartholzbohlen,
- Holzbohlen,
- Holzbalken.

Unterbau-/Sicherungsmaterial

- Hartholzbohlen,
- Holzbohlen,
- Holzbalken,
- Rüstholzsätze,
- Bausätze Einsatz-Gerüstsystem,
- Spanngurte (Freigebende Benutzung gemäß LA3).

Hilfsmittel zum Bewegen

- Schwerlastrollen,
- Rundhölzer,
- Keile,
- Kantenreiter mit drei drehbaren Rollen.

Die genannten Hilfsmittel werden zum Teil im Lernabschnitt 3 der Grundausbildung ausführlich behandelt.

7.1.4 Hilfskonstruktionen

Um schwere Lasten anzuheben oder zu transportieren, können neben der Verwendung des zweifachen Hebels weitere Hilfskonstruktionen verwendet werden:

Unterbauen

Bei jeglicher Art von Anheben einer Last ist diese nach dem Hebevorgang zu sichern. Die Sicherung geschieht durch Unterlegen von Hölzern, wel-

che den Lasten angepasst sein müssen. Zu bevorzugen sind Harthölzer. Anwendungsbeispiel: Retten von Personen aus Zwangslagen.

Muss ein Objekt so unterbaut werden, dass mehrere Lagen benötigt werden, wird der Kreuzholzstapel angewendet.

Mit Kreuzholzstapeln können mehrere hundert Tonnen auf nur 1 m² Grundfläche abgetragen werden, ausreichende Tragfähigkeit des Grundes vorausgesetzt.

Herausragendes Merkmal dieser Technik ist die relativ einfache Ausführung und die sehr hohe Belastbarkeit.

Das Grundprinzip liegt darin, dass Kanthölzer kreuzweise übereinandergeschichtet werden. Jeder Kreuzungspunkt trägt dabei eine definierte Last ab, abhängig von der Kontaktfläche und der Druckfestigkeit des verwendeten Holzes senkrecht zur Faser.



Abb. 3: Kreuzholzstapel, Stadtarchiv Köln

Der Kreuzholzstapel besteht ausschließlich aus Kanthölzern quadratischen oder rechteckigen Querschnittes.

Ein Kreuzholzstapel wird so aufgebaut, dass mindestens zwei Kanthölzer mit definiertem Abstand parallel nebeneinandergelegt werden. Auf diesen Hölzern werden dann weitere zwei Kanthölzer um 90° versetzt aufgelegt. Es entstehen Kreuzpunkte, über welche die Last dann abgetragen wird. Das Ganze wird fortgeführt, bis die benötigte Stützhöhe erreicht ist.

Wichtig ist, dass die Kreuzpunkte exakt lotrecht übereinanderliegen, damit ein schlüssiger Kraftfluss von oben nach unten gewährleistet ist.

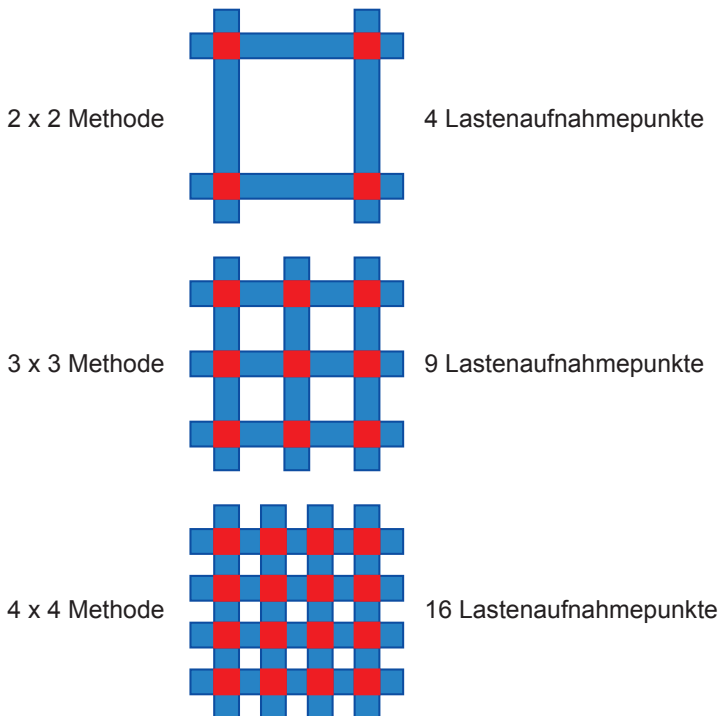


Abb. 4: Kreuzholzstapel, Anzahl der Lastenaufnahmepunkte

Diese Art gilt nur für quadratische und rechteckige Stapelgrundrisse. Ist die kürzeste Seitenlänge z. B. 1 m lang, so sollte nicht höher als 3 m gestapelt werden.

Machen es die äußeren Umstände notwendig, von diesen Grundformen abzuweichen, sollte ein Seiten-Höhen-Verhältnis von 1 : 1 eingehalten werden, da sonst die Standfestigkeit nicht mehr gegeben ist.

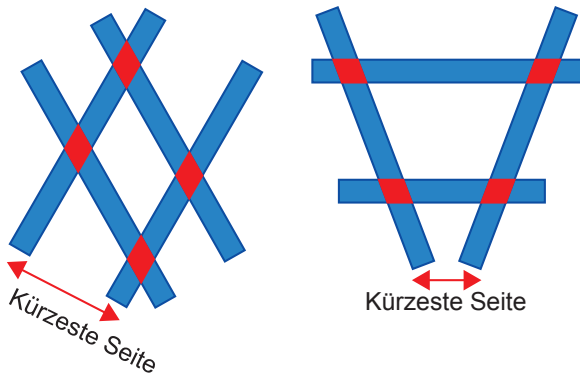


Abb. 5: Kreuzholzstapel, Sonderformen

Die letztendliche Belastbarkeit eines Kreuzholzstapels hängt von folgenden Faktoren ab:

- Druckbelastbarkeit des verwendeten Holzes rechtwinkelig zur Faserrichtung. Je härter das Holz, desto höher ist die Druckaufnahmefähigkeit,
- Abmessungen der Kanthölzer und der daraus resultierenden Auflageflächen,
- Anzahl der Kreuzungspunkte des Stapels; Lastverteilung auf die Kreuzungspunkte,

- Lastaufnahmefähigkeit der Tragkonstruktion (Untergrund),
- Holzfeuchte.

Festpunkte

Beim Bewegen von Lasten werden immer Festpunkte benötigt.

Der Festpunkt muss im direkten Zug mindestens die maximale Zugkraft des verwendeten Gerätes aufnehmen können. Die Verbindung zwischen Festpunkt und dem verwendeten Gerät wird durch entsprechende Lastverbindungsmittel (Schäkel, Drahtseile, Ketten, Rundschlingen, usw.) hergestellt. Die Lastverbindungsmittel müssen ebenfalls mindestens die maximale Zugkraft des verwendeten Gerätes aufnehmen können.

Festpunkte können bereits in der Natur vorhanden sein oder selbst erstellt werden.

Die einfachste natürliche Variante ist ein Baum. Der Baum ist entsprechend gegen Beschädigung (z. B. Hölzer, Decke) zu schützen.

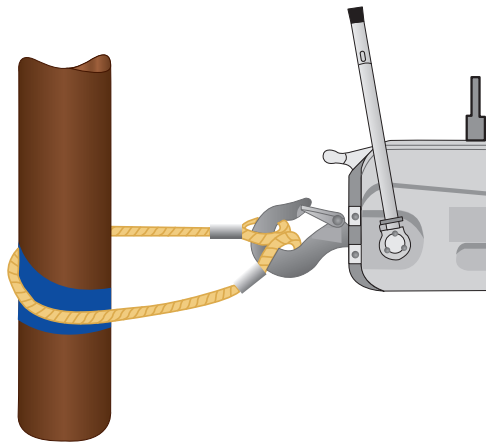


Abb. 6: Festanschlagen

Ist kein natürlicher Festpunkt vorhanden, muss dieser künstlich erstellt werden.

Fahrzeug

Eine einfache und schnelle Variante ist das Anschlagen am Fahrzeug. Es ist darauf zu achten, dass das Fahrzeug entsprechend gesichert ist.



Abb. 7: Anschlag LKW

Erdanker

Die gängigste Variante des Erdankers ist der Laschenanker. Mit dem Laschenanker lassen sich im Gelände, in dem keine natürlichen Festpunkte zur Verfügung stehen, Festpunkte mit geringem Aufwand herstellen.



Abb. 8: Erdanker

Ähnlich wie der Laschenanker kann ein Festpunkt auch mit Erdnägeln und Anschlagstücken erstellt werden. Hierbei ist darauf zu achten, dass sich die Anschlagstücke nicht über die Köpfe der Erdnägel ziehen.

Nachteil des Erdankers ist, dass die genaue Tragfähigkeit nicht bestimmt werden kann, da sowohl die Einschlagrichtung/-tiefe der Spitzeisen/Erdnägel als auch der Untergrund (Lehm, Sand usw.) Auswirkungen auf die Tragfähigkeit haben. Aus diesen Gründen sollte der Erdanker besonders vorsichtig eingesetzt werden.



Hinweis

- **Beim Eintreiben der Erdnägel ist darauf zu achten das sich keine Kabel oder Leitungen in dem Bereich befinden. Diese können nämlich auch flacher als 80 cm im Boden liegen.**

Weitere Varianten sind in der Fachausbildung zu finden.

Umlenkung

Um eine Umlenkung der Zugrichtung zu erreichen, werden Rollen eingesetzt. Diese sind in verschiedenen Ausführungen erhältlich.

Es ist darauf zu achten, dass die Rollen und Anschlagpunkte für die jeweils auftretenden Kräfte ausgelegt sind.

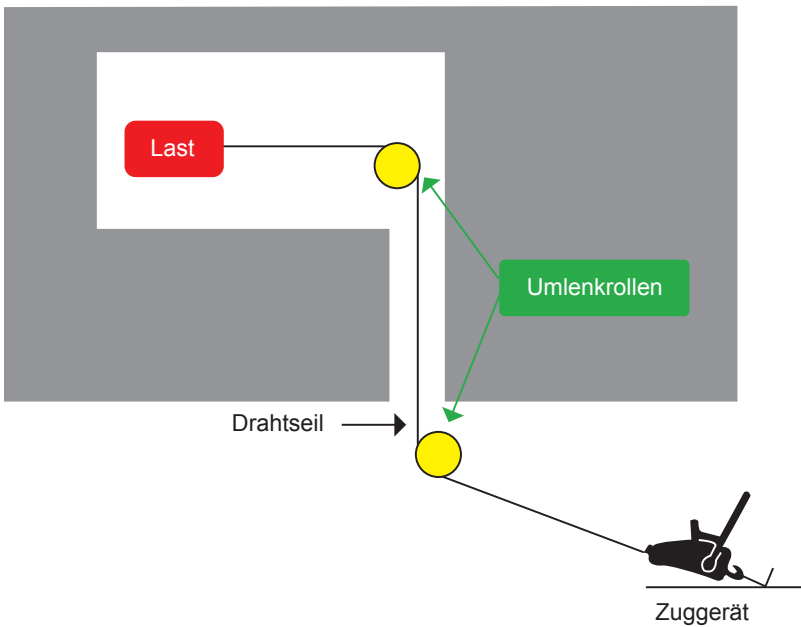


Abb. 9: Umlenkung

Flaschenzugprinzip

Ein wichtiger Bestandteil des Flaschenzuges sind die losen und festen Rollen. Die lose Rolle wird hierbei an der Last angeschlagen. Durch das Flaschenzugprinzip wird die Zugkraft verdoppelt. Gleichfalls reduziert sich der Hubweg aber auch um die Hälfte.

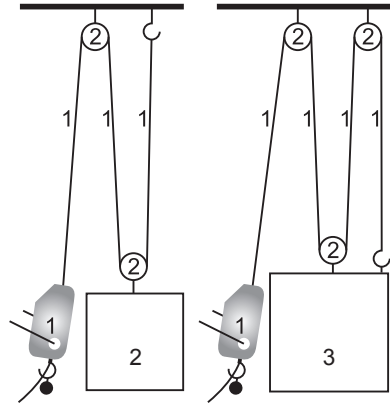


Abb. 10: Flaschenzug heben

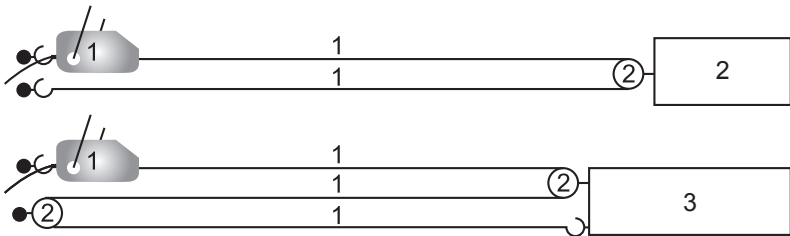


Abb. 11: Flaschenzug ziehen

Dreibock

Der Dreibock dient zum Anheben oder Ablassen einer Last, die zwischen seinen drei Beinen bewegt werden kann.

Werden mit dem Dreibock Lasten bewegt, so sind die entsprechenden Hilfsmittel vor dem Aufrichten anzubringen, z. B. eine Rolle mittels Stropp einzuhängen.



Abb. 12: Dreibock Einsatzgerüstsystem

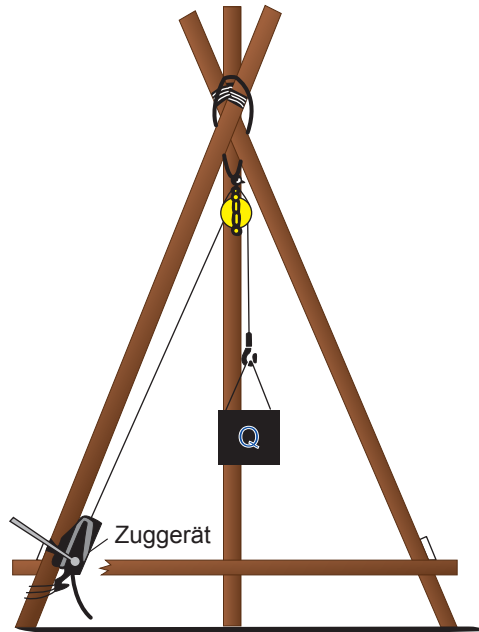


Abb. 13: Dreibock aus Rundholz

Mastkran

Der Mastkran besteht in der Grundkonstruktion aus einem Zweibock.

