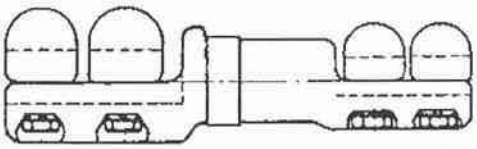
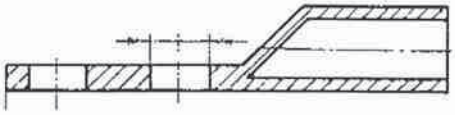
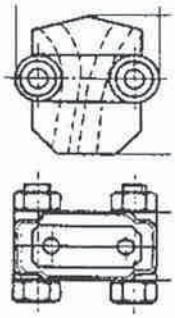
Verbindungsmaterial



Gerade Zweimetall - Verbindungsklemme Al-Cu

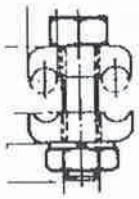
Presskabelschuh mit 2 Lochungen





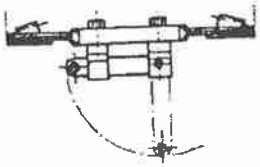
Endbundklemme für Aldreyseil

Pressverbinder für Al oder Cu

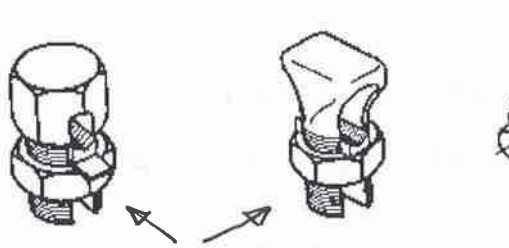


Verbindungs- und Abzweig-klemme mit Schrauben

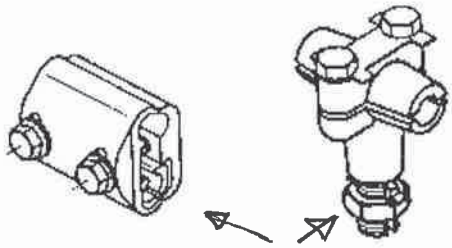
40 kV Freileitungstrennen



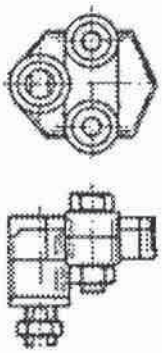
Verbindungsmaterial



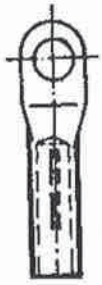
Draht-Abzweigklemmen



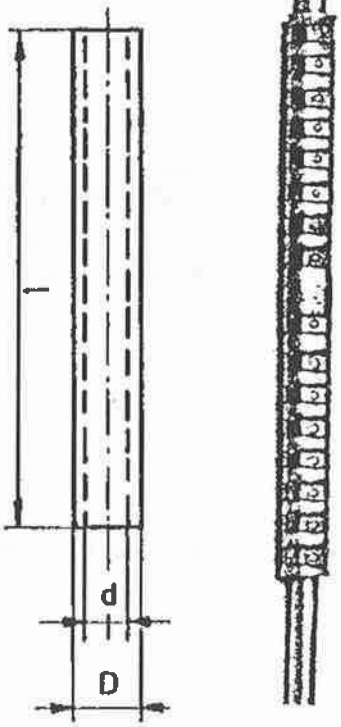
Zweimetall-Abzweigklemmen



Endbundklemme mit Abzweigklemme



Presskabelschuh



Pressverbinder

Konusverbinder

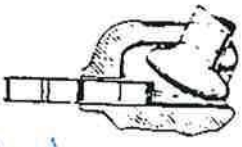
Schraubkonusverbinder

Steckverbinder

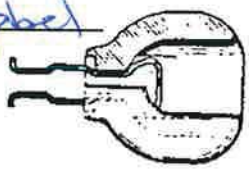
Leitungsbaumaterial

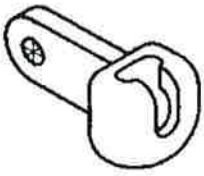
Kloppeloval

Schäckel



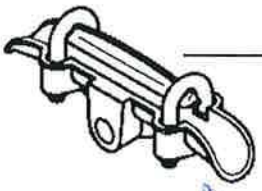
Pfannengabel



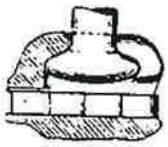


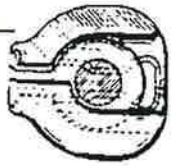
Pfannenöse

Doppelöse

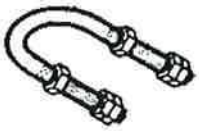


Hangklemme





Klöppelgabel



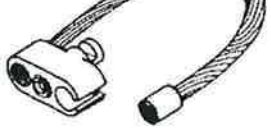
Bügelschraube

Konusabspannklemme

Kettenglied

Sicherungsplint

Konus zu Abspannklemme



Keilendbundschlaufe

Klöppelöse

Doppelklöppel

Abspannklemme

3.2.2 Masten, Leitern und Gerüste besteigen

(Auszug aus Richtlinie EKAS 6506)

Arbeiten auf Masten

3.1 Vor Aufnahme der Arbeiten ist zu beurteilen, ob die Standsicherheit der Masten gewährleistet ist.

Standsicherheit

3.1 Neue sowie gebrauchte Masten, die kontrolliert wurden und unbeschädigt sind, gelten für den ganzen Zeitraum der Leitungsmontage als statisch hinreichend standsicher.

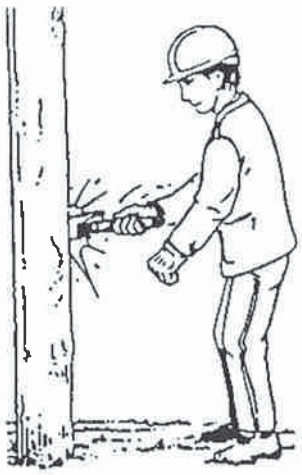
Die Standsicherheit einer bestehenden Leitung gilt als gewährleistet, wenn die Masten im oberen Bereich mechanisch gehalten werden. Die mechanische Halterung kann aus fest installierten Anlageteilen (Drähten, Verankerungen) bestehen oder aus temporären arbeitsbezogenen Sicherungen oder aus einer Kombination von beiden. Masten auf Geländeerhebungen und Geländebrüchen sowie Endmasten sind speziell zu beurteilen.

Die Standsicherheit gilt in der Regel als gewährleistet, wenn das Tragwerk mit 2 Stromleitern oder mit 1 Stromleiter, dessen mechanische Festigkeit einem halbharten Kupferdraht von 8 mm Durchmesser entspricht, dauernd gesichert bleibt.

3.2 Die Masten sind auf mechanische Beschädigungen sowie auf Beschädigungen infolge Fäulnis, Pilzwucherung oder tierische Schädlinge zu kontrollieren.

Kontrolle des Holzzustandes

Die Kontrolle des Holzzustandes bezweckt, allfällige grobe Schäden aufzudecken. Zudem dient sie der Beurteilung, ob der Mast besteigbar ist. Die Standsicherheit ist jedoch auch bei gutem Befund nur durch die beschriebene mechanische Halterung gewährleistet.



Als Kontrolle gilt die Sichtkontrolle sowie das allseitige Abklopfen der Masten (z.B. mit einem Hammer) vom Boden bis auf eine Höhe von ca. 2 m. Ein dumpfer, matter Ton lässt auf angegriffenes, ein heller Ton auf gesundes Holz schliessen. Diese Methode gibt aber nur bei trockenem Holz Anhaltspunkte über den Zustand der Masten.

3.3 Die Beurteilung der Standsicherheit und die Kontrolle des Holzzustandes hat durch instruiertes Personal zu erfolgen.

Beschädigte Masten

Im Sichtbereich gebrochene, stark beschädigte, wesentlich angefaulte oder mechanisch übermässig beanspruchte Masten dürfen ohne spezielle Vorkehrungen nicht bestiegen werden.

3.2 Spezielle Vorkehrungen:

- Einsatz von Mastsicherungsgeräten und dergleichen
- Stellen von Hilfs-Ersatzmasten
- Einsatz von Kranen zur Sicherung der Masten
- Arbeiten auf Arbeitshebebühnen

Veränderung der wirkenden Kräfte

3.4 Die auf den Mast wirkenden Kräfte werden verändert beim Anbringen, Auswechseln, Nachspannen, Hinzufügen oder Entfernen von Stromleitern oder durch das Spannen und Entspannen von Verankerungen usw.

Für Tätigkeiten wie Kontrollarbeiten, das Anbringen und Entfernen von Hilfsverankerungen oder das Ersetzen von Isolatoren ist im allgemeinen nicht anzunehmen, dass ein im Leitungsverbund stehender Mast seine Standsicherheit verliert.

Bei der Leitungsdemontage wirkt sich die Veränderung der Kräfteverhältnisse besonders ungünstig auf die Standsicherheit aus. Deshalb müssen die Masten vor dem Lösen der Drähte oder Verankerungen gegen Umstürzen gesichert werden.

Als Sicherungsmittel gegen das Umstürzen gelten Sticher, Hilfsverankerungen (z.B. Seile), Mastensicherungsgeräte, Mobilkrane und dergleichen.

Die Sicherung erfolgt in der Regel nach drei Seiten hin, gleichmässig auf den Mastumfang verteilt. Sicherungsmittel sind in der Regel im obersten Drittel der freien Mastlänge zu setzen und rutschsicher zu fixieren.

Absturzgefahr

4.1 Personen, die Arbeiten auf Masten ausführen, haben sich gegen Absturz zu sichern.

Zur Absturzsicherung dienen in der Regel Masthaltegurten.