Werden mit dem Mastkran Lasten bewegt, so sind die entsprechenden Hilfsmittel vor dem Aufrichten anzubringen, z. B. eine Rolle mittels Stropp einzuhängen.

Zudem kann diese Form des freistehenden Mastkrans die Last in geringem Umfang, nach vorne und hinten schwenken, falls die Ankerseile mit Drahtseilzügen verbunden sind.



Abb. 14: Mastkran Einsatzgerüstsystem

Leiter mit Leinenstropp

Diese Hilfskonstruktion ähnelt in der Anwendung dem Mastkran. Die Leiter wird mit dem Kopfteil z. B. gegen eine Hauswand gelegt und am Fußteil gegen Wegrutschen gesichert.

Schwere Lasten sind mit dieser Hilfskonstruktion nicht zu heben, da die seitliche Zugkraft die Leiter umwerfen würde und die Belastung der Leiter nicht überschritten werden darf. Leichte Lasten wie Tauchpumpen, Geräte oder Werkzeuge können mit dieser einfach herzustellenden Hilfskonstruktion jedoch angehoben oder herabgelassen werden.

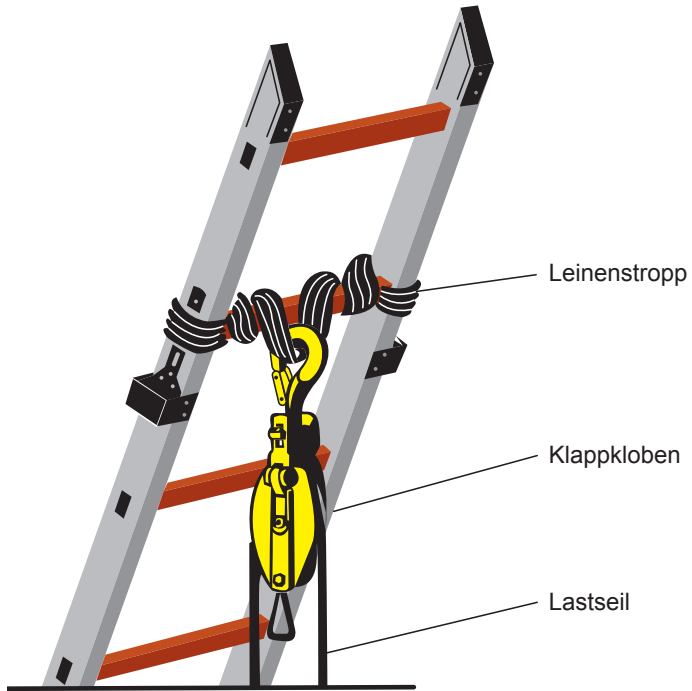


Abb. 15: Leiter mit Leinenstropp

Ausleger

Ausleger dienen zum Anheben oder Absenken von Lasten, z. B. an Hauswänden. Das Prinzip des Auslegers entspricht dem zweiseitigen und dem einseitigen Hebel. Sie können sowohl aus Rund- oder Kanthölzern als auch aus dem Einsatz-Gerüstsystem hergestellt werden.

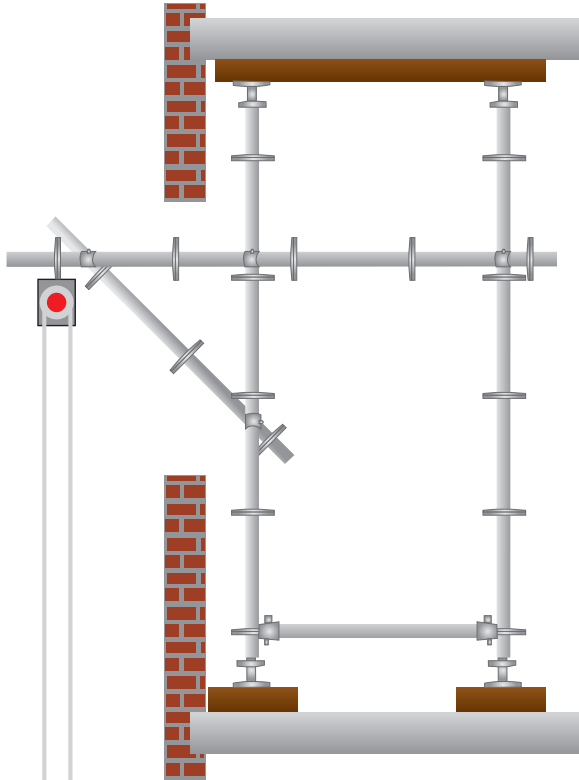


Abb. 16: Ausleger

Rollenbahn

Die Rollenbahn ist die älteste und einfachste Methode zum Bewegen von Lasten. Die Last wird auf Rundhölzern (oder Baumstämmen) gerollt. Durch das ununterbrochene Davorlegen der bereits überrollten Rundhölzer kann die Last mit relativ wenig Aufwand bewegt werden. Je schwieriger das Gelände ist (z. B. uneben oder matschig), desto größer sollte der Durchmesser der Rundhölzer sein.

Für schwere Lasten stehen in der Ausstattung des THW Schwerlastrollen aus geeignetem Material zur Verfügung.



Abb. 17: Rollenbahn

Das Holz, welches hierzu verwendet wird, sollte natürlich entsprechend tragfähig sein.



Abb. 18: Schwerlastrollen

7.2 Tragen und Bewegen von Lasten

Die einfachste Art, Lasten zu bewegen, ist das Anheben sowie das Tragen ohne Hilfsmittel. Hier kann es sich um den gewöhnlichen Kasten Mineralwasser handeln, aber auch um ein einsatztechnisches Gerät, das an die Einsatzstelle getragen oder zur Ausbildung benötigt wird. Auch der Transport einer verletzten Person auf einer Trage ist ein Bewegen von Lasten.

Beim Anheben und anschließendem Tragen von Lasten sind bestimmte Vorgehensweisen zum Schutz der eigenen Gesundheit zu beachten. Beim Bewegen von Lasten mit mehreren Einsatzkräften sind gezielte Kommandos unerlässlich. Natürlich ist es notwendig, dass alle am Transport Beteiligten die einheitlichen Kommandos kennen und verstehen.

7.2.1 Anheben und Ablegen von Lasten

Beim Anheben bzw. Ablegen der Lasten ist immer darauf zu achten, dass eine aufrechte Oberkörperhaltung vorhanden ist.

Das Anheben erfolgt vom Boden her durch die Beinmuskulatur, nicht durch die Muskeln der Wirbelsäule.

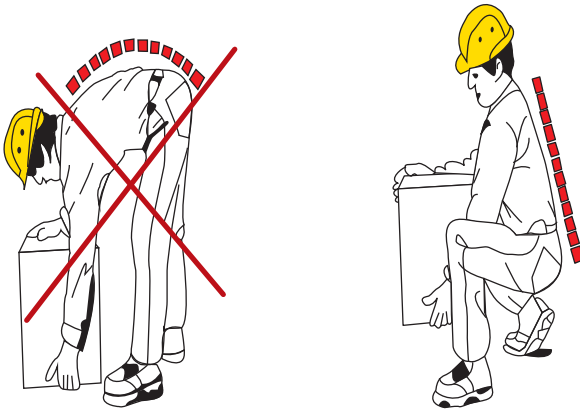


Abb. 19: Heben

Eine Last, die augenscheinlich größer ist als das eigene Körpergewicht, darf nie alleine gehoben werden. Sind Anhebepunkte vorhanden, müssen diese benutzt werden.

Beim Anheben einer Last gelten folgende Grundregeln:

(vgl. *Hetlinger Tabellen*, 2015)

- **Kleine Lasten** (< 5 kg für Männer und Frauen) nach Möglichkeit durch Vorneigen des Oberkörpers heben (nicht aus der Hocke),
- **Mittlere Lasten** (ca. 5 bis 15 kg für Männer, ca. 5 bis 10 kg für Frauen) mit wechselnder Technik heben,
- **Schwere Lasten** (> 15 kg für Männer, > 10 kg für Frauen) nach Möglichkeit aus der Hocke heben (Kniebeugung max. etwa 90°, Fersen bleiben nach Möglichkeit auf dem Boden),
- Bei dem anschließenden Tragen der Last sollte die Last möglichst nah am Körper getragen oder symmetrisch verteilt werden.



Hinweis

- Vergewissern, dass die anzuhebende Last die eigene Körperkraft nicht übersteigt,
- Günstige Anhebepunkte an der Last auswählen (z. B. vorhandene Griffe oder Griffmulden),
- Die Grundregeln der anzuwenden Hebetechnik sind zu beachten,
- Der MEA inkl. der Einsatzhandschuhe sind zu tragen.

Kommandos beim Tragen von Lasten

- „**Fasst an!**“ – Alle ergreifen die Last an den vorher definierten Punkten,
- „**Fertig?**“ – Frage der kommandoführenden Person an alle, ob diese zum Anheben bereit sind,
- „**Fertig!**“ – Antwort aller im Uhrzeigersinn umlaufend, wenn bereit zum Anheben,
- „**Hebt an!**“ – Alle heben gleichzeitig und gleichmäßig die Last an,
- „**Marsch!**“ – Alle gehen los (kein Gleichschritt),
- „**Halt!**“ – Alle halten an,
- „**Setzt ab!**“ – Alle setzen die Last gleichzeitig und gleichmäßig ab,
- „**Trägerwechsel!**“ – Austausch des Platzes im Uhrzeigersinn oder kompletter Austausch aller Träger.

Es empfiehlt sich, beim Tragen von Lasten mit mehreren Einsatzkräften auf eine gleichmäßige Körpergröße zu achten.

Das Aufnehmen, Tragen und Absetzen einer Last erfolgt auf Kommando. Die erforderlichen Kommandos erteilt die hinterste Einsatzkraft an der Last.

Das 4-Personen-Prinzip wird z. B. beim Tragen von Stromerzeugern, Leitern und Krankentragen angewandt. Hier gibt die Einsatzkraft hinten rechts die Kommandos.



Hinweis

- Die Anzahl der Einsatzkräfte ist dem Gewicht der zu tragenden Last anzupassen,
- Positionierung der Einsatzkräfte festlegen, ggf. Anhebepunkte festlegen (sofern nicht direkt ersichtlich),
- Kommandoführende Person hinterste Einsatzkraft bzw. hinten rechts beim 4-Personen-Prinzip,
- Last aus der Hocke heben.

7.2.2 Bewegen von Geräten mittels Hilfsmitteln

Als Hilfsmittel bezeichnet man Gerätschaften, die das Bewegen von Lasten erleichtern. Dazu zählen z. B. Seile, Tragegestelle, Transportkarren.



Abb. 20: Tragegestell



Abb. 21: Transportkarre

7.2.3 Brechstange

Die Brechstange ist das universellste Gerät bzw. Werkzeug zum Anheben und Bewegen von Lasten. Sie wird meist aus Vergütungsstahl im Gesenk geschmiedet und ist in den Längen 700 mm – 1500 mm erhältlich. Das Gewicht beträgt, je nach Länge ca. 4 kg bis 8 kg. Spitze, Klaue und Schneide sind gehärtet.

Die einfache Handhabung sowie die beinahe Unverwüstlichkeit machen die Brechstange meist zur ersten Wahl bei Einsätzen im Bereich der Bergung.



Abb. 22: Brechstange mit Klaue & Schneide

Neben der Verwendung als Druckkrafthebezeug kann die Brechstange auch wie folgt eingesetzt werden:

- Mit der Klaue herausziehen von großen Nägeln,
- Zum Eindringen in Trümmerstrukturen,
 - Schieben
 - Schlagen
 - Brechen
 - Aus- bzw. Weghebeln
- Durchstoßen von Materialien,
 - Gips
 - Glas/Sicherheitsglas
 - Spanplatten
- Transport von Lasten,
- Als Querriegel bzw. Festpunkt – Nicht zur Menschenrettung!

Das Arbeiten mit der Brechstange beruht auf dem Hebelgesetz, somit ist die aufgebrauchte Hebekraft abhängig von der Körperkraft der Person welche mit der Brechstange arbeitet.

Es kann versucht werden, die Last mit mehreren Brechstangen anzuheben. Dabei ist jedoch die ungleichmäßige Kraftverteilung zu beachten und die Last sollte sofort unterbaut werden.



Hinweis

- Vor dem Anheben ist die Last in Ihrer Lage gegen verschieben zu sichern z.B. durch verkeilen,
- Merke: Die Kraft die von der HelferIn oder des Helfers auf die Last wirkt, kann bei Lageänderung der Last, auch von der Last auf die HelferIn oder den Helfer wirken,
- Die Last bzw. das Trümmerteil ist fortwährend in seiner Lage zu sichern bzw. zu unterbauen,
- Brechstangen dürfen nicht durch Aufstecken von Rohren o. ä. verlängert werden, auch nicht, um eine Erhöhung der Druckkraft zu erzielen,
- Die Klaue oder Schneide sollte immer vollflächig unter die Last geschoben werden,
- Niemals mit den Händen oder anderen Körperteilen unter die Last gelangen.

7.2.4 Hebel Drehpunkte

Um effizient mit der Brechstange eine Last anzuheben ist es nötig, dass die Last über einen Drehpunkt bewegt wird. Erst so entsteht ein zweiseitiger Hebel bei dem das Hebelgesetz angewendet werden kann.

Der Drehpunkt sollte folgende Eigenschaften aufweisen:

- Aus bruch sicherem Material wie (Hart-) Holz, Metall z.B. Stahlträger, massiven Steinen (keine Hohlblocksteine, Backsteine o.ä.),
- Belastbar entsprechend der zu bewegenden Last,
- Ausreichend große Auflagefläche,
- Gut Stapelbar bei größeren Hubhöhen.

Wird z.B. ein Stahlträger als Drehpunkt verwendet sollte eine Unterlage aus Holz zwischen die Brechstange und den Drehpunkt geschoben werden. Um die Reibung und das unbeabsichtigte Abrutschen der Brechstange beim Anheben zu vermeiden.