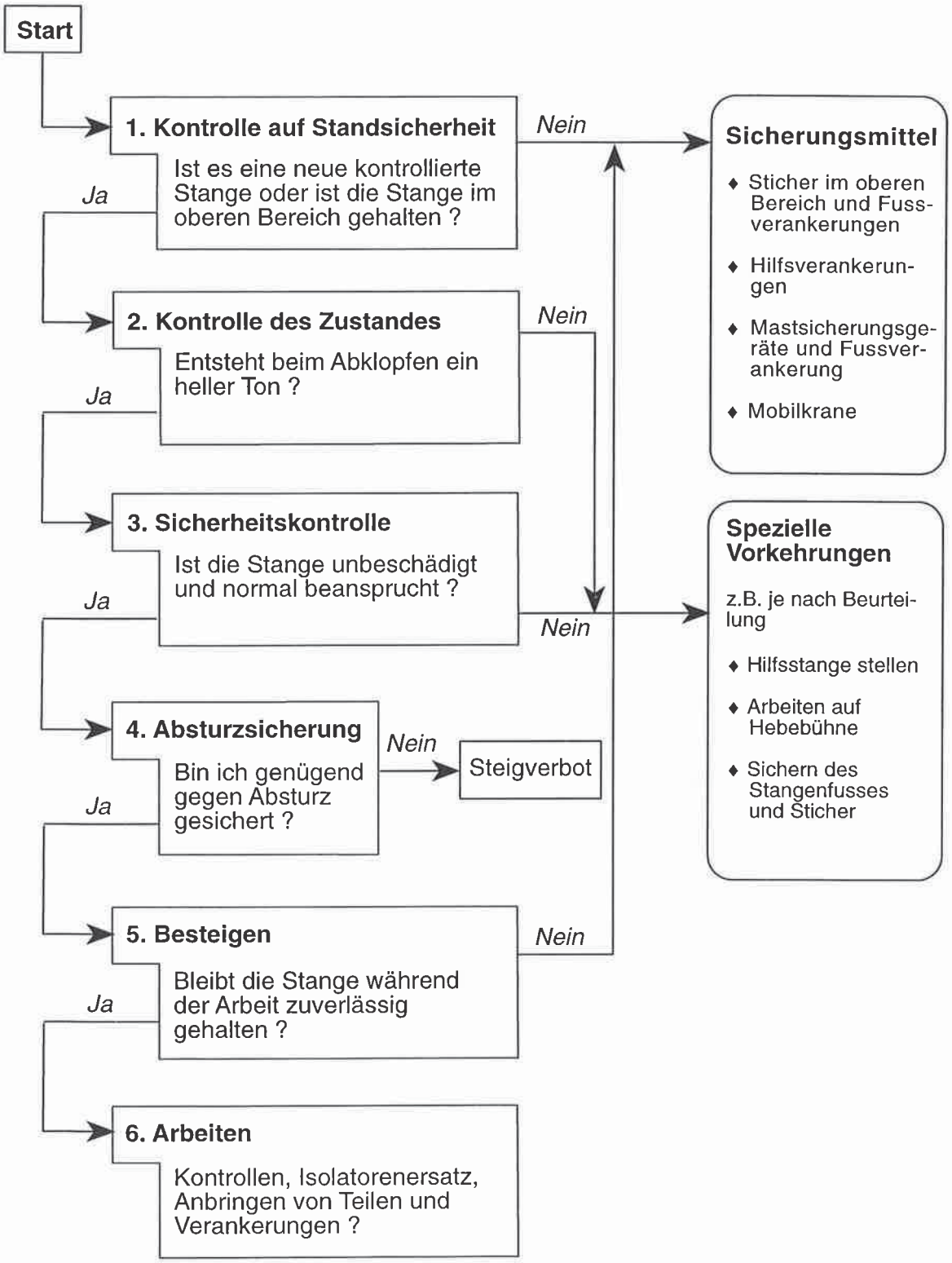
Massnahmen im Arbeitsbereich am Boden

4.2 Damit beim Absturz einer Person die Verletzungsgefahr möglichst klein ist, sind im Bereich der Masten spitze, scharfkantige Gegenstande, Werkzeuge usw. zu entfernen oder abzudecken.

Arbeitsmittel und persönliche Schutzausrüstung

5 Arbeitsmittel und persönliche Schutzausrüstungen müssen vom Arbeitgeber zur Verfügung gestellt und vom Arbeitnehmer eingesetzt werden. Deren Verwendung ist vorzuschreiben und zu überwachen.

Checkliste für sicheres Arbeiten auf hölzernen Masten von Freileitungen



Holzmastverankerung

Fig. 1
Verfaulter Stangenfuss und zu kurze Stichergabeln begünstigen das Umkippen der Stange mit dem Besteiger.

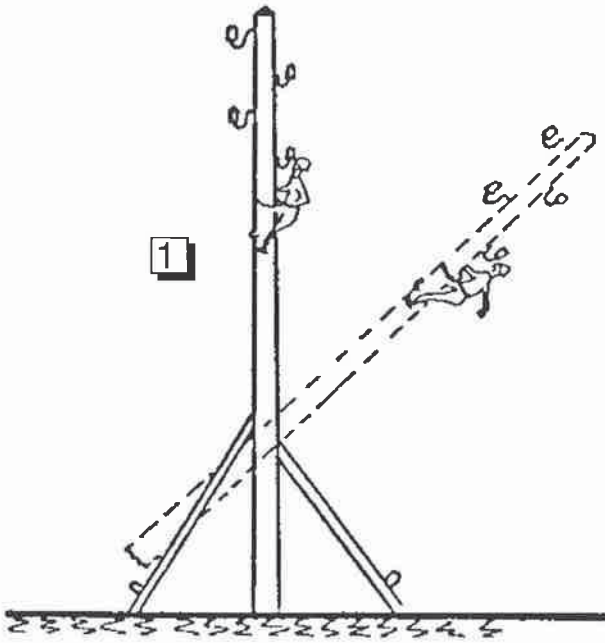
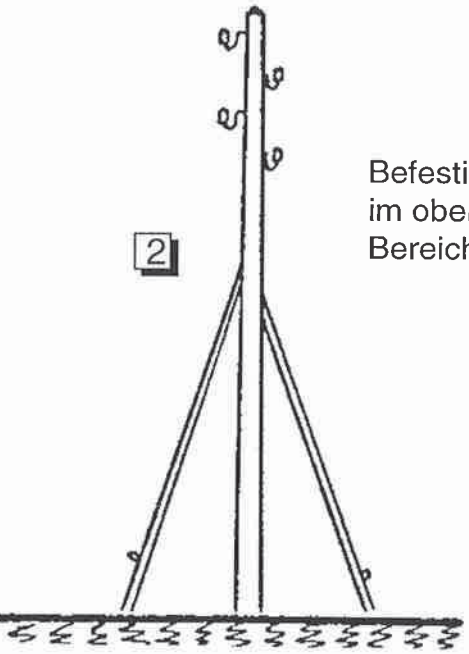


Fig. 2
Genügend lange Stichergabeln verhindern das Umkippen der Stange wenn deren Fuss bricht.



Befestigung im oberen Bereich

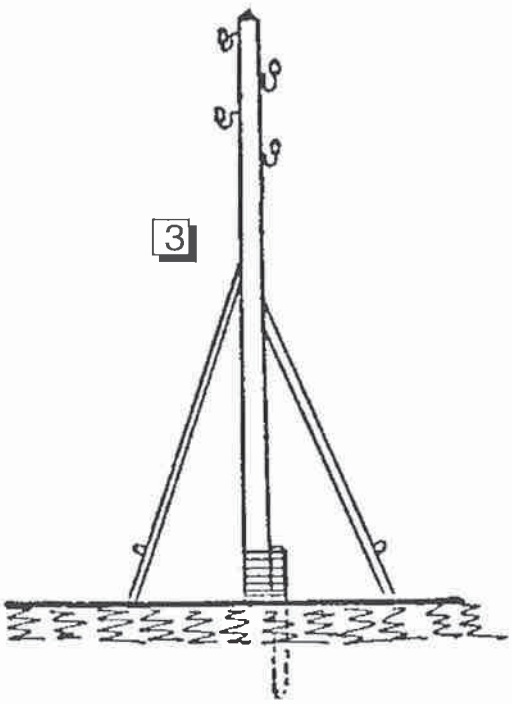
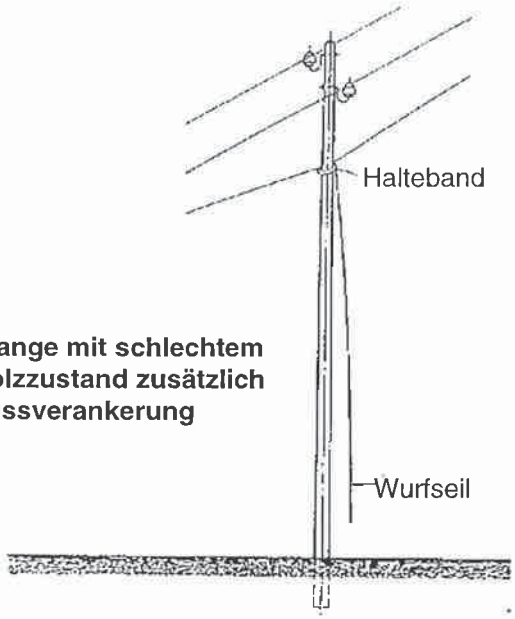


Fig. 3
Neben der Stange wird ein starker Holzpfosten oder ein Locheisen in den Boden gerammt und mit einem Seil an der Stange befestigt. In diesem Fall ist die Verwendung kürzerer Stichergabeln zulässig.