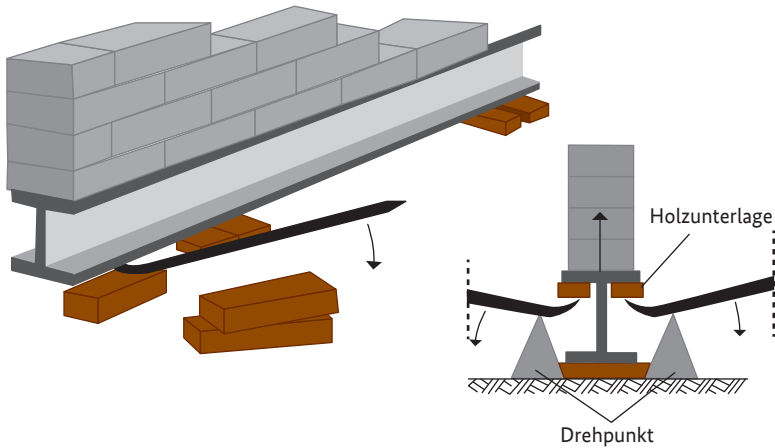


Abb. 23: Anheben mit 2 Brechstangen

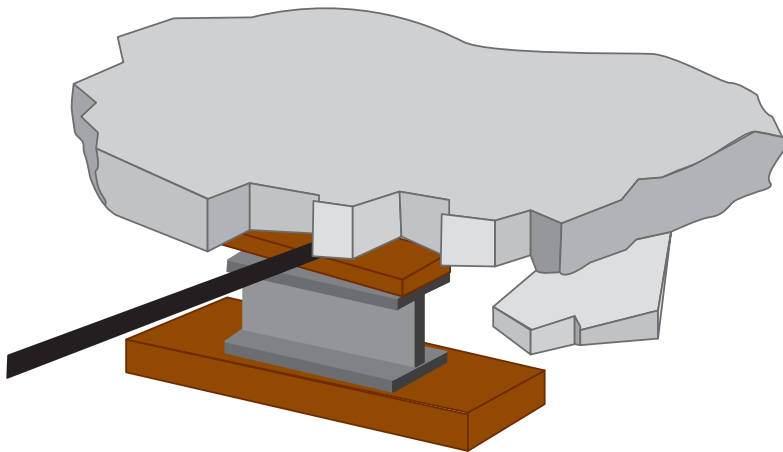


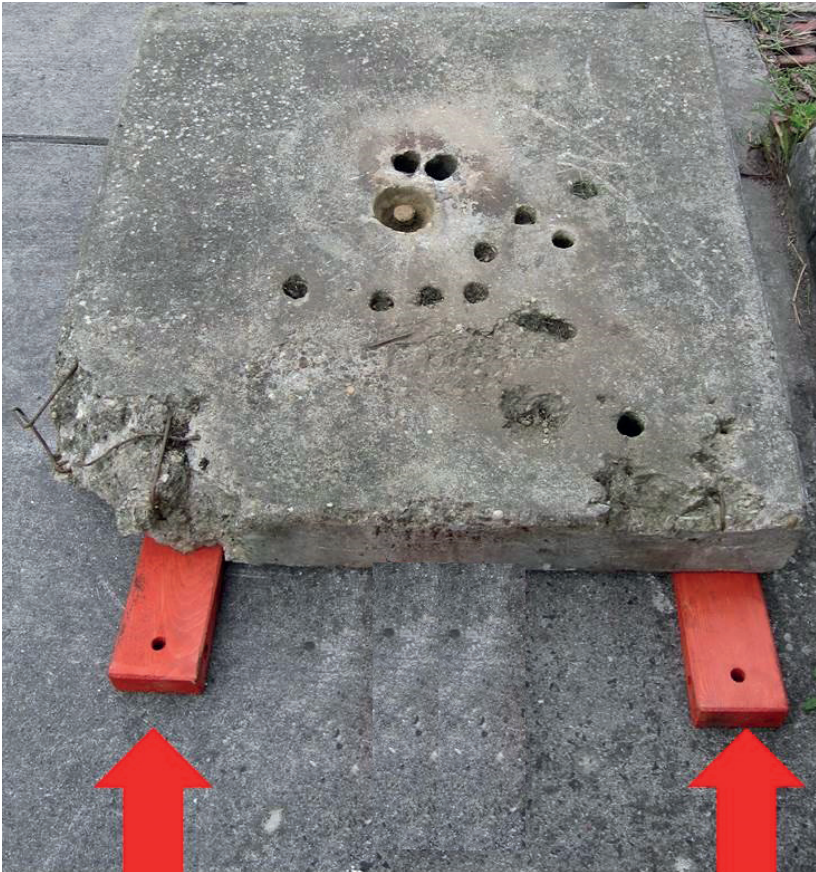
Abb. 24: Drehpunkt mit Auflagefläche



Abb. 25: Bewegen einer Betonröhre

7.2.5 Tiefliegende Lasten

Soll eine Last, welche bündig auf dem Boden aufliegt (z.B. eine Betonplatte auf einem Hallenboden), mit der Brechstange angehoben werden, so ist es nötig die Last soweit mit anderen Mitteln (z.B. durch das einschlagen von Keilen) anzuheben, dass die Klaue oder die Schneide vollflächig unter die Last geschoben werden kann.



Keile mit Vorschlaghammer eintreiben

Abb. 26: Anheben mit Keilen

Liegt die Last jedoch auf einem weichen Untergrund z.B. Waldboden oder einer Wiese auf. So kann mit dem Spaten oder einer Schaufel ein kleiner Bereich unter der Platte ausgehoben werden um eine Holzbohle o. ä. unter die Last zu schieben um auf dieser die Klaue oder Schneide der Brechstange sicher zu positionieren.

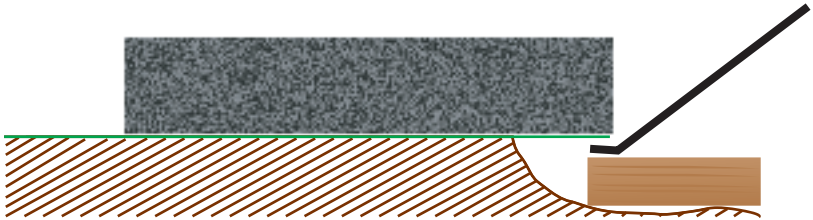


Abb. 27: Anheben auf weichem Untergrund

7.3 Zuggerät

Das Zuggerät ist ein handbetriebenes, tragbares Zugkraft-Hebezeug, mit dem unterschiedliche Aufgaben im Bereich des Bewegens von Lasten realisiert werden können. Es wird im THW auch häufig als Mehrzweckzug oder Greifzug bezeichnet. Mit dem abgebildeten Modell Typ TU16 können im direkten Zug bis zu 16 kN Zugkraft durch eine Person aufgebracht werden. Des Weiteren enthält die Geräteausrüstung des THW eine Variante mit 32 kN Zugkraft.



Abb. 28: Zuggerät

Im THW gibt es noch weitere Ausführungen des Zuggeräts, die unterschiedliche Anschlagpunkte und Belastbarkeiten haben. Statt eines Lasthakens wird bei einigen Ausführungen eine Bolzenaufnahme verwendet.

Neben seiner Verwendung zum Ziehen und Heben von Lasten kann das Zuggerät in folgenden Bereichen eingesetzt werden:

- Waldarbeit – Fällen und Sichern von Bäumen,
- Abrissarbeiten – Niederlegen von Bauwerken bzw. Bauwerksteilen,
- Bergungsmaßnahmen – Bergen von Fahrzeugen, Anhängern u. Ä.,
- Transport – Seilbahn zum Transport von Sachgütern aus einer Schadensstelle oder in eine Schadensstelle,
- Stegebau – Herstellen von Seilstegen, Abspannen von Stegen oder als Tragseil,
- Brückenbau – Abspannen oder Bewegen schwerer Brückenbauteile.

Durch sein umfangreiches Zubehör sowie sein relativ geringes Gewicht ist das Zuggerät sehr flexibel in den vorher genannten Bereichen sowie in schwierigem Gelände einsetzbar.

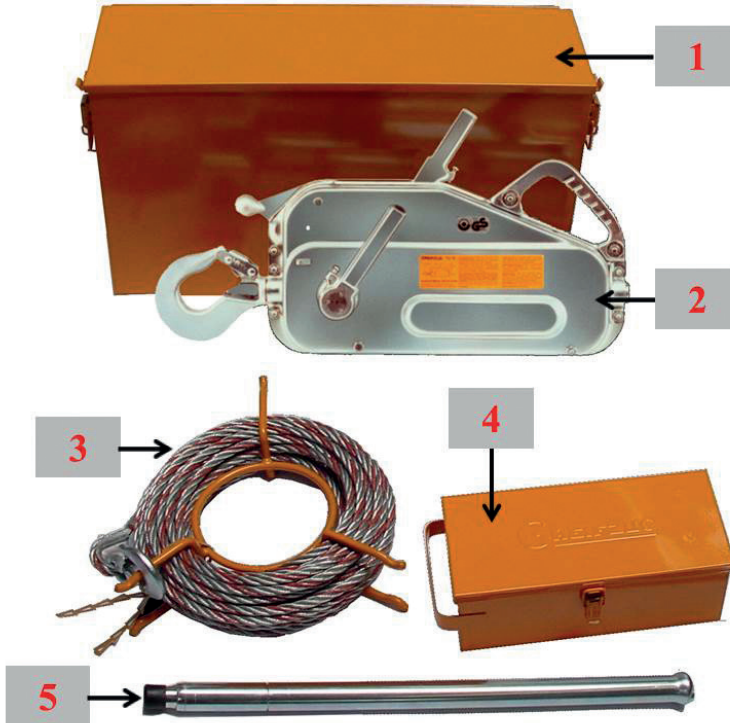
Normalerweise sind ein bis zwei Einsatzkräfte ausreichend, um das Gerät einsatzbereit zu machen.

Die Zugkraft wird über das Teleskop-Hebelrohr auf den Hebelmechanismus im Gerät übertragen, dort vervielfacht und auf das Zugseil aufgebracht.

Das Zuggerät arbeitet nach dem Seilzug-Prinzip. Das Seil wird nicht wie beim Flaschenzug oder der Seilwinde auf einer Trommel aufgewickelt. Es wird geradlinig durch Klemmbacken bewegt, um es zu ziehen oder beim Ablassen zu begleiten. Der Mechanismus ist selbsthemmend.

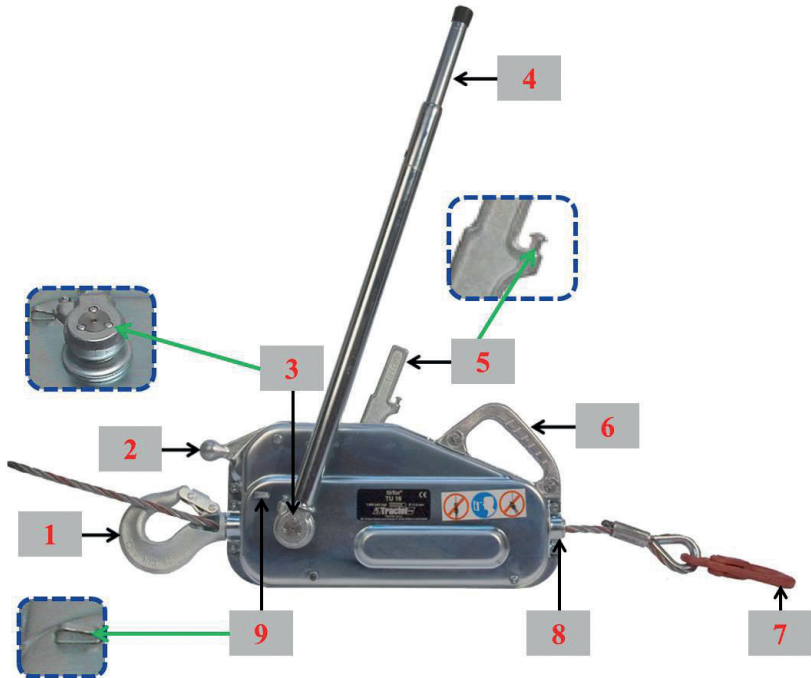
7.3.1 Komponenten und Bauteile

Die technischen Daten und die entsprechende Gefährdungsbeurteilung sind der jeweiligen Betriebsanleitung zu entnehmen.



- | | |
|-----------------------|-----------------------|
| 1. Transportkiste | 4. Zubehörkiste |
| 2. Mehrzweckzug TU16 | 5. Teleskop-Hebelrohr |
| 3. Draht-Zugseil 20 m | |

Abb. 29: Zugerät Typ A



- | | | |
|--|--|---|
| 1. Zughaken mit Falle (Festpunkt) | 4. Teleskop-Hebelrohr | 7. Mehrweckzugseil (Last) |
| 2. Schaltgriff | 5. Rückzughebel mit Sicherung für Teleskop-Hebelrohr | 8. Mundstück |
| 3. Vorschubhebel mit Scherstiften & Sicherung für Teleskop-Hebelrohr | 6. Tragegriff | 9. Drucktaste zur Bedienung des Schaltgriffes |

Abb. 30: Zuggerät Typ B

Scherstifte

Die Scherstifte, welche im Vorschubhebel des Zuggerätes eingebaut sind, schützen diesen vor Überbelastung. Bei einer Überbelastung scheren diese Stifte ab.

Nun kann die Last nur noch abgelassen werden. Die Scherstifte dürfen nur durch für das jeweilige Gerät zugelassene Scherstifte ersetzt werden.

Dazu wird der Abzieher unterhalb des Vorschubhebels angesetzt. Mit Hilfe eines Maul-/Ringschlüssels wird dann der Vorschubhebel abgezogen.

Der Scherstift hat sich beim Abscheren halbiert, die Einzelteile sind mit einem Austreiber zu entfernen. Anschließend wird der Vorschubhebel aufgesetzt und mit leichten Schlägen (Gummihammer) montiert. Hierbei ist zu beachten, dass die Öffnungen für die Scherstifte übereinander liegen. Die neuen Scherstifte werden vorsichtig mit einem Gummihammer eingetrieben. Dies sollte leichtgängig funktionieren. Es darf sich kein Grad bilden, da sonst der Scherstift direkt beschädigt und in seiner Funktion beeinträchtigt ist.

Sollte es zu einem Abscheren der Stifte gekommen sein, muss der Aufbau des Zuggerätes beim nächsten Zugversuch entsprechend verändert werden.

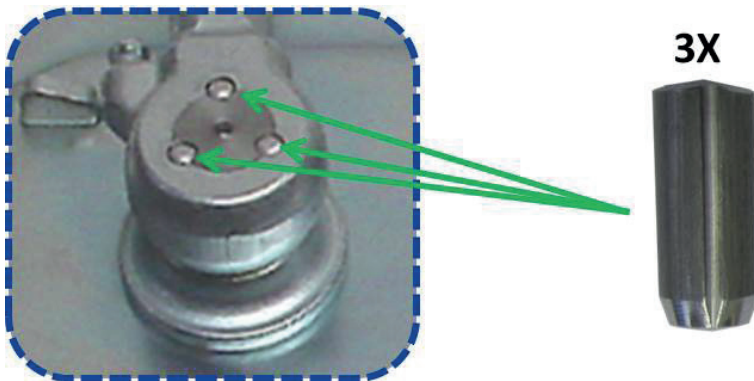


Abb. 31: Scherstifte

Das Werkzeug zum Wechseln der Scherstifte befindet sich in der Zubehörkiste.

Drahtzugseil

Zum Bewegen einer Last muss diese an das Drahtzugseil angeschlagen werden. Hierzu ist ein Ende des Zugseiles mit einem Anschlaghaken inkl. Falle ausgestattet. Das andere Ende ist verschweißt sowie konisch und rundlich geschliffen, um ein besseres Einführen in das



Abb. 32: Drahtzugseil 20 m

Mundstück des Zuggerätes zu ermöglichen. Zur Standardausrüstung gehört ein 20 m langes Drahtseil, welches auf einer Hand-Haspel aufgewickelt ist.

Zusätzlich sind in der Geräteausstattung noch Drahtzugseile mit einer Länge von meist 50 m vorhanden. Diese Seile sind auf einer tragbaren Drahtseiltrommel (Haspel) mit Gestell aufgewickelt.

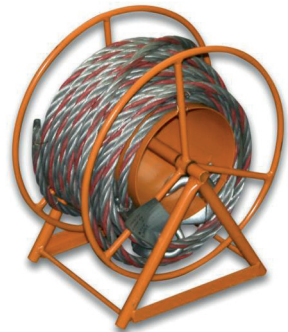


Abb. 33: Drahtzugseil 50 m

Kantenreiter

Muss das Drahtzugseil über eine Kante geführt werden, darf dies nur unter Verwendung eines Kantenreiters erfolgen, da das Stahlseil sonst beschädigt werden könnte. Der Kantenreiter besteht aus drei drehbaren Stahlrollen. Das Drahtseil wird über die Rollen geführt, nicht hindurch.



Abb. 34: Kantenreiter

Kloben/(Umlenk-)Rolle

Um eine Erhöhung der Zugkraft oder eine Zugrichtungsänderung zu erreichen, können Rollen – auch Kloben oder Umlenkrolle genannt – eingesetzt werden. Diese sind in verschiedenen Ausführungen erhältlich. Die abgebildete Variante kann zum Einlegen des Seiles geöffnet werden. Aus diesem Grund wird diese Variante auch Klappkloben genannt.

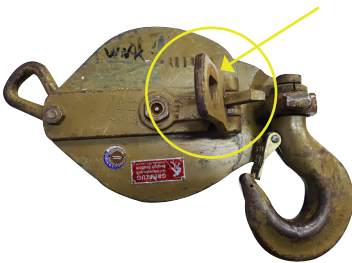


Abb. 35: Klappkloben (geöffnet)



Abb. 36: Klappkloben (geschlossen)

7.3.2 Anwendung

Montagemöglichkeiten

Es gibt die Montagemöglichkeit im direkten Zug. Dabei wird das Zugerät an einem Festpunkt angeschlagen. Der Festpunkt muss im direkten Zug

mindestens die maximale Zugkraft des verwendeten Gerätes aufnehmen können. Die Last wird mittels Seilhaken angeschlagen.

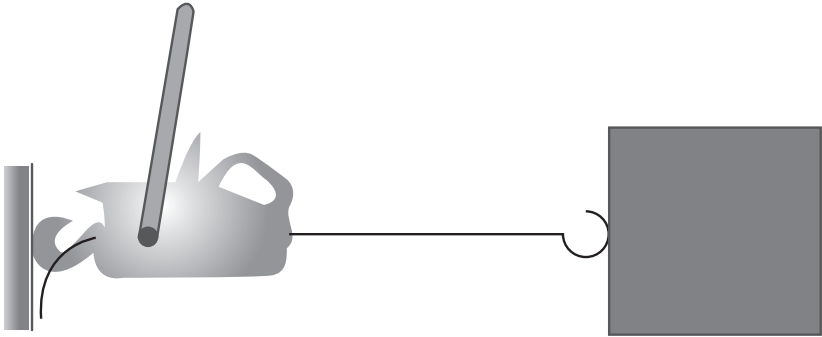


Abb. 37: Zuggerät im direkten Zug (ziehen)

Der indirekte Zug erfolgt mittels Umlenkung. Dabei wird das Zuggerät wie vor einem Festpunkt angeschlagen. Die Umlenkrolle wird an einem separaten Festpunkt angeschlagen, welcher von der Tragfähigkeit her der doppelten Last entsprechen muss.

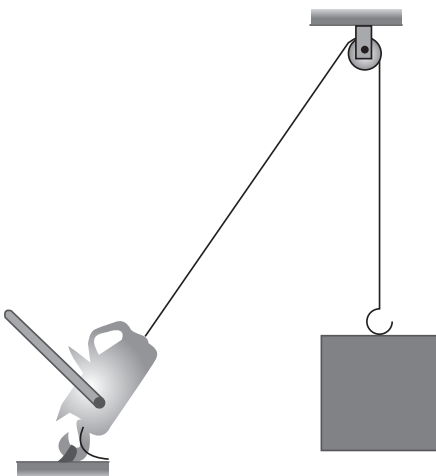


Abb. 38: Zuggerät im indirekten Zug mit Umlenkung

Beim Heben einer Last im direkten Zug ist das Zuggerät an einem Festpunkt (z. B. an einem Dreibock) hängend befestigt. Die Last wird mittels Seilhaken angeschlagen. Der Festpunkt muss im direkten Zug mindestens die maximale Zugkraft des verwendeten Gerätes aufnehmen können.

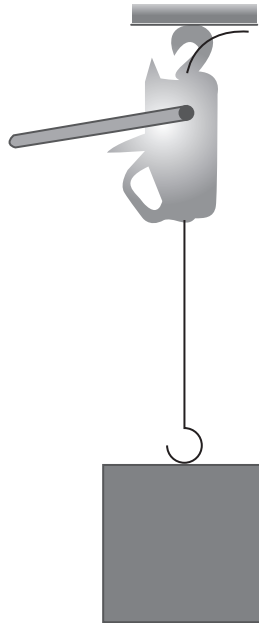


Abb. 39: Zuggerät im direkten Zug (heben)

Eine weitere Montagemöglichkeit ist, dass das Zuggerät an der Last angeschlagen wird. Der Seilhaken wird bei dieser Variante am Festpunkt angeschlagen. Der Festpunkt muss im direkten Zug mindestens die maximale Zugkraft des verwendeten Gerätes aufnehmen können.

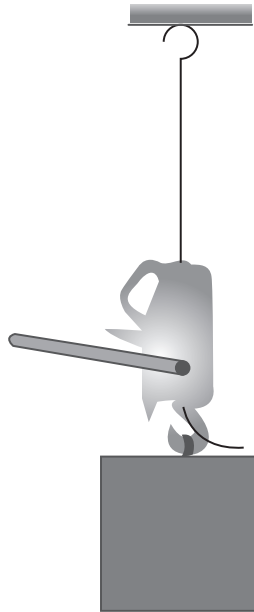


Abb. 40: Zuggerät an der Last angeschlagen

Sicherheitsabstand

Für Unbeteiligte gilt die 1,5-fache Seillänge als Sicherheitsabstand, da Verletzungsgefahr besteht, falls das Seil reißt.

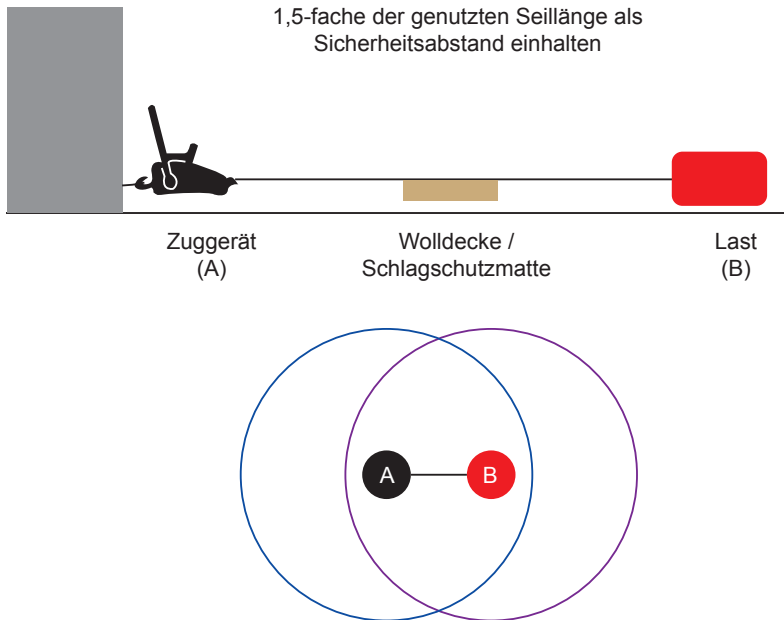


Abb. 41: Sicherheitsabstand

Sichtprüfung des Seils

Das Seil muss vor und nach der Benutzung geprüft werden, um Anzeichen möglicher Beschädigung festzustellen (Verformung, Drahtbruch). Bei sichtbarer Beschädigung des Seils ist dieses außer Betrieb zu nehmen und von einem Sachkundigen prüfen zu lassen.

Inbetriebnahme

Zur Inbetriebnahme muss das Drahtzugseil durch das Mundstück eingeführt werden. Damit das Drahtzugseil durch das Gerät durchgleitet,

müssen die Klemmbacken geöffnet sein. Dies passiert über das Betätigen der Drucktaste und das gleichzeitige Ziehen des Schaltgriffs nach unten **Pos. 1**. Anschließend wird der Schaltgriff wieder nachgezogen **Pos. 2**. Die Klemmbacken sind geschlossen. Das Teleskop-Hebelrohr wird auf den Vorschubhebel gesteckt und gesichert. Das Drahtzugseil wird nun mit Pumpbewegungen gespannt.

Außerbetriebnahme

Das Teleskop-Hebelrohr wird auf den Rückzughebel gesteckt und gesichert. Mit Pumpbewegungen wird das Drahtzugseil entspannt. Damit das Drahtzugseil durch das Gerät ausfädelt, müssen die Klemmbacken wieder geöffnet sein. Dies passiert, wie bei der Inbetriebnahme beschrieben, über das Betätigen der Drucktaste und das gleichzeitige Ziehen des Schaltgriffs nach unten (**Pos. 1**). Anschließend wird der Schaltgriff wieder nachgezogen (**Pos. 2**). Die Klemmbacken sind geschlossen.

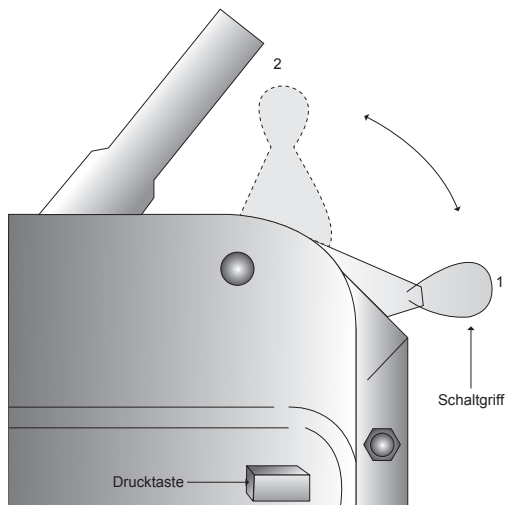


Abb. 42: Ein- und Ausscheren

7.3.3 Wartung und Pflege

Zuggerät

Das Zuggerät ist während der Nutzung stets einer sehr hohen Belastung ausgesetzt. Aus diesem Grund ist es neben der jährlichen Prüfung durch die Befähigte Person – Logistik vor jeder Inbetriebnahme auf äußerliche Beschädigungen und Verunreinigungen zu prüfen. Wird ein Mangel festgestellt, ist das Gerät außer Betrieb zu nehmen. Bei Arbeiten im Gelände sind, soweit erforderlich, Bohlen- oder Brettstücke zum Schutz des Zuggerätes unterzulegen. Das Gerät ist nach den Pflegehinweisen des Herstellers zu pflegen.

Drahtzugseil

Das Drahtzugseil ist während der Nutzung auch einer sehr hohen Belastung ausgesetzt. Neben der jährlichen Wiederholungsprüfung durch einen Sachkundigen ist das Drahtzugseil immer vor der Arbeitsaufnahme auf Beschädigungen, Abnutzungen u. Ä. zu prüfen.

Durch einen Kennfaden sind die Zugseile dem Zuggerät zuzuordnen. Der Kennfaden wird vom Hersteller eingebracht und kennzeichnet die Konformität der Bauteile.

7.3.4 Unfallverhütungsvorschriften



Hinweis

- Immer nach der Bedienungsanleitung des Herstellers verfahren,
- Bei Arbeiten mit Drahtzugseilen sind die vorgeschriebenen Einsatzhandschuhe zu tragen,
- Ein Verlängern des Hebelrohrs ist verboten,
- Auf freies Spiel des Vorschub- und Rückzughebels achten,
- Der Freischalthebel darf nicht unter Last betätigt werden, da sonst die Backen des Zuggerätes das Seil nicht mehr halten,
- Seilhaken nach dem Anschlagen der Last mittels Drahtbund sichern, sofern keine serienmäßige Hakensicherung vorhanden ist,
- Zugseil nicht knoten oder anderweitig mechanisch bearbeiten, um Beschädigungen des Seils zu vermeiden,
- Nur Original-Drahtseile des Herstellers verwenden,
- Drahtseil vorsichtig von der Haspel abwickeln – nicht abziehen,
- Ein Umerschlagen des Seilendes kurz vor dem vollständigen Abwickeln ist möglich, da das Ende lose ist,
- Nicht ruckartig anziehen – Kraft langsam und gleichmäßig aufbringen,
- Keine Scherstifte aus Stahl oder einem anderen nicht zugelassenen Material verwenden,
- Drahtseile dürfen nicht verlängert werden,
- An Überhängen den Kantenreiter gegen Herabfallen sichern,
- Nie unter Last ausscheren,
- Drahtseile nach Gebrauch reinigen, ggf. trocknen und leicht einölen,
- Das Zuggerät nur eingesichert verlasten.