Sticherfuss gegen wegrutschen sichern

Sicherung mit Stromleitern

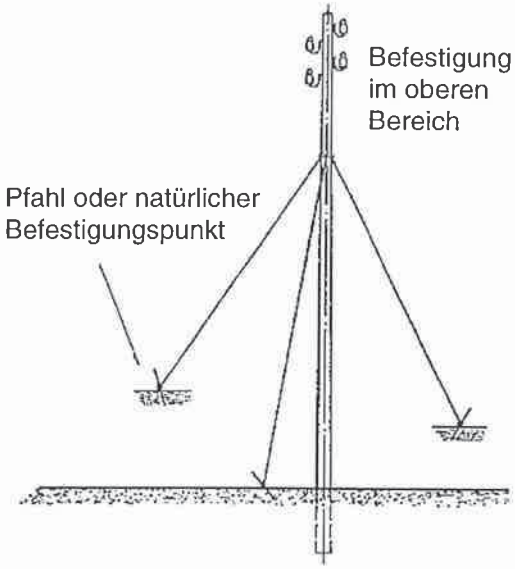
2 Stromleiter oder 1 Stromleiter mit mechanischer Festigkeit eines CU-Drahtes ø 8 mm halbhart



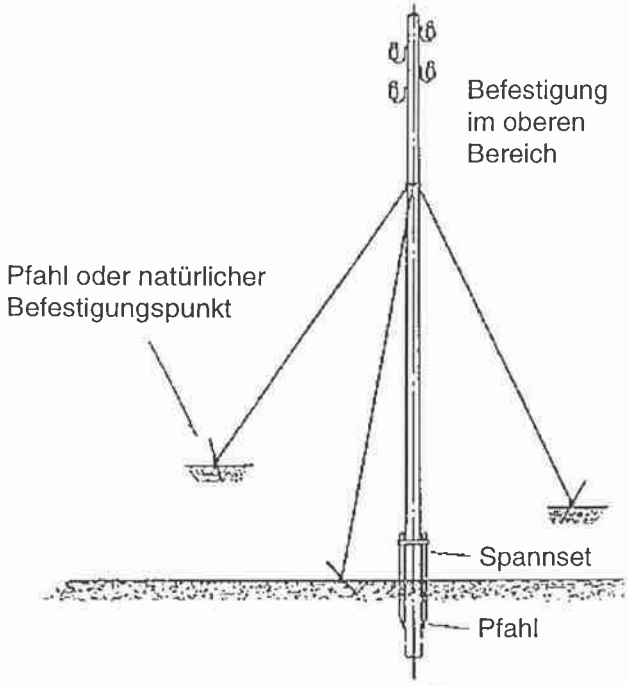
Stange mit schlechtem Holzzustand zusätzlich Fussverankerung

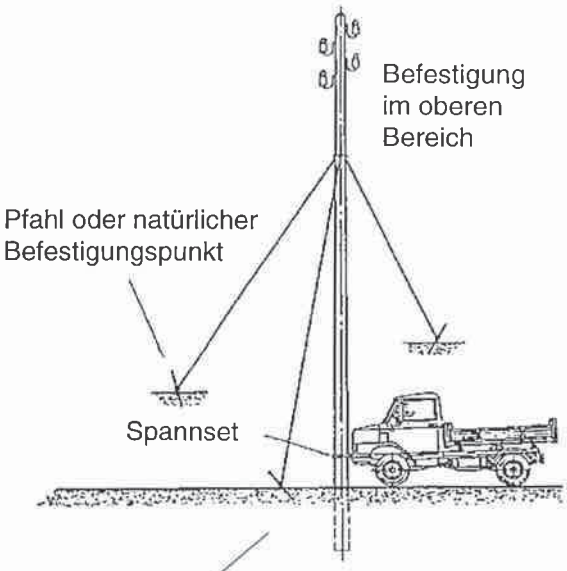
Sichern mit Ankerseil

Stange mit gutem Holzzustand



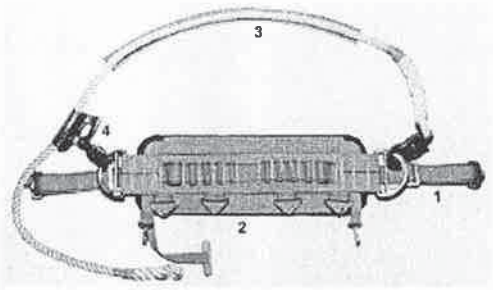
Sichern mit Ankerseil





Stangen mit schlechtem Holzzustand

Grundsätze beim Besteigen von Masten (LeV Art. 32)



Holzmast

- in Leitungsrichtung
- nicht schaukeln
- Blick zum Leiterbild

Der "Freileitergurt" ist ein "Arbeitsgurt"

Er hat der DIN-Norm 7470 zu entsprechen (800 Kg Reissfestigkeit). Der gute alte Ledergurt erfüllt diese Forderung nicht.

Bei den Freileitergurten haben sich Modelle mit stufenlos verstellbarem Halteseil durchgesetzt. Bei solchen Modellen kann auf einfache Weise mittels Karabinerhaken ein zweites Halteseil eingesetzt werden.

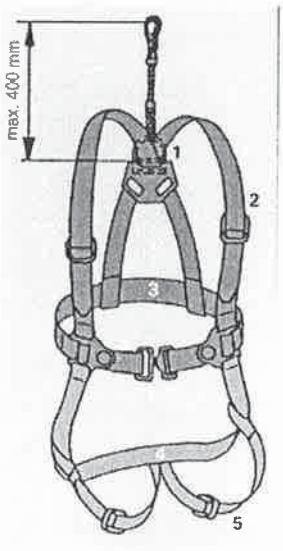
Dies zur durchgehenden Sicherung beim Umgurten in kritschen Situatuionen, z.B. Stangen mit Kabelkanälen und Strassenbeleuchtungsauslegern usw. Der kluge Netzelektriker verzichtet nicht aus falschem Stolz auf eine solche zusätzliche Sicherheit.

Uebrigens: für Holzerarbeiten auf Bäumen ist eine zweite Seilschlinge Vorschrift (mit Stahlseil oder Stahlseileinlage).

Absturz- Auffanggurten

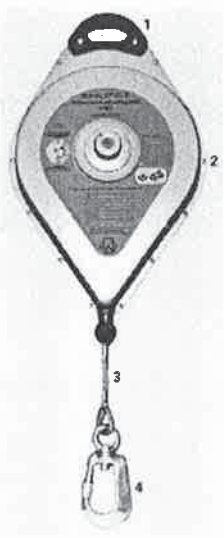
z.B: In Kombination mit Höhensicherungssystemen

Bei Absturzmöglichkeit "ins Freie" sind Auffanggurte nach DIN 7478 erforderlich und zwar mit Falldämpfer.



Auffanggurt

1) Befestigungsöse
2) Schultergurt
3) Bauchgurt
4) Sitzgurt
5) Beingurt



Höhensicherungsgerät
(gilt als Fangdämpfer)

1) Befestigungsöse
2) Schultergurt
3) Haltegurt

Leitern

Grundsatz:

- Zustand kontrollieren - Standfestigkeit prüfen - Isolation beachten
- SUVA - Merkblätter beachten "Leitern / Gerüste" (Siehe Quellenverzeichnis in Kapitel 1)

Allgemeines:

- Auf Leitern dürfen nur einfache Arbeiten ausgeführt werden.
- Leitern sind zu pflegen und vor jeder Benutzung auf Schäden zu überprüfen.
- Das behelfsmässige "Flicken" von Leitern ist verboten.
- Vorsicht mit metallenen Leitern in elektrischen Anlagen.
- Wenn Leitern vom Verkehr gefährdet werden können, sind sie mit Kennzeichnungen, Abschrankungen oder mit verkehrsregelnden Sicherungsposten gem. SVG zu sichern.

Leitertransport

Ausziehbare Leitern sind zusammengeschoben zu transportieren. Auch zum seitlichen Verschieben einer angelehnten Ausziehleiter soll man den ausgezogenen Teil einziehen.

Anstell - Leitern

- Leitern sollen nur auf ebene, genügend widerstandsfähige und gleitsichere Flächen abgestützt werden.
- Leitern immer so anlegen, dass beide Holmen anliegen.
- Der günstigste Anstellwinkel beträgt 75°.
- An gefahrbringenden Stützstellen (Spanndrähte, Glasscheiben, unverschlossene Türen, etc.) dürfen Leitern nicht angelegt werden.
- Beim Besteigen langer Anstell-Leitern darauf achten, dass keine Schwingungen entstehen.
- Wenn Anstell-Leitern zum Übersteigen auf Gebäude oder dergleichen benutzt werden, müssen sie mindesten 1 Meter über die Aus-/ Übertrittsstelle hinausragen.
- Anstell-Leitern gegen Abgleiten sichern.

Wie begehe ich eine Leiter?

- **Mit dem Gesicht zur Leiter**

  Beim Begehen einer Leiter ist dieser stets das Gesicht zuzuwenden.

- **Mit beiden Händen an der Leiter**

  Beim Begehen der Leiter im Wechselgriff die Sprossen ergreifen!

- **Mit Schuhen, die den Füssen sicheren Halt gewähren**

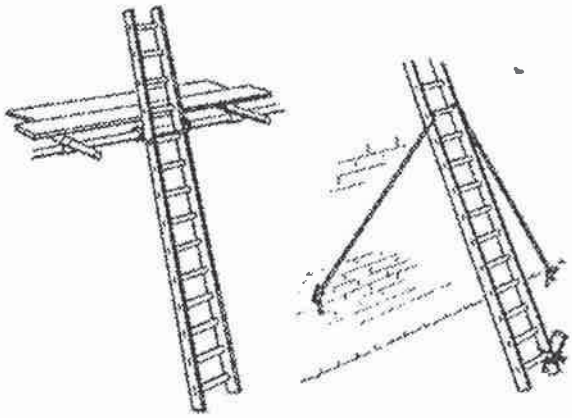
Wie sichere ich eine Leiter?