7.4 Kettenzug

Der Kettenzug ist ein handbetriebenes, tragbares Zugkraft-Hebezeug, mit dem unterschiedliche Aufgaben im Bereich des Bewegens von Lasten realisiert werden können. Mit dem abgebildeten Modell können im direkten Zug bis zu 30 kN Zugkraft durch eine Person aufgebracht werden. Die Geräteausstattung des THW enthält zwei Geräte.

Neben seiner Verwendung zum Ziehen und Heben von Lasten kann der Kettenzug auch zum Zurren von Geräten benutzt werden. Normalerweise ist eine Einsatzkraft ausreichend, um das Gerät einsatzbereit zu machen.



Abb. 43: Kettenzug

7.4.1 Komponenten und Bauteile

Die technischen Daten und die entsprechende Gefährdungsbeurteilung sind der jeweiligen Betriebsanleitung zu entnehmen.

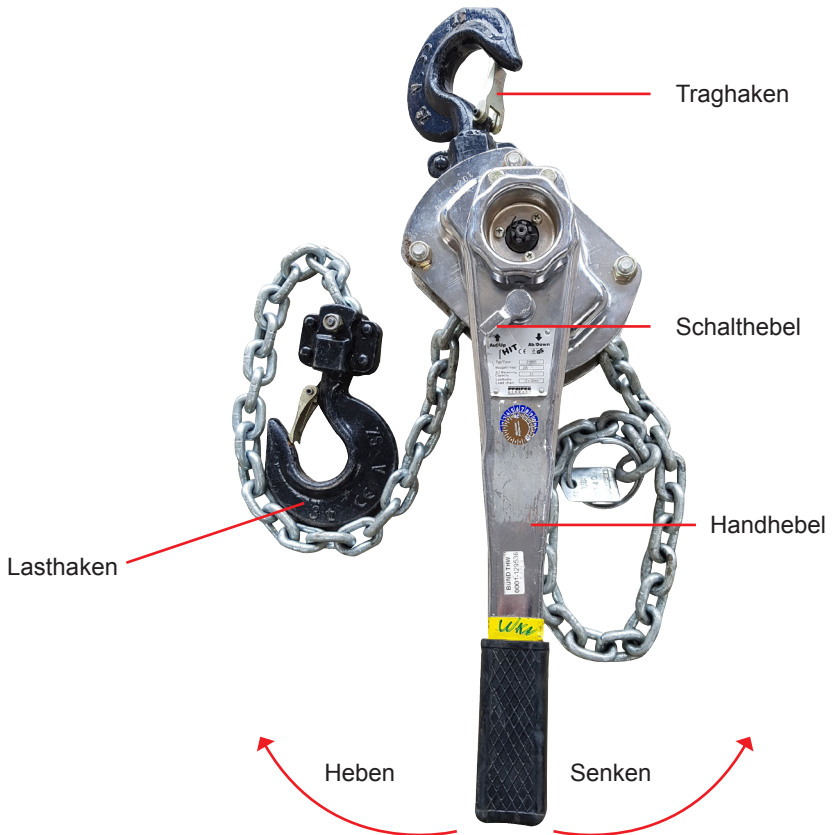


Abb. 44: Kettenzug beschriftet

Schalthebel

Der Schalthebel dient zur Einstellung, ob die Last angehoben oder abgelaassen wird. Dazu muss der Hebel in die entsprechende Position gestellt werden.

Kettenfreischaltung

Die Kettenfreischaltung dient zur einfachen Einstellung des Lastkettenstrangs. Dieser kann dann in beide Richtungen bewegt werden. Dadurch kann der Strang auch schnell auf Vorspannung gebracht werden. Dazu muss der Schalthebel auf „0“ bzw. „N“ stehen.

Handrad

Mit dem Handrad wird die Kette so fest gespannt, dass kein Freigang mehr besteht. Beim Drehen des Handrades im Uhrzeigersinn muss sich der Lasthaken in Richtung des Gehäuses, also zum Gerät hin bewegen. Die Kette muss sauber in das Gerät einlaufen können.

Handhebel

Mit dem Handhebel wird mittels Pumpbewegungen die Last angehoben oder gesenkt, abhängig von der Schalthebelstellung.

7.4.2 Anwendung

Das Gerät ist vor jeder Benutzung einer Sichtprüfung zu unterziehen.

Anschlagen

Der Kettenzug wird mit dem Traghaken an einem Festpunkt angeschlagen. Danach wird der Schalthebel auf „0“ bzw. „N“ gestellt. Die Bremse wird gelöst und die Kette auf die benötigte Länge gezogen, so dass der Lasthaken an der Last angeschlagen werden kann.

Heben

Der Schalthebel wird auf „Auf“ bzw. „up“ gestellt. Das Handrad wird im Uhrzeigersinn gedreht, um die Kette vorzuspannen. Durch Pump-

bewegungen mit dem Handhebel wird die Last allmählich angehoben. Verbleibt der Kettenzug unter Last, ohne dass gearbeitet wird, muss der Schalthebel in der Stellung „Auf“ bzw. „up“ verbleiben.

Wenn vorher die Kette nicht gespannt worden ist, kann es passieren, dass das Getriebe durch den Handhebel nicht bewegt und die Last nicht angehoben wird.

Senken

Zum Senken wird der Schalthebel auf „Ab“ bzw. „down“ gestellt und anschließend wird mit Pumpbewegungen des Handhebels die Last vorsichtig abgelassen.

Verspannung der Bremse

Wird ein unter Belastung stehender Kettenzug plötzlich entlastet, ohne dass vorher die Senkarbeit eingeleitet wurde, bleibt die Bremse geschlossen. Dies kann auch passieren, wenn der Lasthaken zu fest gegen das Gehäuse gezogen wird.

Lösen der Bremse

Um die Bremse zu lösen, ist der Schalthebel auf „Ab“ bzw. „down“ zu stellen und der Handhebel ruckartig durchzudrücken. Falls die Belastung sehr hoch ist, kann die Bremse mit einer schlagartigen Belastung auf den Handhebel gelöst werden.

7.4.3 **Wartung und Pflege**

Der Kettenzug ist während der Nutzung einer sehr hohen Belastung ausgesetzt. Neben der jährlichen Wiederholungsprüfung durch eine sachkundige Person ist der Kettenzug immer vor der Arbeitsaufnahme auf

Mängel zu prüfen. Tritt ein Fehler auf, so ist der Kettenzug außer Betrieb zu nehmen und durch eine sachkundige Person zu prüfen und ggf. zu reparieren.

Überprüfung der Lastkette

Vor und nach der Benutzung ist diese auf äußere Fehler, Verformungen, Anrisse, Verschleiß und Korrosionsnarben zu prüfen. Die Lastkette muss eine ausreichende Schmierung aufweisen.

Überprüfung der Trag- und Lasthaken

Die Trag- und Lasthaken sind auf Verformungen, Beschädigungen, Risse, Abnutzung zu prüfen. Die Hakensicherungen müssen vorhanden und funktionsfähig sein.

7.4.4 Unfallverhütungsvorschriften



Hinweis

- **Das Gerät ist nicht für den Transport von Personen zugelassen,**
- **Ein Verlängern des Handhebels ist verboten,**
- **Die Lastkette darf nicht als Anschlagkette benutzt werden,**
- **Die Lastkette nicht knoten oder mit Bolzen, Schrauben o. Ä. verbinden,**
- **Die Lastkette darf nicht verlängert werden,**
- **Beschädigte Kettenzüge dürfen nicht eingesetzt werden,**
- **Die Einsatzhandschuhe sind zu tragen.**

7.5 Hebekissen

Die pneumatischen Hebekissen kommen beim Bewegen von Lasten, insbesondere beim Anheben, zum Einsatz. Sie lassen sich mittels Luftquelle und dem Druckmindererventil über das Doppelsteuerorgan betreiben. Im THW werden verschiedene Varianten mit 8 bar und 12 bar verwendet. Als Luftquelle können Druckluftflaschen (Kennzeichnung grün) oder der Druckluftanschluss der Bremsanlage (Kennzeichnung rot) des LKW genutzt werden. In Ausnahmefällen können auch die Atemschutzflaschen (Kennzeichnung gelb) verwendet werden.

7.5.1 Komponenten und Bauteile



- | | | |
|----------------------------------|---|-----------------------------------|
| 1. 2 Hebekissen 20 t | 5. Steuerorgan mit Druckmessgerät und Sicherheitsventil | 7. Reifenfüllanschluss |
| 2. 2 Hebekissen 40 t | | 8. Adapteranschluss Baukompressor |
| 3. 2 Druckluftflaschen (300 bar) | | |
| 4. Druckmindererventil | 6. Schlauchleitungen | |

Abb. 45: Hebekissensatz Fa. Vetter 8 bar

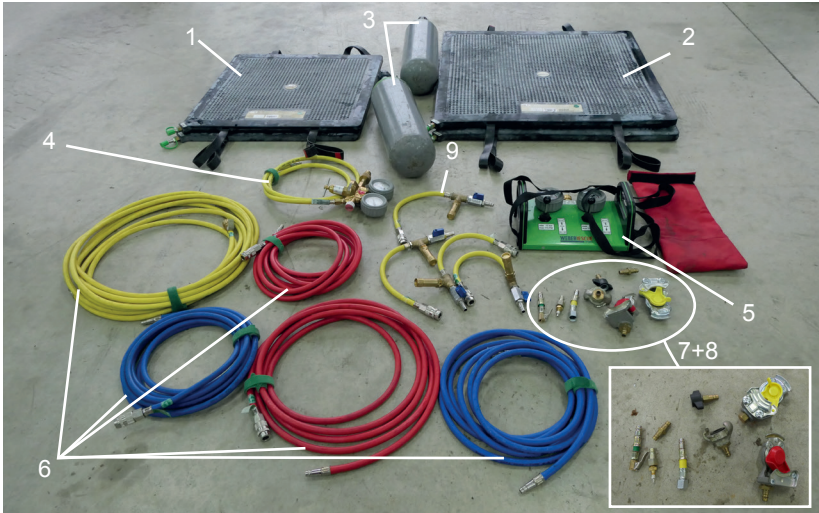
Technische Daten Hebekissen

Hebekissen 20 t (V20)	
Einschubhöhe	25 mm
Hubkraft max.	19,4 t
Hubhöhe max.	280 mm
Luftbedarf bei Betriebsdruck	224,1 Liter
Größe	480 mm x 580 mm
Gewicht	6,2 kg

Tab. 2: Technische Daten Hebekissen Vetter V20

Hebekissen 40 t (V40)	
Einschubhöhe	25 mm
Hubkraft max.	39,6 t
Hubhöhe max.	402 mm
Luftbedarf bei Betriebsdruck	675 Liter
Größe	780 mm x 690 mm
Gewicht	12,2 kg

Tab. 3: Technische Daten Hebekissen Vetter V40



- | | | |
|----------------------------------|---|------------------------|
| 1. 2 Hebekissen 38 t | 5. Steuerorgan mit Druckmessgerät und Sicherheitsventil | 7. Reifenfüllanschluss |
| 2. 2 Hebekissen 67 t | | 8. Adapteranschluss |
| 3. 2 Druckluftflaschen (300 bar) | | Baukompressor |
| 4. Druckmindererventil | 6. Schlauchleitungen | 9. Absperrventile |

Abb. 46: Hebekissensatz Fa. Weber Rescue 12 bar

Technische Daten Hebekissen

Hebekissen 38 t (38-12)	
Einschubhöhe	25 mm
Hubkraft max.	37,8 t
Hubhöhe max.	340 mm
Luftbedarf bei Betriebsdruck	600 Liter
Größe	ca. 500 mm x 600 mm
Gewicht	11 kg

Tab. 4: Technische Daten Hebekissen Weber 38-12

Hebekissen 67 t (67-12)	
Einschubhöhe	25 mm
Hubkraft max.	66,9 t
Hubhöhe max.	420 mm
Luftbedarf bei Betriebsdruck	1330 Liter
Größe	ca. 800 mm x 700 mm
Gewicht	18,2 kg

Tab. 5: Technische Daten Hebekissen Weber 67-12

Die Hubkraft der Hebekissen wird in Tonnen (t) angegeben und muss deutlich auf den Hebekissen erkennbar sein. Sie kommt dadurch zustande, dass der Luftdruck auf die Auflagefläche einwirkt.

Mit folgender Formel kann man dieses berechnen:

$$\text{Kraft [F]} = \text{Druck [P]} \times \text{Fläche [A]}$$

Druck = Innendruck des Hebekissens in bar

Fläche = Wirksam anliegende Fläche des Hebekissens in mm^2

Kraft = Hubkraft des Hebekissens in Newton

7.5.2 Anwendung

Je kleiner die anliegende Fläche zwischen Hebekissen und der zu bewegenden Last ist, desto geringer ist die Hubkraft des Hebekissens. Deshalb sind Hebekissen möglichst mit ihrer ganzen Fläche in Richtung der Last zu platzieren. Mindestens müssen aber 66 % (2/3) Weber; 75 % (3/4) Vetter der Kissenfläche an der Last anliegen. Ist der Winkel zwischen der Last und dem Untergrund größer als 30° , so ist zunächst ein paralleler Unterbau zur Lastfläche zu schaffen.

Die Hebekissen sind mit mindestens zwei Ösen versehen, an denen Arbeitsleinen befestigt werden, um sie an die Last ziehen oder zwischen Lasten herablassen zu können. Die Last muss gegen unkontrolliertes Verutschen gesichert sein.

Hebekissen sind vor scharfen Kanten und spitzen Gegenständen zu schützen, die Beschädigungen verursachen können (Gefahr der punk-

tuellen Belastung). Dazu eignen sich beispielsweise Gummimatten, Bretter oder Bohlen.

Hebekissen sind bei möglicher Hitzeeinwirkung entsprechend zu schützen oder durch andere Gerätschaften zu ersetzen.

Um die wirksame Auflagefläche zu vergrößern und damit die Standsicherheit zu verbessern, werden zwei Hebekissen gleicher Größe und Bauart nebeneinander verwendet.

Es können auch zwei Hebekissen übereinander eingesetzt werden, um die Hubhöhe zu erhöhen. Diese können unterschiedlich groß sein. Dabei wird das kleinere Hebekissen auf das große Hebekissen gelegt. Das unten liegende wird immer zuerst befüllt. Die maximale Hubkraft hängt vom kleineren Hebekissen ab.



Abb. 47: Zwei Hebekissen übereinander

7.5.3 Wartung und Pflege

Das Hebekissen ist während der Nutzung stets einer sehr hohen Belastung ausgesetzt. Aus diesem Grund ist es neben der jährlichen Prüfung, durch die Befähigte Person – Logistik, vor jeder Inbetriebnahme auf äußerliche Beschädigungen und Verunreinigungen zu prüfen. Wird ein Mangel festgestellt, so ist dieses Gerät außer Betrieb zu nehmen. Sind Verunreinigungen/Anhaftungen vorhanden, sind diese ohne Nutzung von scharfen Gegenständen und Chemikalien zu entfernen.

7.5.4 Unfallverhütungsvorschriften



Hinweis

- Es darf nur unbeschädigtes und geprüftes Material eingesetzt werden,
- Die Last ist gegen Verrutschen zu sichern,
- Nie unter die angehobene, aber noch nicht gesicherte Last greifen,
- Beim seitlichen Hebevorgang nicht vor den Kissen, sondern stets seitlich zu ihnen stehen, da die Kissen unter ungünstigen Bedingungen herausgeschleudert werden,
- Es dürfen max. zwei Hebekissen übereinander eingesetzt werden,
- Die ruhende Last wird durch Unterbauen gesichert,
- Beim Unterbauen nie Metall auf Metall legen (Rutschgefahr),
- Bei rutschigem Untergrund ist die Fläche unter dem Kissen mit geeigneten Mitteln abzustumpfen,
- Einquetschen der Hebekissen beim Ablassen der Last vermeiden,
- Vor und nach jedem Einsatz sind die Geräte und das Zubehör auf ordnungsgemäßen Zustand zu überprüfen,
- Nur für die Größe und Last geeignete Hebekissen verwenden,
- Nicht an spitzen, scharfkantigen Körpern oder heißen Flächen einsetzen,
- Neben der PSA ist auch ein Helm inkl. Gesichtsschutz-Visier zu tragen.

7.6 Hebe-/Pressgerät

Das Hebe-/Pressgerät (auch Hydropresse genannt) ist ein transportables Hydrauliksystem, mit dem sehr hohe Kräfte aufgebracht werden können.

Das System ist in sich geschlossen und verfügt gegenüber anderen hydraulischen Systemen über keinen separaten Rücklauf. Somit kann die Kraft nur in eine Richtung aufgebracht werden, d. h., es handelt sich bei diesem System um ein einfach wirkendes Hydrauliksystem.

Die Rückstellung der Zylinder erfolgt durch kontrolliertes Ablassen des Hydrauliköls in den Vorratsbehälter (je nach Hersteller auch durch eine Rückholfeder, welche im Hydraulikzylinder eingebaut ist).

Verwendet wird das Hebe-/Pressgerät in der Regel, um schwere Lasten

- anzuheben,
- zu verschieben,
- auseinanderzudrücken,
- zusammenzudrücken,
- zu sichern oder
- mit den Spreizkeilen zu spreizen oder formschlüssig (z. B. in Ecken) zu sichern.

Praktische Anwendungen könnten sein:

- Arbeiten an Trümmerteilen bei Gebäudeschäden,
- Arbeiten an Fahrzeugen oder Ladung bei Verkehrsunfällen,
- Aufgleisen von Zügen, Waggons u. Ä.,
- Sichern von Sachwerten (z. B. in Hochwasserlagen).

Das Prinzip der Hydraulik ist dabei recht einfach zu erklären.

Mit der Handpumpe wird ein Druck bis max. 700 bar erzeugt, der das Hydrauliköl über die Höchstdruckschläuche an die Hydraulikzylinder leitet.

Hier trifft der Druck auf die Kolbenfläche des Zylinders. Auf diese Kolbenfläche übt der Druck nun eine Kraft aus, welche den Zylinder ausfahren lässt. Je höher der Druck (oder je größer die Kolbenfläche), umso größer ist die dabei entstehende Kraft.

Kraft [F] = Druck [P] x Fläche [A]



Hinweis

- **Alle originalen Bauteile des Hebe-/Pressgerätes sind für die sehr hohen Drücke ausgelegt,**
- **Es dürfen nur vom Hersteller freigegebene Systembauteile verwendet werden,**
- **Unterschiedliche Systeme eines Herstellers dürfen nicht miteinander kombiniert werden.**

Vorteile des Hebe-/Pressgerätes

- sehr hohe Kräfte möglich,
- gut transportabel,
- vielfältige Einsatzmöglichkeiten,
- Kräfte gut dosierbar, dadurch gezieltes, ruhiges Arbeiten möglich,
- kein Lärm oder Abgas durch Aggregate,
- kompakte Bauform,
- Sicherheitseinrichtung „Schnellstopp“ bei direktem Druckabfall (z. B. durch Bersten der Höchstdruckschläuche).

Nachteile des Hebe-/Pressgerätes

- relativ zeitaufwändiger Aufbau nötig (Schläuche auslegen, Kuppeln, Zylinder vorbereiten und ausrichten usw.),
- Höchstdruckschläuche sehr empfindlich gegen mechanische Beanspruchung (Abrieb, Knicken, Schnitte, thermische Belastung),
- Hydrauliköl ist beim Auslaufen umweltgefährdend, sollte nicht an die Haut gelangen,
- sorgfältiger Umgang mit den zum Teil empfindlichen Bauteilen (z. B. den Kupplungen, Gewinde an den Zylindern usw.),
- Arbeiten mit maximal zwei Zylindern möglich.

7.6.1 Komponenten und Bauteile



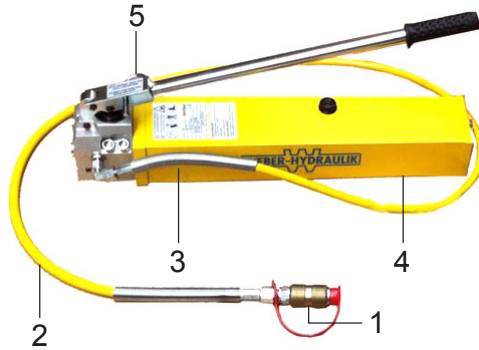
- | | | |
|----------------------|----------------------|-----------------|
| 1. Anhebeklaue | 5. Hakenschlüssel | längerungen |
| 2. Hydraulikzylinder | 6. Fußplatten | 9. Höchstdruck- |
| 3. Transportbox | 7. Spreizkeile | schläuche |
| 4. Handpumpe | 8. Kolbenstangenver- | 10. Verteiler |

Abb. 48: Hebe-/Pressgerät (Hydropresse)

Handpumpe

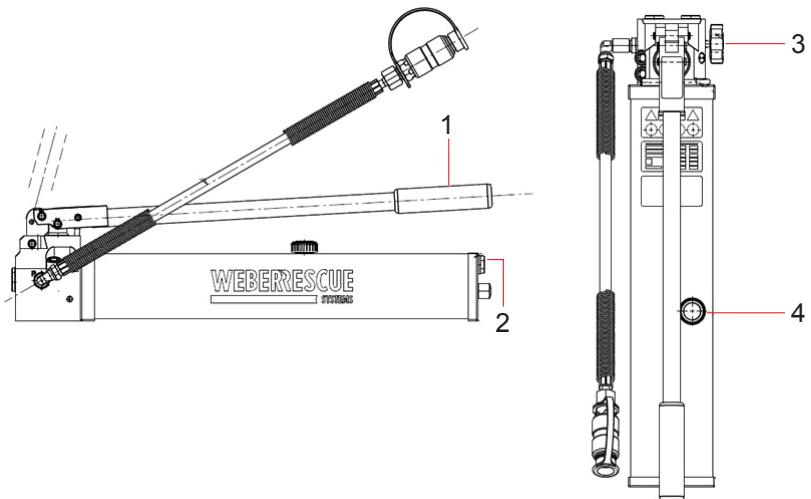
Die Handpumpe ist mit zwei Pumpkolben für den Hoch- und Niederdruckbereich ausgestattet. Beim Ausfahren der Zylinder ohne Last (Niederdruckbereich) arbeiten beide Pumpkolben. Sobald die Last anliegt, schaltet der große Kolben automatisch ab (Hochdruckbereich). Eingebaute Druckbegrenzungsventile schützen vor Überlastung.

(vgl. Betriebsanleitung Hydraulischer Hebesatz 2006)



- | | | |
|---|---------------------------------------|--------------------------|
| 1. Hydraulik Schnellkuppung mit Schutzkappe | 2. Höchstdruckschlauch gelb Länge 2 m | 4. Ölvorratsbehälter |
| | 3. Knickschutz | 5. Pumphebelverriegelung |

Abb. 49: Handpumpe Hebe-/Pressgerät (Hydropresse) detailliert



- | | |
|---------------------|------------------------|
| 1. Handpumpen-Hebel | 3. Druckablassschraube |
| 2. Ölstandsauge | 4. Öleinfüllschraube |

Abb. 50: Handpumpe Hebe-/Pressgerät (Hydropresse) schematisch

Technische Daten

Weber DPH 4018	
Nenndruck	630 + 20 bar/700 + 20 bar
Abschaltdruck Gr. Pumpkolben	50 ± 20 bar
Fördermenge pro Pumpspiel	≤ 50 bar 40 cm ³ /≥ 50 bar 3,1 cm ³
Füllvolumen	ca. 2,5 l
Nutzvolumen	ca. 1,8 l
Temperaturbereich	-30° C bis 80° C
max. Handkraft	ca. 315 N/340 N
Gewicht inkl. Öl	9,2 kg
Einsetzbar unter einem Neigungswinkel zur Waag- rechten, in jeder Richtung	20°

Tab. 6: Technische Daten Weber DPH4018

Hydraulikzylinder

Die Hydraulikzylinder haben eine maximale Hubkraft von je 137 kN. Bei der Verwendung von zwei Hydraulikzylindern bei einer Last vergrößert sich die maximale Hubkraft auf ca. 274 kN. Für die Befestigung der Zube- hörteile sind Gewinde am Kopfteil und Zylinderrohr vorhanden. Die Ge- winde müssen immer durch die Schutzkappe oder ein anderes Zubehör-

teil vor Beschädigungen geschützt werden. Die Hydraulikzylinder sind so anzusetzen, dass der Druckpunkt auf die Mitte der Kolbenstange bzw. des aufgeschraubten Zubehörteils wirkt. Die Hydraulikzylinder können in jeder Lage eingesetzt werden.



Abb. 51: Hydraulikzylinder Hebe-/Pressgerät (Hydropresse)

Technische Daten

Hydraulikzylinder Typ ERGS 50-150	
Hubkraft bei max. Druck	137 kN
Nenndruck	700 bar
max. Hubhöhe	150 mm
Ölbedarf für Hub von 150 mm	ca. 295 cm ³
Gewinde zum Anschluss von Zubehörteilen an Kolbenstange	M 42 x 2
Gewinde zum Anschluss von Zubehörteilen an Zylinderrohr	M 68 x 2
Gesamthöhe eingefahrene Kolbenstange	260 mm
Gesamthöhe komplett ausge- fahrene Kolbenstange	410 mm
Durchmesser Zylinderrohr	Ø 68 mm
Durchmesser Zylinderrohr mit Gewindeschutzring	Ø 75 mm
Gewicht	6,2 kg

Tab. 7: Hydraulikzylinder Typ ERGS 50-150

Mögliche Anordnung der Hydraulikzylinder

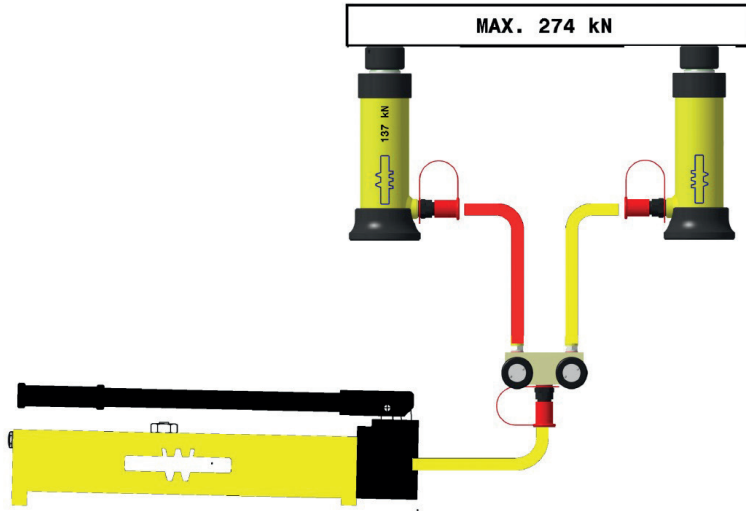
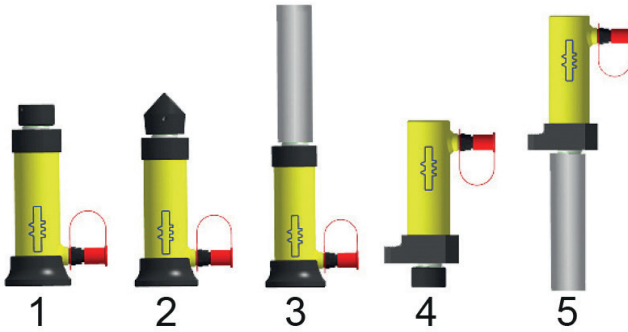


Abb. 52: Mögliche Anordnung der Hydraulikzylinder

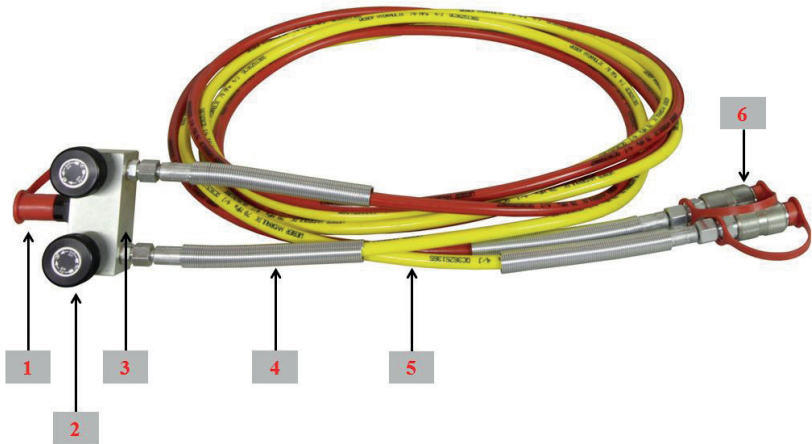
Verwendungsbeispiele der Hydraulikzylinder mit den Zubehörteilen



1. Hydraulikzylinder mit Standardkopfteil zum Anheben von Lasten
2. Hydraulikzylinder mit Spreizkeil zum Spreizen bzw. Auseinanderdrücken
3. Hydraulikzylinder mit Kolbenstangenverlängerung zum Verlängern der Anhebehöhe
4. Hydraulikzylinder mit Anhebeklaue zum seitlichen Ansetzen an der Last
5. Hydraulikzylinder mit Kolbenstangenverlängerung und Anhebeklaue zum seitlichen Ansetzen an der Last und Verlängern der Anhebehöhe

Abb. 53: Verwendungsbeispiele Hydraulikzylinder + Zubehörteile

Verteiler mit Höchstdruckschläuchen



- | | |
|--|---|
| <ol style="list-style-type: none"> 1. Hochdruckanschluss mit Schutz-
kappe (Anschluss an Handpumpe) 2. Handrad zur Steuerung der
Hydraulikzylinder 3. Verteilerventil | <ol style="list-style-type: none"> 4. Knickschutz 5. Höchstdruckschlauch 6. Hydraulik Schnellkupplung mit
Schutzkappe (Anschluss an
Hydraulikzylinder) |
|--|---|

Abb. 54: Verteiler mit Höchstdruckschläuchen

Fußplatten

Die Fußplatten dienen zum Schutz der Hydraulikzylinder vor Beschädigungen, erhöhen die Standfestigkeit und verteilen die Hubkraft auf eine größere Fläche. Die Fläche kann durch zusätzliche Unterlagen wie Hartholzplat-



Abb. 55: Fußplatten

ten noch weiter erhöht werden. Dies ist notwendig, sollte der Untergrund nicht ausreichend tragfähig sein. Die Fußplatten werden je nach Modell gesteckt oder mit einer Schraube fixiert.