- **Durch Anbinden**

  Am besten werden Leitern **oben** angebunden. Ist dies nicht möglich, können Halteseile an Verankerungen am oder in der Nähe des Bodens befestigt werden.

-

  Die Leiter ist am Leiterfuss gegen Wegrutschen zu sichern.



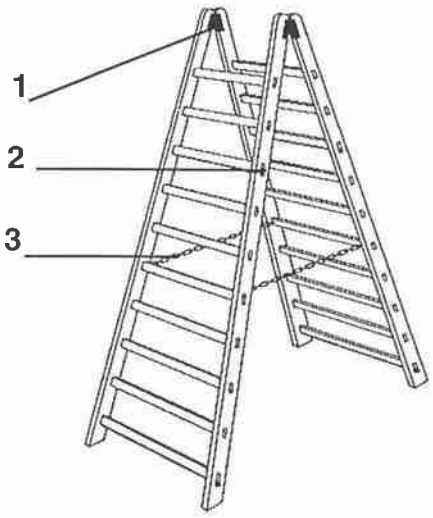
Wie arbeite ich auf einer Leiter?

Eine Leiter darf *nicht bis zur obersten Sprosse beziehungsweise Stufe bestiegen* werden, weil man dort keinen sicheren Stand hat. Soll die Arbeit bequemer und sicherer ausgeführt werden, muss die Leiter bis dicht an die Arbeitsstelle reichen und der Mann mit einem Gurt gesichert sein.

Was ist bei einer Bockleiter zu beachten?

- Bockleitern sollen nur verwendet werden, wenn sie mit einer Spreizsicherung versehen sind.

- Bockleitern nicht als Anstell-Leitern verwenden.



Sprossenbockleiter

1 Scharnier oder Seitenband
2 Verbindungsbolzen
3 Spreizsicherung (Gurten, Ketten oder andere geeignete Massnahmen)

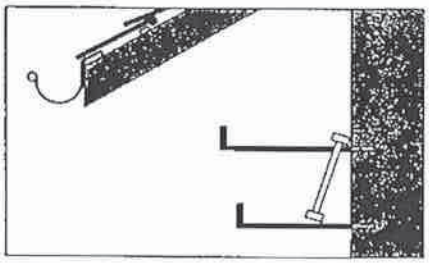
Wie halte ich eine Leiter in gutem Zustand?

- **Durch regelmässige Kontrolle**

Sämtliche Leitern eines Betriebes sollten periodisch kontrolliert und jährlich mindestens einmal gründlich und systematisch überprüft werden. Dies geschieht am besten mit Hilfe einer Checkliste.
Auch der Benutzer sollte vor Gebrauch einer Leiter jeweils prüfen, ob sie sich in einwandfreiem Zustand befindet. Dies gilt insbesondere auch für betriebsfremde Leitern! Wenn bei der visuellen Prüfung Zweifel am Zustand der Leiter entstehen, empfiehlt es sich, eine Festigkeitsprüfung durchzuführen.

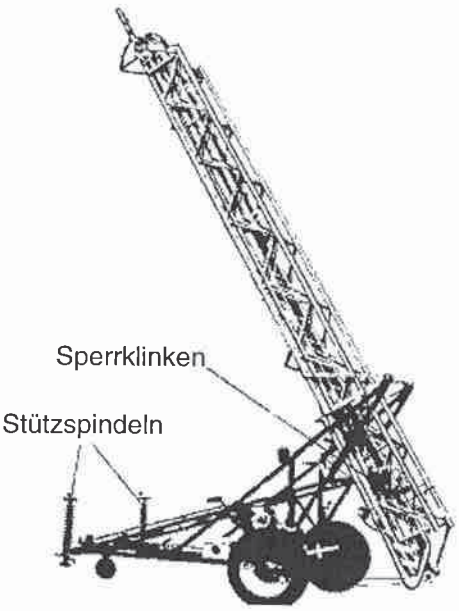
- **Durch sachgemässes Lagern**

Bewegliche Leitern sind in gedeckten, gut durchlüfteten Räumen oder unter einem Schutzdach aufzubewahren.



Fahrleitern

Fahrleitern dürfen nur unter fachkundiger Aufsicht auf- und abgebaut sowie benutzt werden.



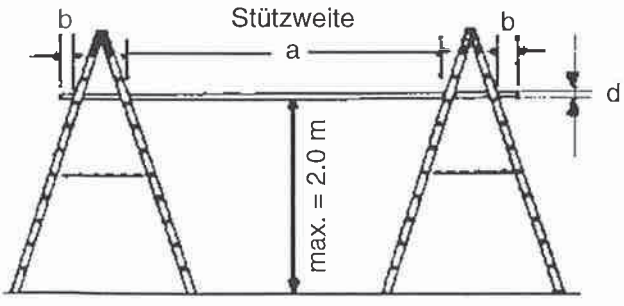
Darauf achten, dass

- die Stützspindeln richtig ausgefahren werden
- die Sperrklinken ordnungsgemäss einrasten
- die Belastung nicht überschritten wird
- Fahrleitern nicht bewegt werden, solange sich jemand auf ihnen befindet
- die auf der Leiter Arbeitenden gegen Absturz gesichert sind
- Signalisation "Baustelle" vorhanden ist

Arbeitsgerüste

- **SUVA-Richtlinie beachten** (SUVA-Form. 1796)
- Gerüste müssen ab 2.0 Meter Höhe mit Schutzlehnen und Bordbrettern versehen sein. Geländer und Zwischenholm müssen gegen unbeabsichtigtes Lösen, das Bordbrett muss gegen Kippen gesichert sein.
- Bei einem absturzgefährdenden Abstand des Gerüstes vom Bauwerk müssen Schutzlehnen auch auf der Bauwerkseite angebracht werden.
- Behelfsgerüste sind nur für kleinere Arbeiten zulässig. Bretter oder Bohlen werden auf standsichere und tragfähige Unterlagen (z.B. Böcke oder Stehleitern) gelegt. Fässer, Kisten, Eimer, lose Ziegelsteine und andere unsichere Unterlagen dürfen nicht verwendet werden. Die Standfläche darf bei Behelfsgerüsten nicht höher als 2.0 Meter über dem Boden liegen.

Behelfsgerüst



Doppelleitern

b: mind. 0.2 m

Stützweite a	Brettdicke d
2.0 m	35 mm
2.4 m	40 mm
3.0 m	45 mm
3.8 m	50 mm

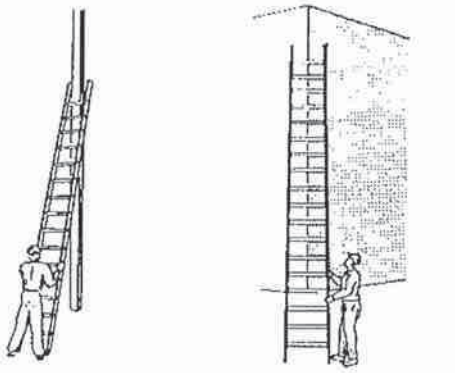
Fahrbare Arbeitsbühnen

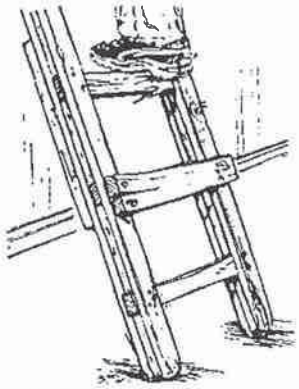
Grundsatz: Anordnungen des Chauffeurs befolgen

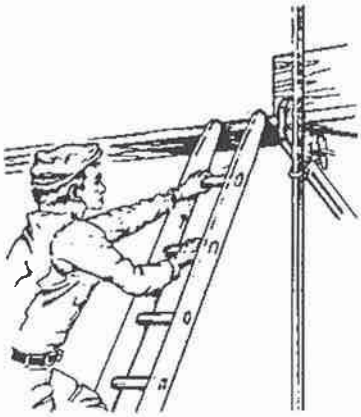
- **SUVA-Richtlinien beachten** (SUVA-Form. 2072)
- Die Hebebühne darf nur benützt werden, wenn alle Aggregate einwandfrei funktionieren und das Fahrzeug gut abgestützt ist. Es ist verboten, Sicherheitsvorkehrungen ausser Wirkung zu setzen. Störungsbehebungen und Wartungsarbeiten an der Hebebühne dürfen nur durch Fachpersonal durchgeführt werden.
- Die Arbeitshebebühnen müssen unter Berücksichtigung von Einflüssen eine genügende Sicherheit gegen Kippen aufweisen.
- Auf Strassen und wenn die Arbeitskörbe vom Verkehr gefährdet werden können, ist die Hebebühne mit Kennzeichnungen, Abschrankungen oder mit verkehrsregelnden Sicherungsposten gemäss Strassenverkehrsgesetz zu sichern.
- Die Hebebühne darf **ausschliesslich** vom Chauffeur bedient werden.
- Begleitpersonen haben die Weisungen des ausgebildeten Chauffeurs zu befolgen.
- Beim Beladen der Arbeitskörbe dürfen die maximal zugelassene Personenzahl sowie die Maximallast nicht überschritten werden.
- **Bei Arbeiten** mit der Hebebühne die Personen in den Arbeitskörben bei Bedarf mit Sicherheitsgurten vor dem Absturz sichern.
- In den Arbeitskörben keine Leitern, Böcke etc. verwenden.
- Bei elektrischen Fahr- und Freileitungen für Berührungsschutz sorgen.
- Windstärke ist zu beachten.