Anhebeklaue

Ist der Hydraulikzylinder nicht direkt unter einer Last ansetzbar, kann mit Hilfe der Anhebeklaue die Last seitlich angehoben werden. Um die Anhebeklaue zu montieren, ist als Erstes der Schutzring des Zylinderrohrs zu entfernen. Die Unterseite der Anhebeklaue zeigt beim Aufschrauben zur Kolbenstange. Die Kolbenstange ist mit einer Fußplatte zu versehen und der Hydraulikzylinder umgekehrt auf die Fußplatte zu stellen. So können tiefliegende Lasten bis ca. 137 kN angehoben werden.

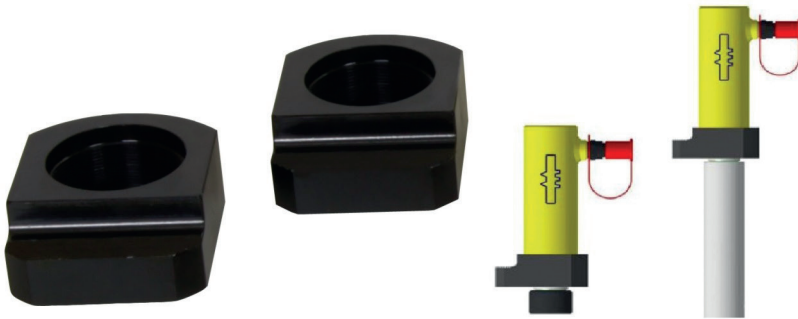


Abb. 56: Anhebeklaue

Kolbenstangenverlängerung

Die Kolbenstangenverlängerungen dienen lediglich dazu, die Kolbenstangen zu verlängern. Sie erweitern nicht die maximale Hubhöhe der Hydraulikzylinder.



Abb. 57: Kolbenstangenverlängerungen

Hakenschlüssel

Der Hakenschlüssel ist notwendig, um die Zubehörteile mit den Hydraulikzylindern zu verbinden bzw. zu lösen.



Abb. 58: Hakenschlüssel

Spreizkeile

Die Spreizkeile (auch Kopfstück in Keilform genannt) können zum Spreizen bzw. Auseinanderdrücken von eng liegenden Lasten oder Trümmern verwendet werden. Sie sind nicht gut geeignet, um dünne Holzteile anzuheben, da sich durch die Keilwirkung



Abb. 59: Spreizkeile

die Kopfstücke in das Holz einarbeiten und dieses zerteilen könnten. In Ecken angesetzt, stellt die Keilform eine formschlüssige Verbindung dar, welche sich günstig auf den Anhebevorgang auswirken kann (z. B. beim Anheben von Stahlteilen).

Hydrauliköl

Bei zu geringem Hydraulikölstand sollte nur das vom Hersteller zugelassene Hydrauliköl mit den entsprechenden Spezifikationen verwendet werden (z. B. Aero-Shell Fluid 41). Ob Hydrauliköl fehlt, kann am Ölstandsauge festgestellt und über die Öleinfüllschraube – mittels eines Trichters – korrigiert werden.

7.6.2 Anwendung

Höchstdruckschläuche einschl. Steckkupplungen mit Schnellstopp

Die Schlauchleitungen dürfen keinen Zugkräften, z. B. durch gestreckte Verlegung zwischen zwei festen Punkten, ausgesetzt werden. Starke Krümmungen oder spiralförmige Verwindungen sind zu vermeiden. Auf keinen Fall dürfen die Schläuche geknickt werden, damit keine Strömungswiderstände entstehen und kein Druckstau auftritt. Auch bei dem Aufbewahren der Geräte mit angeschlossenen Schläuchen ist auf eine zwanglose Unterbringung zu achten.

Das Zusammenstecken oder Trennen der Kupplungsmuffe mit bzw. von dem Kupplungsstecker ist nur bei drucklosen Höchstdruckschläuchen möglich. Notfalls Ablasshandrad der Handpumpe öffnen.

Anheben der Last (Steuerungsbeispiel für Ölvorlauf)

Die Druckablassschraube der Handpumpe muss vor dem Pumpvorgang geschlossen werden. Zur Steuerung der Hydraulikzylinder werden am Steuerungsventil beide Handräder geöffnet. Jeder Zylinder erhält lastabhängig einen Teil des Ölstroms von der Pumpe. Wird das linke Handrad geschlossen, fährt die Kolbenstange des rechten Hydraulikzylinders aus. Wird das rechte Handrad geschlossen, fährt die Kolbenstange des linken Hydraulikzylinders aus.

(vgl. Betriebsanleitung Hydraulischer Hebesatz 2006)

Senken der Last (Steuerungsbeispiel für Ölrücklauf)

Sind beide Handräder geöffnet, erfolgt freier Ölrücklauf zur Pumpe bzw. ein kommunizierender Druckausgleich zwischen den Hydrozylindern. Jeder der Hydrozylinder kann einzeln abgelassen werden. Während dieses Vorgangs muss das Ablasshandrad der Pumpe geöffnet sein.

(vgl. Betriebsanleitung Hydraulischer Hebesatz 2006)



Hinweis

- In den Höchstdruckschläuchen kann durch thermische Einwirkung ein Überdruck entstehen, der das Kuppeln verhindern kann,
- Abhilfe kann ggf. mit dem Druckentlastungsstecker des Satzes „Rettungsgerät, hydraulisch“ geschaffen werden.

Sofort nach dem Trennen der Kupplungsteile sind die Staubkappen aufzustecken. Dabei ist auf Sauberkeit zu achten! Nach jedem Einsatz sind Kupplungsmuffe und Kupplungsstecker sorgfältig zu reinigen.

Wirkungsweise des Schnellstopps

Dazu wird das Handrad des Ablassventils an der Handpumpe ruckartig geöffnet, wodurch sich das Ventil in dem zylinderseitigen Kupplungsstecker schließt. Gleichzeitig ist die schlauchseitige Kupplungsmuffe entlastet.

Bei zwischengeschaltetem Verteilerventil sind zwei Hydraulikzylinder im Einsatz. Um hier einen Hydraulikzylinder abzukuppeln, werden beide Hydraulikzylinder durch Rechtsdrehen der Handräder am Verteilerventil geschlossen und gehen so in Ruhestellung. Anschließend das Ablassventil an der Handpumpe durch Linksdrehen öffnen. Durch ruckartiges Betätigen des Handrades am Verteilerventil wird der Schnellstopp des Hydraulikzylinders ausgelöst.

Danach sind einige Pumpstöße auszuführen, damit der Schnellstopp aufgehoben wird.



Hinweis

- Der Schnellstopp funktioniert nur unter Last.

7.6.3 Wartung und Pflege

Das Hebe-/Pressgerät ist während der Nutzung einer sehr hohen Belastung ausgesetzt. Aus diesem Grund ist es neben der jährlichen Prüfung durch die Befähigte Person – Logistik vor jeder Inbetriebnahme auf äußerliche Beschädigungen und Verunreinigungen zu prüfen. Wird ein Mangel festgestellt, so ist dieses Gerät außer Betrieb zu nehmen.

7.6.4 Unfallverhütungsvorschriften

Hydrauliköl

Beim Arbeiten mit der Hydropresse sind einige Vorschriften im Umgang mit Hydraulikölen zu beachten, um Verletzungen, Vergiftungen oder Umweltschäden zu vermeiden. Das Öl nicht in Kanalisationen, Gewässer und Abflüsse o. Ä. gelangen lassen. Beim Arbeiten auf Wiesen, Feldern o. Ä. (je nach Möglichkeit) Vorkehrungen gegen Versickern treffen (z. B. durch Unterlegen einer Kunststoffplane).



Hinweis

- Grundsätzlich sollte ausgetretenes Hydrauliköl sofort mit Ölbindemittel aufgenommen werden,
- Kleinere Mengen (Tropfmengen beim Kuppeln und Entkuppeln der Schnellkupplungen) können mit Lappen aufgenommen werden,
- Ölbindemittel sowie Lappen müssen fachgerecht entsorgt werden,
- Mit Hydrauliköl verschmutzte Handschuhe sind je nach Belastungsgrad auszusondern bzw. fachgerecht zu entsorgen.

Das Sicherheitsdatenblatt des Herstellers sowie die H- und P-Sätze sind zu beachten.

Gefahrenpiktogramme:



Signalwort:

Gefahr

Gefahrenhinweise:

<p>-</p> <p>H332</p> <p>H315</p> <p>H304</p> <p>H411</p>	<p>PHYSIKALISCHE GEFAHREN: Nicht als physikalische Gefahr nach den CLP-Kriterien eingestuft.</p> <p>GESUNDHEITSGEFAHREN: Gesundheitsschädlich beim Einatmen. Verursacht Hautreizungen. Kann bei Verschlucken und Eindringen in die Atemwege tödlich sein.</p> <p>Giftig für Wasserorganismen, mit langfristiger Wirkung.</p>
--	--

Sicherheitshinweise: Prävention:	
P261	Einatmen von Staub/Rauch/Gas/Nebel/Dampf/ Aerosol vermeiden.
P280	Schutzhandschuhe/Schutzkleidung/Augenschutz/ Gesichtsschutz tragen.
Reaktion:	
P301 + P310	BEI VERSCHLUCKEN: Unverzöglich eine GIFTNOTZENTRALE/ einen Arzt anrufen.
P332 + P313	Bei Hautreizung: Ärztlichen Rat einholen/ ärztliche Hilfe hinzuziehen.
Lagerung:	
P405	Unter Verschluss aufbewahren.
Entsorgung:	
P501	Inhalt/Behälter einer anerkannten Abfallentsorgungsanlage zuführen.

Abb. 60: H- und P-Sätze Öl

Die technischen Daten und die entsprechende Gefährdungsbeurteilung sind der jeweiligen Betriebsanweisung zu entnehmen.



Hinweis

- Last gegen Verrutschen sichern,
- Beim Anheben von Metallteilen sollte (je nach Möglichkeit) eine rutschhemmende Unterlage zwischen die Auflagefläche der Anhebeklaue und die Last gelegt werden,
- Nicht mit den Händen unter die Last greifen (andere Gliedmaßen wie Beine, Füße usw. nicht unter die Last strecken),
- Last fortwährend unterbauen,
- Last beim Anheben bzw. Ablassen ständig beobachten,
- Zulässige Belastung von Werkzeug oder Gerät nicht überschreiten,



Hinweis

- **Werkzeuge und Geräte gemäß ihrer Bestimmung einsetzen, niemals zweckentfremden,**
- **Das Gewinde in der Anhebeklaue ist sauber zu halten,**
- **Darauf achten, dass alle Gewindegänge eingeschraubt werden, um der Unfallgefahr vorzubeugen und die Beschädigung der Gewinde zu vermeiden,**
- **Bei Montage der Zubehörteile die Kolbenstange mit Hakenschlüssel festhalten,**
- **Verwendung der Hydraulikzylinder nur in Verbindung mit den Fußplatten (außer beim Anheben mit der Anhebeklaue),**
- **Es dürfen nur die vom Hersteller freigegebenen Verlängerungen benutzt werden. Niemals Rohre, Gewindestangen oder selbst gebaute Verlängerungen verwenden,**
- **Verlängerungen dürfen nicht noch weiter verlängert werden. Die maximale Länge ist 1 m oder die Angabe des Herstellers (falls diese geringer ist als 1 m),**
- **Zum Anheben oder Bewegen von Lasten niemals die Verlängerungen ohne ein Kopfstück verwenden,**
- **Durch Überbeanspruchung, falsche Anwendung oder hohe thermische Belastung deformierte Verlängerungen sind auszusondern (ggf. Herstellervorgaben beachten),**
- **Auf erhöhte Instabilität achten,**
- **Nur den vom Hersteller gelieferten originalen Hakenschlüssel verwenden,**
- **Einheitliche Kommandos,**
- **Einsatzhandschuhe sind zu tragen.**

7.7 Hydraulischer Heber

In der StAN Geräteausstattung „Hydraulischer Heber“ sind Gerätetypen hinterlegt: der hydraulische Heber (Büffelwinde) und aus der ursprünglichen Ausstattung noch die Zahnstangenwinde. Die Zahnstangenwinde (nicht hydraulisch) ist das Vorgängermodell und befindet sich daher nur noch in einigen Ortsverbänden. Beide haben den gleichen Zweck und dienen dem Anheben, Verschieben, Drücken, Abstützen und Ablassen von Lasten.