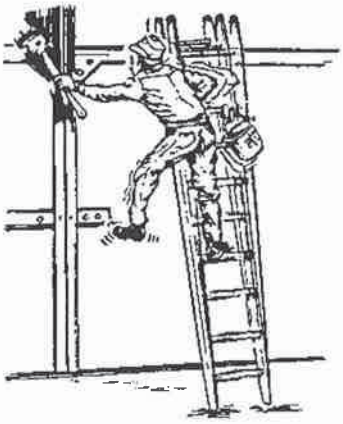
Was ist hier sicherheitswidrig?

* Markieren Sie sicherheitswidrige Zustände und sicherheitswidriges Verhalten, die Sie in den Zeichnungen erkennen.









Wie macht man es richtig ?

Wie verhindert man ein Rutschen der Leiter auf Naturboden?

Wie stellt man eine Leiter richtig an?

Wie besteigt man eine Leiter richtig?

Woran erkennt man «sichere Leitern»?

(Nicht zutreffende Bilder sind zu streichen)

4. Auflage 03.2001

Was wird hier falsch gemacht?

4. Auflage 03.2001

3.2.3 Sicherungsmassnahmen auf Dächern

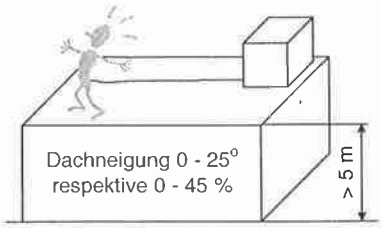
Grundsatz:
- Verhältnisse beurteilen
- gegen Absturz sichern
- SUVA-Verordnung 1805 und Merkblatt 44066 beachten

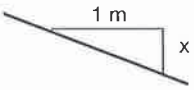
Gemäss gesetzlichen Bestimmungen sind bei Arbeiten an und auf Dächern Sicherungsmassnahmen erforderlich.

Für die Arbeiten an Freileitungen sowie für Schneeräumung und Dachkontrollen etc. sind die wesentlichen Bestimmungen aus SUVA-Form. nachstehend dargestellt:

Arbeiten auf Dächern für kurzdauernde Arbeiten

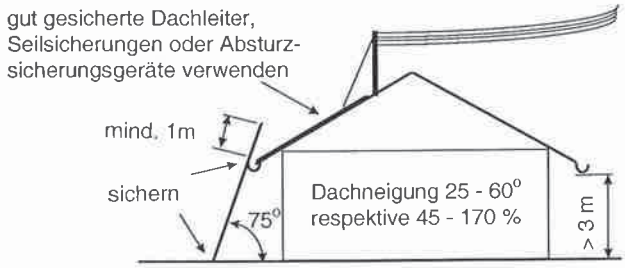
Dachneigung bis 25 °





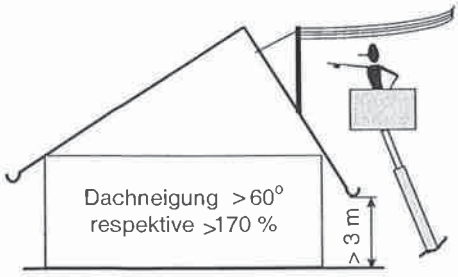
x in cm = Neigung in Prozent

Dachneigung zwischen 25 ° und 60 °



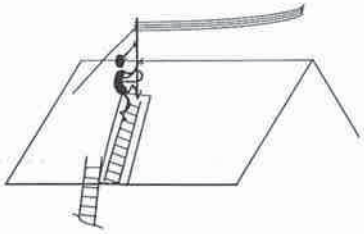
Bei Gleitgefahr sind solche Massnahmen bereits für Absturzhöhen grösser 2 m und bei weniger als 45 % Neigung zu treffen.

Dachneigung von mehr als 60 °



Oder gleichwertige Vorrichtungen, wie fahrbare- oder befestigte Dachleitern einsetzen. Seilsicherungen oder Absturzsicherungsgeräte verwenden.

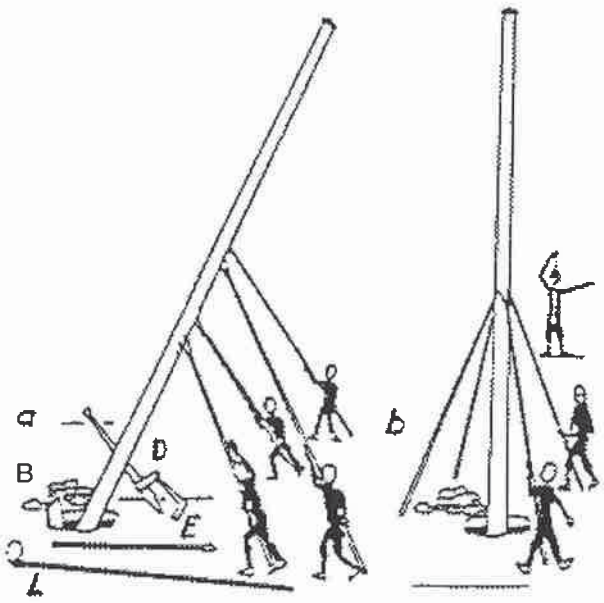
Dachflächen mit Durchbruchgefahr



Im Zweifelsfall Fachspezialisten wie Dachdecker oder Spengler beiziehen.
Das Arbeiten ist nur von Laufstegen oder speziellen Dachleitern gestattet.

3.2.4 Tragwerke

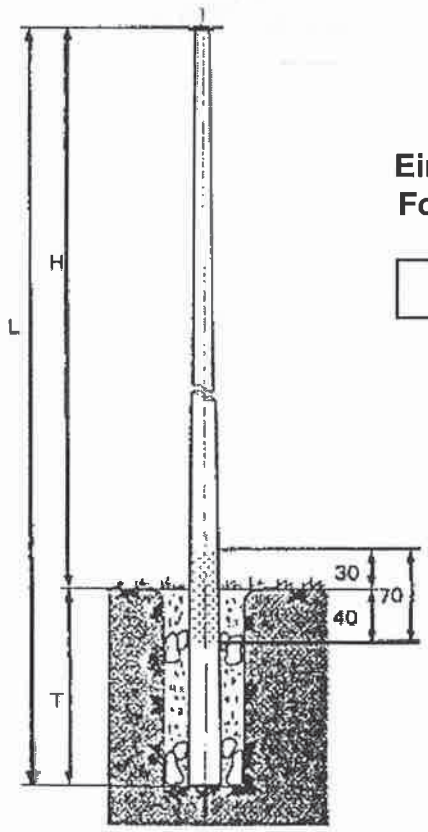
Stellen einer Holzstange



a Fassen der Stange mit Stichern
b Stange steht in den Stichern und wird gesenkelt
E Locheisen
L Lochschaufel
D Drehhaken
B Brett oder Locheisen

Nach den üblichen Vorarbeiten, wie Ausmessen und Abstecken der Leitung, kann mit dem eigentlichen Bau begonnen werden.

Die Stangenlöcher werden ausgehoben. Je nach Bodenart eignet sich der Bohrer oder die Lochschaufel besser. Nach dem Lochen erfolgt das Aufstellen der Stangen. Sie werden mit dem Fussende über das Loch gelegt. Das Locheisen oder ein Brett stellt man so ins Loch, dass beim Aufstellen die Stange gut gleiten kann. Ein Brett wird nur bei lockerem Erdboden verwendet. Es verhindert das Abrutschen der Erde in das Loch. Zuerst wird die Stange von Hand angehoben. Von einer gewissen Höhe wird sie von mindestens drei Seiten mit den Stichern gestützt; man sagt, sie stehe in den Stichern. Der Gruppenchef entfernt sich einige Meter und senkelt die Stange mit dem Senkblei. Der untere Kranz aus Verkeilsteinen wird eingebracht und Erde darauf gestampft. Zirka 30 cm unter dem Erdboden wird die Stange mit dem zweiten Kranz verkeilt und das Terrain anschliessend ausgeebnet. Bei längeren Stangen werden drei Steinkränze eingebracht. Werden die Isolatoren schon vor dem Stellen der Stange montiert, muss die Stange in die richtige Lage eingedreht werden. Stehen alle Stangen und sind die Isolatoren montiert, wird die Installation für den Leiterzug aufgestellt.



Impfzone bei der Nachbehandlung (in cm).

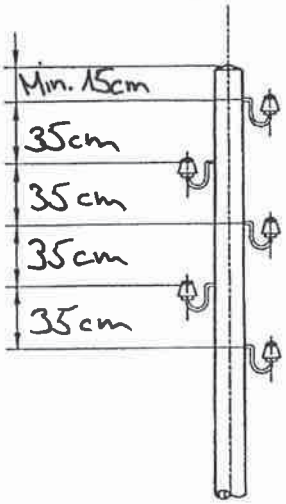
Einbautiefe nach der Formel: (LeV, Art. 57)

$$T = 0.1 \times L + 0.4m$$

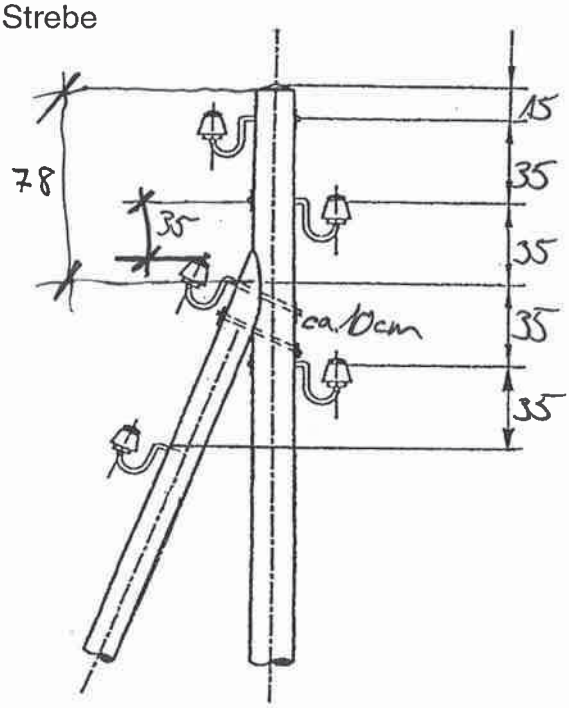
L	T	H
m	m	m
9	1.3	7.7
10	1.4	8.6
11	1.5	9.5
12	1.6	10.4
13	1.7	11.3
14	1.8	12.2
15	1.9	13.1
16	2.0	14.0
17	2.1	14.9
18	2.2	15.8
19	2.3	16.7
20	2.4	17.6

Mastbilder NS

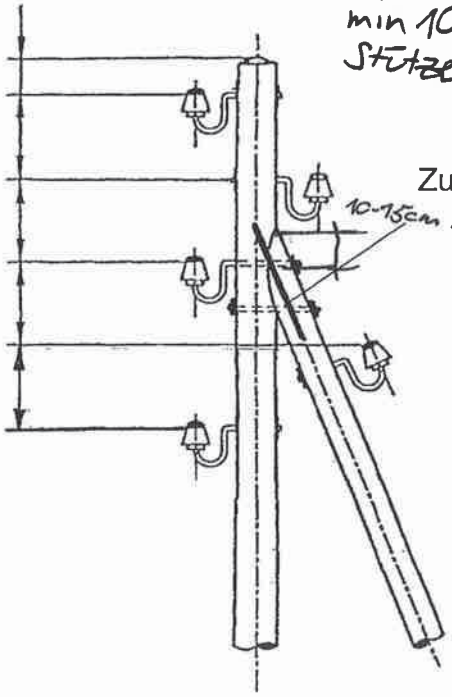
Linie



Mit Strebe



Stockenschraube auch schräg



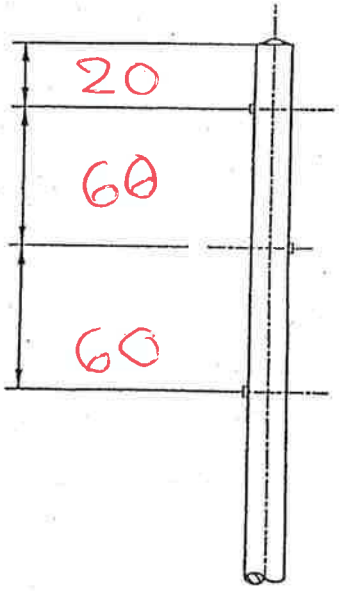
Hinweis:
Masse sind individuell und durch die Kurskommission zu bestimmen

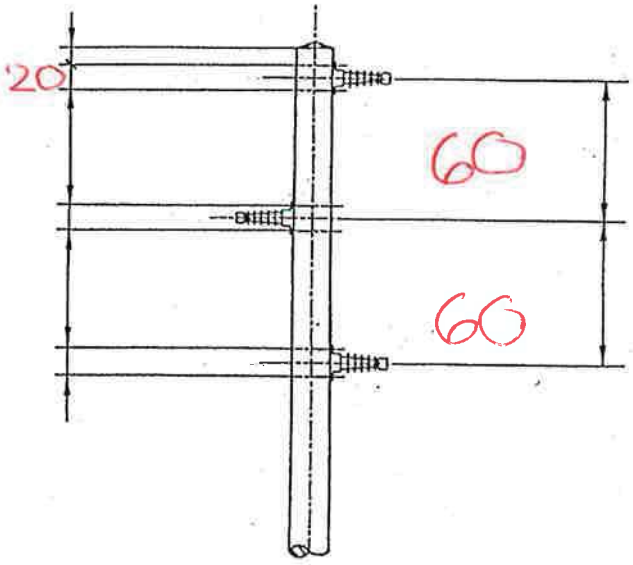
Mastbilder MS

Linie

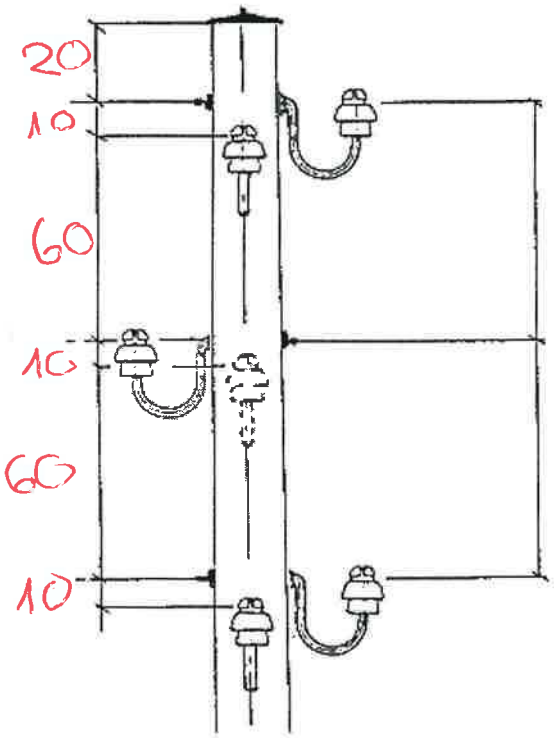
Für Isolatortyp

- Beznau
- Stützisolator Spiralbund
- Stützisolator Kopfarmatur

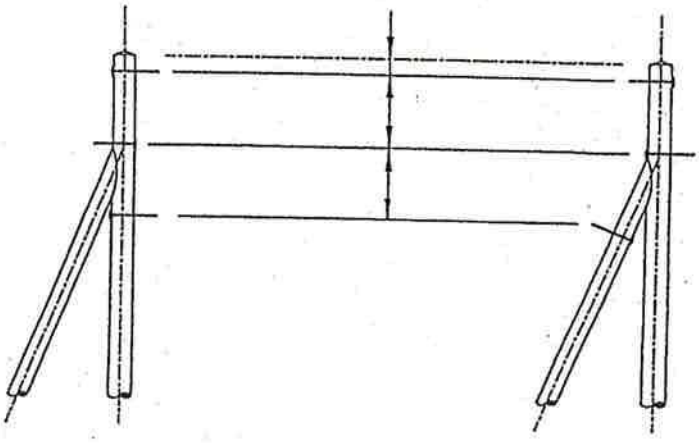




Kreuzbild

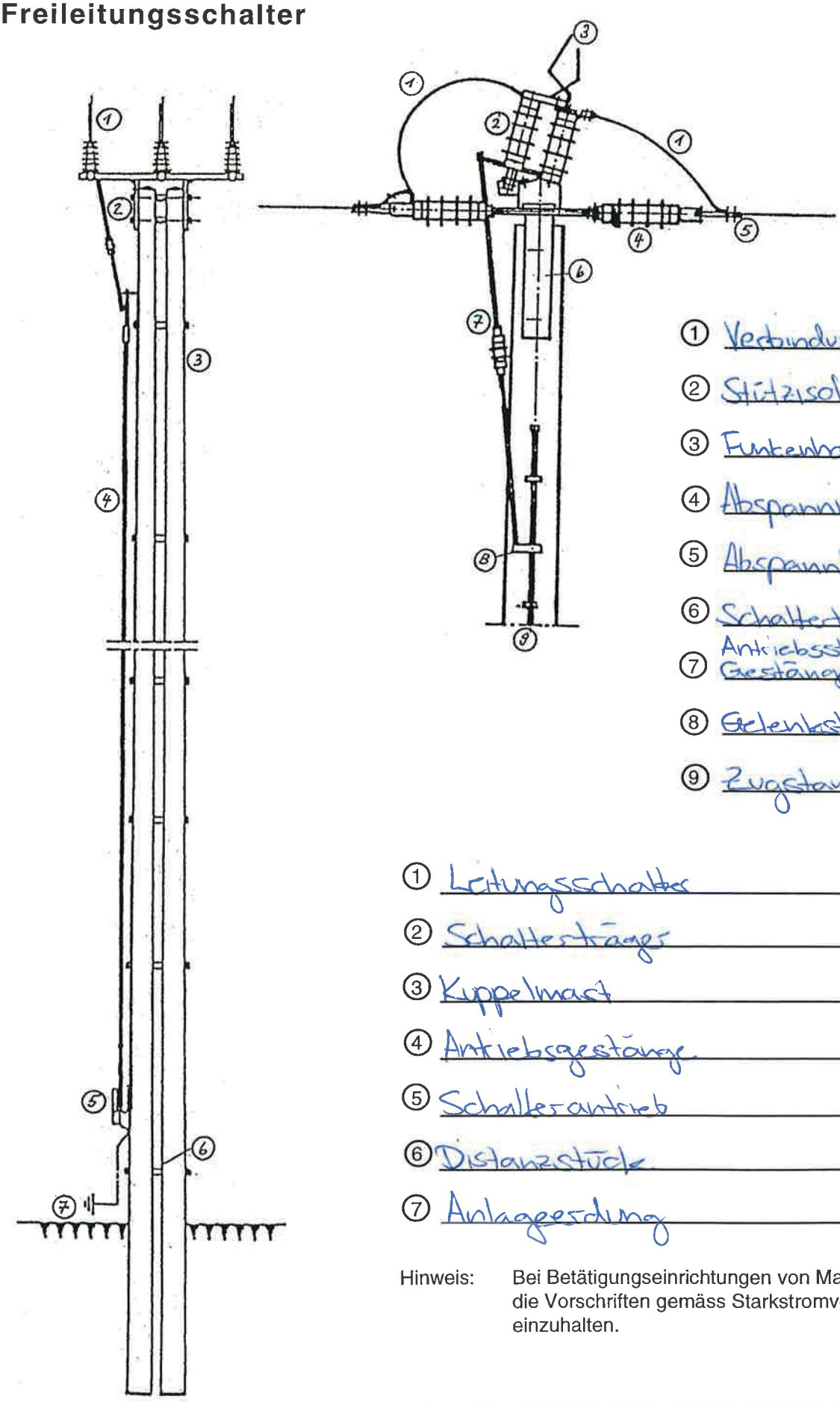


Mastbild Winkel



Hinweis:
Masse sind individuell und durch die Kurskommission zu bestimmen

Freileitungsschalter



① Verbindungsbänder
② Stützisolatoren
③ Funkenhorn
④ Abspannisolatoren
⑤ Abspannklemmen
⑥ Schalterträger
⑦ Antriebsstange mit Gestängeisolator
⑧ Gelenkstücke
⑨ Zugstange