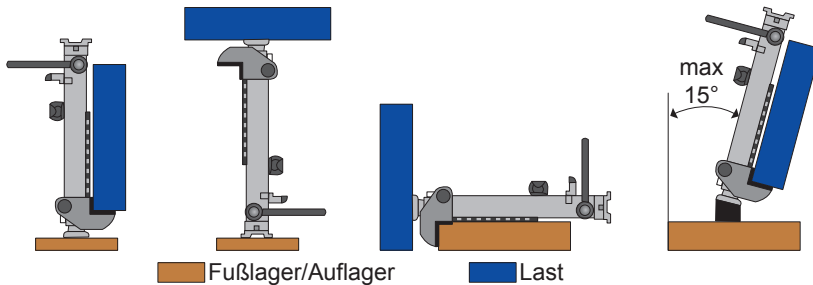


Abb. 61: Hydraulischer Heber Anwendungen

7.7.1 Komponenten und Bauteile

Hydraulischer Heber

Der hydraulische Heber kombiniert die Regel der Mechanik mit nicht komprimierbaren Flüssigkeiten. Der Handhebel betätigt einen Druckkolben mit geringem Querschnitt, der den Öldruck erzeugt. Der aufgebaute Öldruck wirkt auf einen Arbeitskolben mit relativ großem Querschnitt. Dies hat zur Folge, dass der Arbeitskolben nur sehr langsam die Kolbenstange aus dem Gehäuse schiebt, dies geschieht aber mit sehr hoher Kraft. Es ist im Betrieb gut zu beobachten, dass sich die Last nur

wenige Zentimeter hebt, obwohl sehr viele Pumpenbewegungen gemacht werden. Jedoch ist die aufzubringende Kraft sehr viel kleiner als die anzuhebende Last.

Der Pumphebel ist verstellbar und dadurch ist der Bewegungsraum wesentlich geringer als bei den kreisförmigen Bewegungen beim Hochwinden der Zahnstangenwinde. Der hydraulische Heber ist so konstruiert, dass er lageunabhängig eingesetzt werden kann. Der Pumphebel ist um 360° verstellbar.

Eingebaute Druckbegrenzungsventile verhindern eine Überlast. Über das Handrad des Ablassventiles ist ein feinfühliges Absenken der Last möglich.



Abb. 62: Hydraulischer Heber

Technische Daten

Hydraulischer Heber 10 t	
Höhe, eingefahren	800 mm
Höhe Unterkante Fußplatte bis Oberkante Fußheber	80 mm
Hubhöhe	350 mm
Höhe, ausgefahren mit Kopfplatte	1150 mm
Gewicht	ca. 28,5 kg
Druckkraft	100 kN (10 t)

Tab. 8: Technische Daten Hydraulischer Heber

Zahnstangenwinde

Bei der Zahnstangenwinde wird die Last entweder auf der Klaue oder dem Kopf der Stahlwinde aufgenommen. Zum Heben wird das Gehäuse durch den Einsatz der Handkurbel an der Zahnstange einfach und bequem nach oben bewegt.



Abb. 63: Zahnstangenwinde

Technische Daten

Zahnstangenwinde 5 t	
Höhe, eingefahren	780 mm
Höhe Unterkante Fußplatte bis Oberkante Fußheber	80 mm
Hubhöhe	320 mm
Höhe, ausgefahren mit Klaue	1070 mm
Höhe, ausgefahren mit Kopfplatte	1020 mm
Gewicht	ca. 25 kg
Druckkraft	50 kN (5 t)

Tab. 9: Technische Daten Zahnstangenwinde

7.7.2 Anwendung

Hydraulischer Heber

Der hydraulische Heber kann mit der gesamten Baulänge inkl. Kopf- und Fußplatte eingesetzt werden. Hierfür ist eine Mindesthöhe von 800 mm notwendig.



Abb. 64: Büffel anheben

Ist die vorhandene Höhe geringer, kann mit der höhenverstellbaren Anhebeklaue gearbeitet werden.



Abb. 65: Büffel anheben mittels Klaue

Heben der Last

Um platzsparend zu arbeiten, ist der hydraulische Heber ganz einzufahren. Zum Heben wird das Handrad des Ablassventils durch „Rechtsdrehung“ fest geschlossen.

Der hydraulische Heber ist in eine günstige Position zu stellen. Es ist darauf zu achten, dass die Last immer rechtwinklig angehoben wird, um ein seitliches Abrutschen zu verhindern. Bei einer ungünstigen Position

können der Pumphebel und die Anhebeklaue umgestellt und anschließend verriegelt werden. Die Umstellung der Anhebeklaue erfolgt durch Drehen und Lösen des Bolzens. Nachdem die entsprechende Höhe eingestellt ist, wird der Bolzen wieder durch Drehen festgesetzt. Durch Pumpen wird die Last angehoben. Die angehobene Last ist durch Abstützen bzw. Unterbauen zu sichern.

Beim Einsatz des hydraulischen Hebers in schwierigem Gelände sind die Stand- und Andruckflächen durch untergelegte Hartholzplatten so zu sichern, dass sich der Heber nicht in den Untergrund eingraben oder wegrutschen kann. Der Neigungswinkel zwischen Fußlagerplatte und hydraulischem Heber darf maximal 15° betragen.

Senken der Last

Beim Senken wird das Handrad vom Ablassventil durch „Linksdrehung“ gefühlvoll bis zur gewünschten Senkgeschwindigkeit geöffnet.

Zahnstangenwinde

Die Zahnstangenwinde kann mit der gesamten Baulänge eingesetzt werden. Hierfür ist eine Mindesthöhe von 780 mm notwendig.

Ist die vorhandene Höhe geringer, kann die Anhebeklaue benutzt werden.

Heben der Last

Um platzsparend zu arbeiten, ist die Zahnstangenwinde ganz einzufahren.

Die Zahnstangenwinde ist in eine günstige Position zu stellen. Es ist darauf zu achten, dass die Last immer rechtwinklig angehoben wird, um ein seitliches Abrutschen zu verhindern. Durch Drehen der Kurbel wird die Last angehoben. Die angehobene Last ist durch Abstützen bzw. Unterbauen zu sichern.

Beim Einsatz der Zahnstangenwinde in schwierigem Gelände sind die Stand- und Andruckflächen durch untergelegte Hartholzplatten so zu sichern, dass sich der Heber nicht in den Untergrund eingraben oder wegrutschen kann.

Senken der Last

Beim Senken wird mit der Kurbel gefühlvoll bis zur gewünschten Höhe die Last abgelassen.

7.7.3 **Wartung und Pflege**

Der hydraulische Heber und die Zahnstangenwinde sind während der Nutzung einer sehr hohen Belastung ausgesetzt. Neben der jährlichen Wiederholungsprüfung durch eine sachkundige Person sind beide Geräte immer vor der Arbeitsaufnahme auf Mängel zu prüfen. Tritt ein Fehler auf, so sind diese außer Betrieb zu nehmen und durch eine sachkundige Person zu prüfen und ggf. zu reparieren.

7.7.4 Unfallverhütungsvorschriften



Hinweis

- Die Klaue nur vollflächig belasten,
- Der Handgriff darf nicht verlängert werden,
- Die Griffhülse des Handgriffs muss leichtgängig sein (Verschmutzungsgefahr),
- Die Sicherheitsstifte sind auf festen Sitz zu prüfen,
- Das Gerät immer rechtwinklig zur Last ansetzen,
- Das Arbeiten unter angehobener und/oder ungesicherter Last ist verboten,
- Das Gerät nur auf druckfesten Unterlagen aufsetzen (z. B. Hartholzklötze),
- Die Kurbel bei Ablassen einer Last nicht loslassen,
- Druckkraft-Hebezeug so aufstellen und sichern, dass sie weder durch die Last noch andere Einflüsse (Erschütterungen) ihre Lage verändern,
- Beim Anheben von Stahlteilen mittels Zahnstangenwinde ist die Last durch Zwischenlegen von Gummi oder Holz gegen Abgleiten vom Fußheber bzw. von der Kopfplatte oder Klaue zu sichern.

Anhang A Bildverzeichnis

Albert Ziegler GmbH

Abb. 8, Abb. 33, Abb. 34, Abb. 36

KatS – DV 221

Abb. 13, Abb. 15

Sicherheitsdatenblatt Aero-Schell

Abb. 60

Geodore ToolCenter

Abb. 23

THW

Titelbild, Abb. 1, Abb. 16, Abb. 19, Abb. 22, Abb. 23, Abb. 24,
Abb. 47, Abb. 61, Abb. 62, Abb. 63, Abb. 64, Abb. 65

THW/Frank Blockhaus

Abb. 3, Abb. 4, Abb. 5

THW/Niklas Dahlke

Abb. 7, Abb. 17, Abb. 20, Abb. 21

THW/Matthias Krieger

Abb. 2, Abb. 8, Abb. 9, Abb. 12, Abb. 14, Abb. 18, Abb. 25, Abb. 26, Abb. 27,
Abb. 41

THW-OV Pirmasens

Abb. 46

THW/Björn Zanger

Abb. 28, Abb. 35, Abb. 43, Abb. 44, Abb. 45

tirfor®/greifzug™

Abb. 6, Abb. 10, Abb. 11, Abb. 37, Abb. 38, Abb. 39, Abb. 40, Abb. 42

Tractel Greifzug

Abb. 29, Abb. 30, Abb. 31, Abb. 32

WEBER-HYDRAULIK GmbH

Abb. 48, Abb. 49, Abb. 50, Abb. 51, Abb. 52, Abb. 53, Abb. 54, Abb. 55,
Abb. 56, Abb. 57, Abb. 58, Abb. 59

Anhang B Literaturverzeichnis

Hessisches Ministerium des Innern und für Sport
Hessische Landesfeuerwehrschule: Erdanker, Experimentelle Untersuchungen zum Trag- und Verformungsverhalten. Stand 01/2017

Hettinger Tabellen:

LasthandhabV (2015) Verordnung über Sicherheit und Gesundheitsschutz bei der manuellen Handhabung von Lasten bei der Arbeit vom 4.12.1996 (BGBl. I, S. 1841), zuletzt geändert am 8.9.2015 (Art. 627 VO vom 31.8.2015, BGBl. I, S. 1474, 1537)

Pfeifer Seil- und Hebetechnik GmbH
Betriebsanleitung HIT-Hebelzug; XXS Hebelzug, Stand: 12/2010

Philosophiae naturalis principia mathematica Bd. 1: Tomus Primus. London 1726, S. 13

Shell Deutschland Oil GmbH
Sicherheitsdatenblatt AeroShell Fluid 41, Version 8.1. Stand 05/2017
<https://shop.haberkorn.com/schmierstoffe-und-kfz-bedarf/flugzeug-schmierstoffe/flugzeug-hydraulikoele/52498-flug-hydraulikoele-aeroshell-fluid> (letzter Zugriff 25.07.18)

THW-Leitung: Fibel des THW. 2. Auflage. Koblenz: Verlag der Görres-Druckerei, 1977

Tractel Greifzug GmbH
tirfor® / greifzug™: Gebrauchs- und Wartungsanleitung. Stand 11/2015
http://www.tractel.com/de/series.php?id_serie=47
(letzter Zugriff 20.07.18)

Vetter GmbH

https://vetter.de/vetter_emergency/Rettungsprodukte/Hebekissen/Mini_Hebekissen+8+bar-p-3303.html

(letzter Zugriff 20.07.18)

Weber-Hydraulik GmbH

<https://www.weber-rescue.com/de/produkte/hydraulische-rettungsgeraete/hebeegeraete/bueffel-b-10.php>

(letzter Zugriff 20.07.18)

Weber- Hydraulik GmbH

Betriebsanleitung: Hydraulischer Hebesatz, Stand: 01.06.2006

<https://www.weber-rescue.com/de/download/hebesatz-h1-h2.php>

(letzter Zugriff 20.07.18)

Anhang C Autorenverzeichnis

Matthias Krieger

OV Idar-Oberstein

Marcus Reichenauer

OV Dillenburg

Björn Zanger

THW-Leitung, Referat EA 3

Mit Unterstützung von:

Günter Schwitalla

OV Hoya

Anhang D Änderungsdienst

Seite/Kapitel	Änderung, alter Text, Bild, Tabelle	Version
S. 21/Kap. 7.1.3	Änderung: Textänderung Neu: Spanngurte (Freigebende Benutzung gemäß LA3). Alter Text: Spanngurte (nur beim Transportieren von Lasten in Fahrzeugen).	1.2
S. 27/Kap. 7.1.4	Änderung: Neues Hinweisfeld	1.2
S.30/Kap. 7.1.4	Abb.12 Änderung: Austausch Bild Neu: Bild nach aktueller Bauweise Alt: Alte Bauweise	1.2
S.34/Kap. 7.1.4	Abb. 16 Änderung: Entfernung Bild; Kein Bestandteil des aktuellen EGS-Handbuchs	1.2
S. 34 - S. 69	Änderung: Abb. Nummern ändern sich durch Entfernung der alten Abb. 16	1.2
S. 49/Kap.7.3	Änderung: Entfernung Textpassage Alt: Der Transport von Menschen mittels Zuggerät ist nicht zugelassen. Die Vorgehensweise zur Rettung von Personen mit Hilfe der Seilbahn wird zurzeit überarbeitet und wird Bestandteil der Fachausbildung.	1.2
S.67/Kap. 7.5	Änderung: Einfügen eines Satzes Neu: Im THW werden verschiedene Varianten mit 8 bar und 12 bar verwendet.	1.2
S.67/Kap. 7.5.1	Abb. 45 Änderung: Anpassung Bildunterschrift Neu: Hebekissensatz Fa. Vetter 8 bar Alt: Hebekissen	1.2

Seite/Kapitel	Änderung, alter Text, Bild, Tabelle	Version
S. 69/Kap. 7.5.1	Abb. 46 Änderung: Neue Abbildung Bild Hebekissensatz Fa. Weber 12 bar	1.2
S.70/ Kap. 7.5.1	Änderung: Neue Tabellen Technische Daten Hebekissen Fa. Weber	1.2
S.71/Kap. 7.5.2	Änderung: Anpassung der Werte zum Unterlegen der Hebekissen unter der Last Neu: 66 % (2/3) Weber; 75% (3/4) Vetter Alt: 70% (2/3)	1.2
S. 72/Kap. 7.5.2	Abb. 47 Änderung: Austausch Bild	1.2

Anhang D Notizen