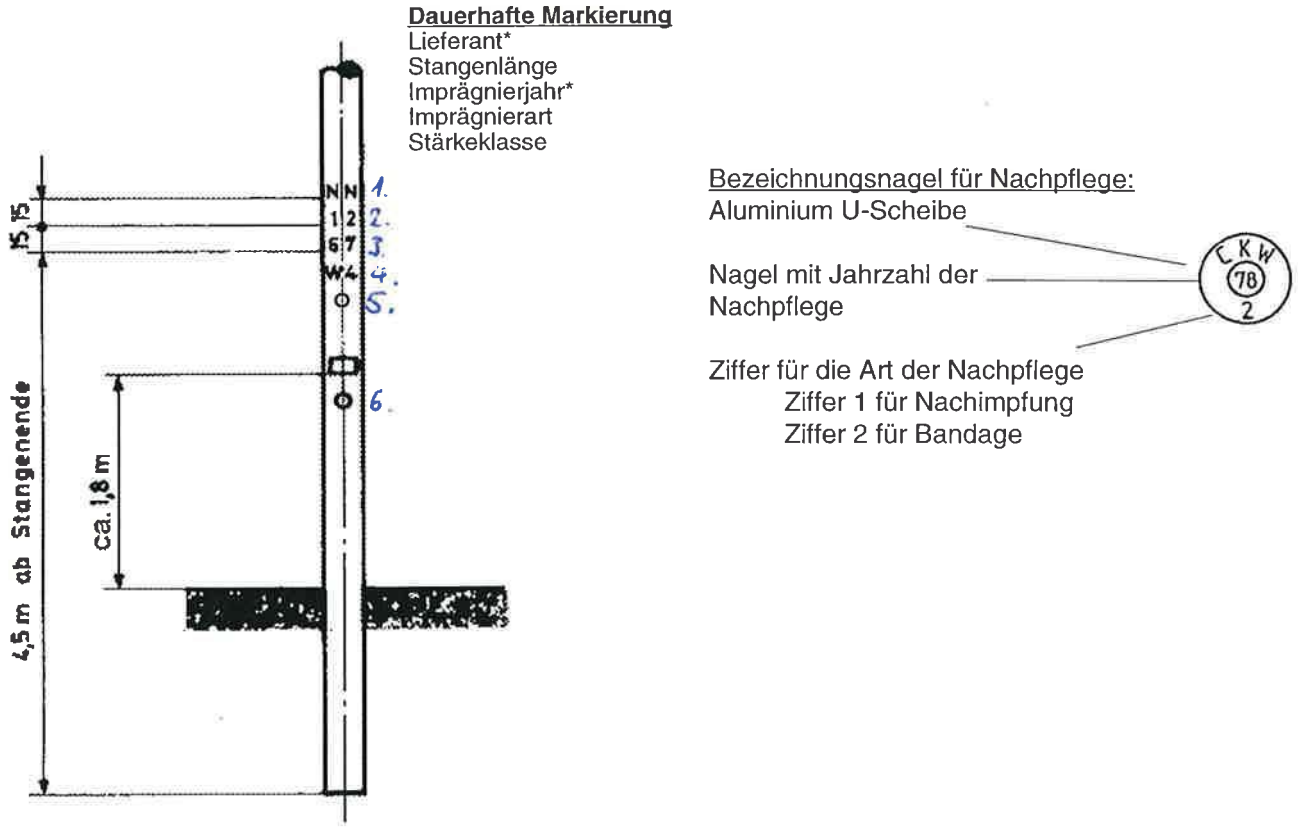
① Leitungsschalter
② Schalterträger
③ Kuppelmast
④ Antriebsgestänge
⑤ Schalterantrieb
⑥ Distanzstücke
⑦ Anlageerdung

Hinweis: Bei Betätigungseinrichtungen von Mastschaltern sind die Vorschriften gemäss Starkstromverordnung Art. 54 einzuhalten.

Stangenbezeichnungen

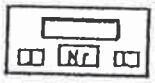
Hinweis- und Warnschilder

Holzmasten sind mit der **Jahreszahl der Imprägnierung*** und dem Kennzeichen des **Lieferanten*** dauerhaft zu markieren (LeV Art. 60).



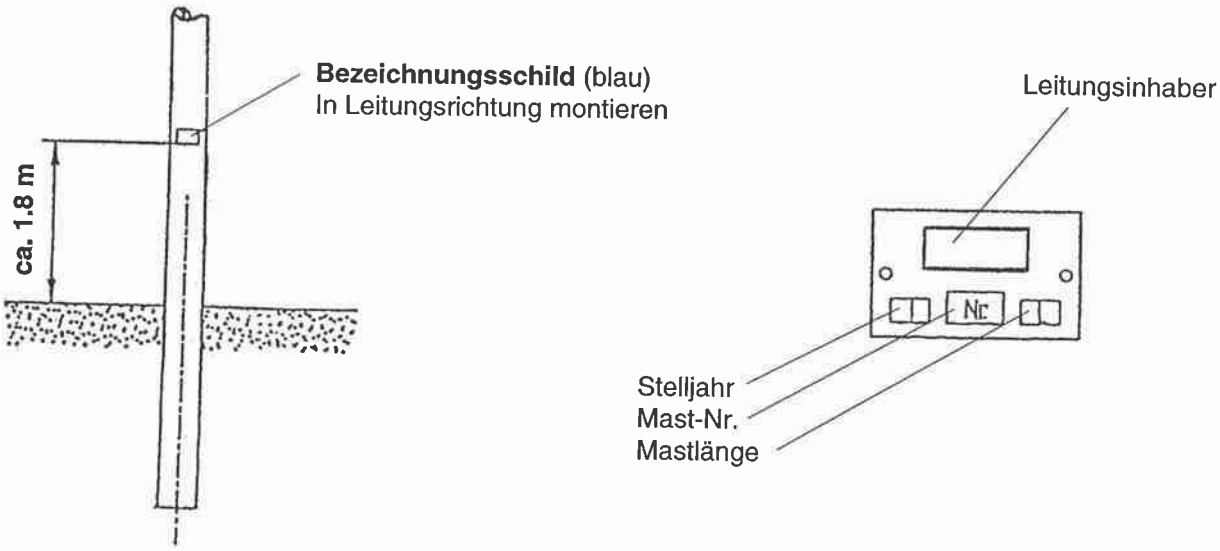
1. IW = Imprägnierwerk Willisau
2. Länge
3. Imprägnierjahr
4. Imprägnierart W4 Wechseldruckverfahren
5. Stärkeklasse normal/mittel/stark (als Nagel)
6. Nagel zur Kontrolle der Nachpflegung

Bemerkung:

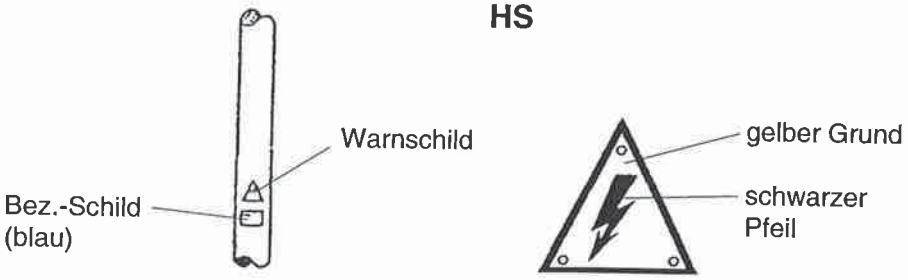


Sämtliche **Tragewerke** sind zu **nummerieren** und mit der **Bezeichnung** des **Werkes** und der **Jahreszahl** der Aufstellung zu versehen.
An HS-Tragwerken sind zusätzlich **Warnzeichen** anzubringen (gelbes Dreieck). LeV, Art. 60.

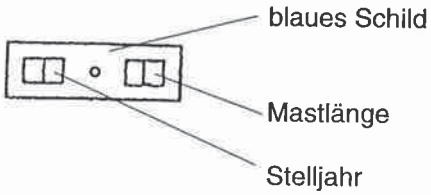
NS, 400 V



HS

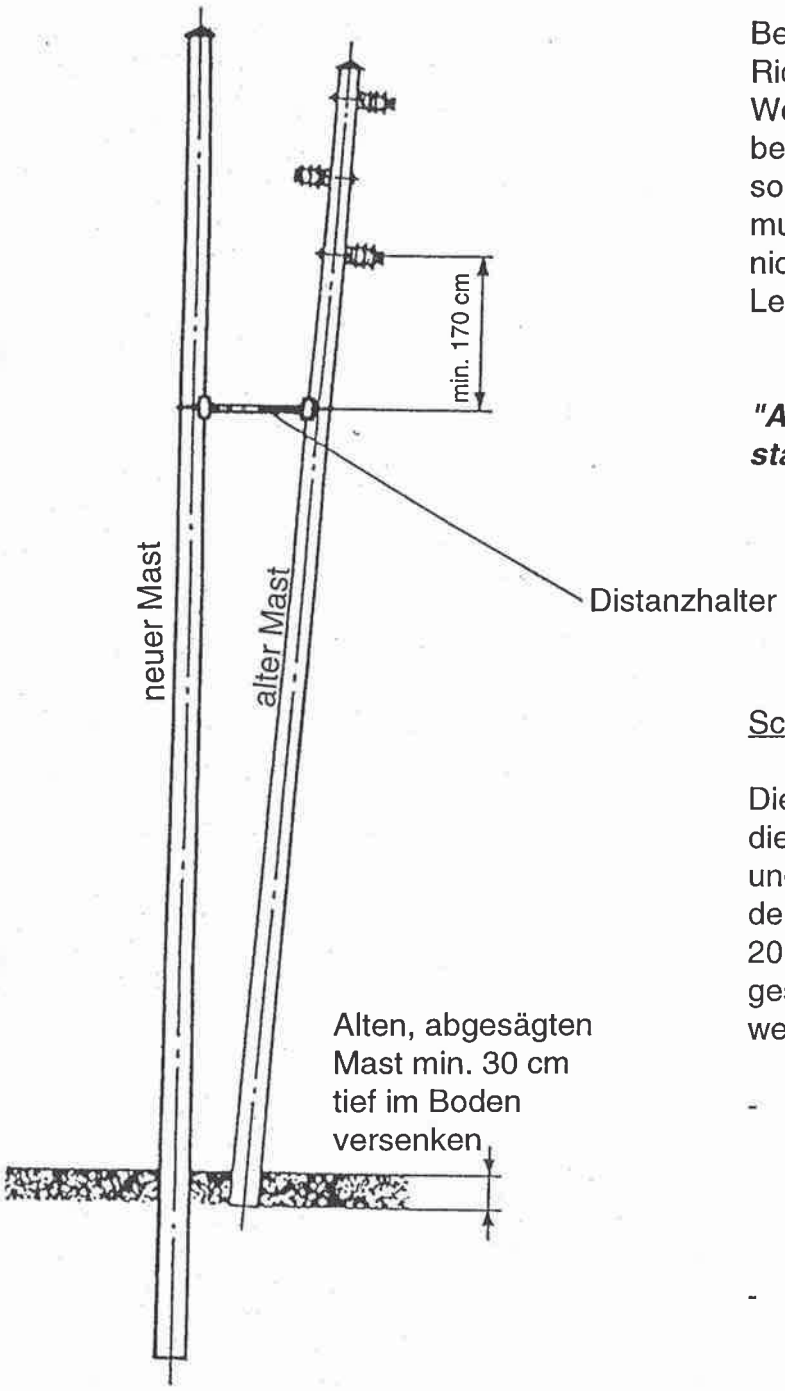


Bezeichnung von Streben NS und MS



Stangenwechsel

Stangensicherung



Ersatz

Beim Ersatz von Tragwerken gelten die Richtlinien oder Vorschriften der Werke. Wenn beim Aufstellen der Tragwerke die bestehende Leitung unter Spannung bleibt, soll man sich nicht in Gefahr bringen. Man muss darauf achten, dass die Tragwerke nicht mit der unter Spannung gebliebenen Leitung in Berührung kommen.

"Achtung: Frisch imprägnierte Holzstangen sind leitfähig."

Schrägziehen der zu ersetzenden Stange

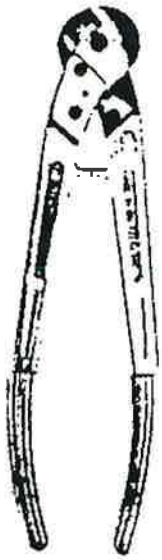
Die zu ersetzende Stange wird geneigt, bis die Distanz zwischen der neuen Stange und dem nächsten unter Spannung stehenden Leiter immer grösser ist als 1.50 m (bei 20 kV). Andernfalls muss die Leitung ausgeschaltet, geerdet und kurzgeschlossen werden.

- Es sind Vorkehrungen zu treffen, dass die Leiter die neue Stange auch bei starken Windbewegungen nicht berühren.
- Abstände nach EN 50110 beachten.

Leitungsbauwerkzeuge

Benzinbohrhammer

Sticheisen mit Gabel

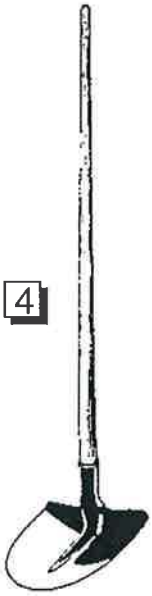


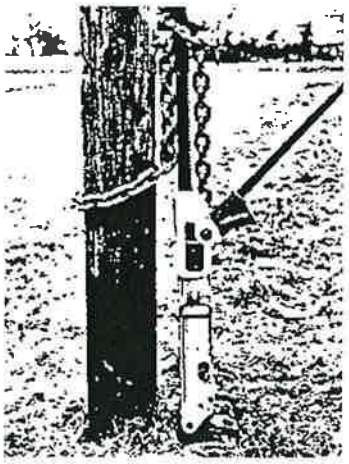
Drahtschere

1

2

3

4 

5 

1 Locheisen mit flacher Schneide

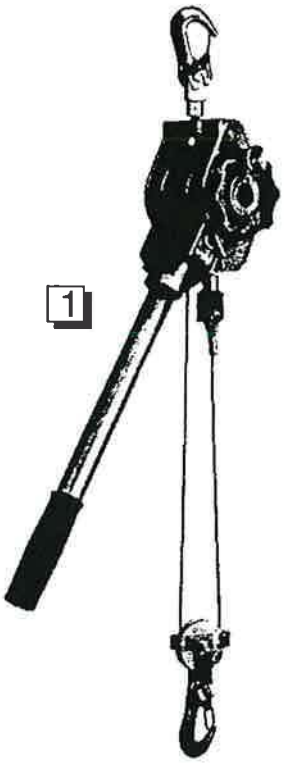
2 Locheisen spitzig

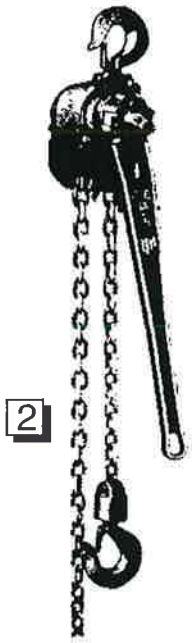
3 Locheisen spitzig und flach

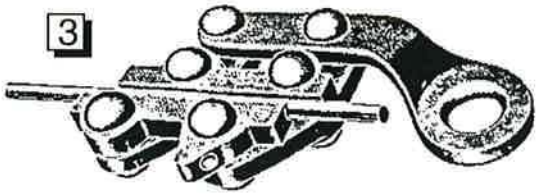
4 Lochschaufel

5 Mastwinde

Leitungsbauwerkzeuge





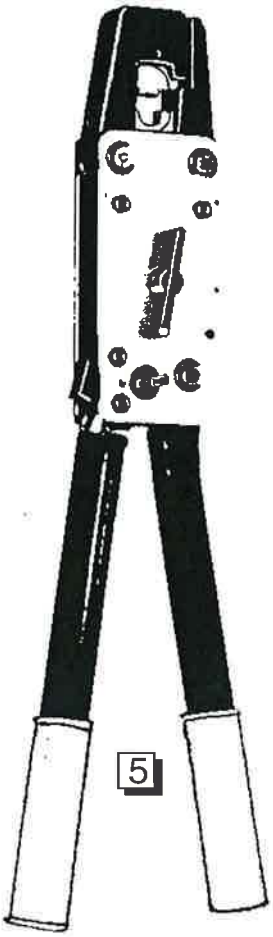


3 Seilspannklemme (Frosch)

2 Kettenzuggerät

1 Seilzuggerät

4 Seilzuggerät

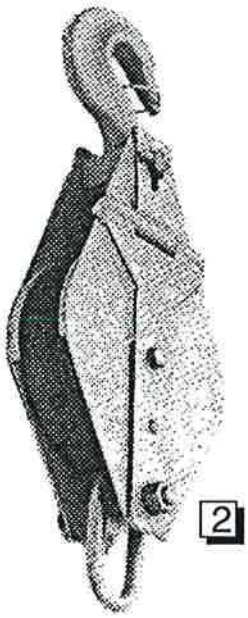


5 Handpresszange

6 Stahlseil auf Haspel

Leitungsbauwerkzeuge

1

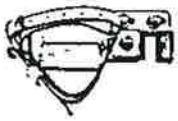
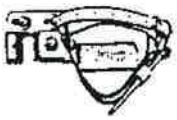

2

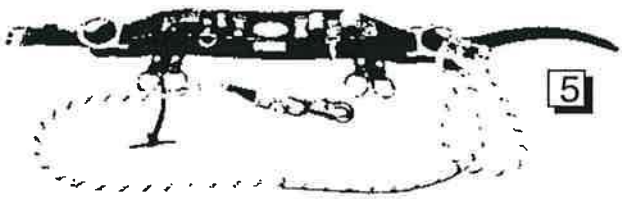
3

1 Hydraulische Stahlseilschere

2 Seilrolle (Umlenkrolle)

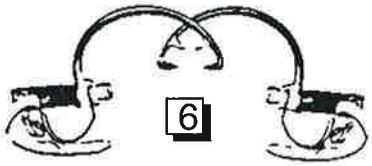
3 Seilflaschenzug



4


5

4 Steigeisen für Gittermasten

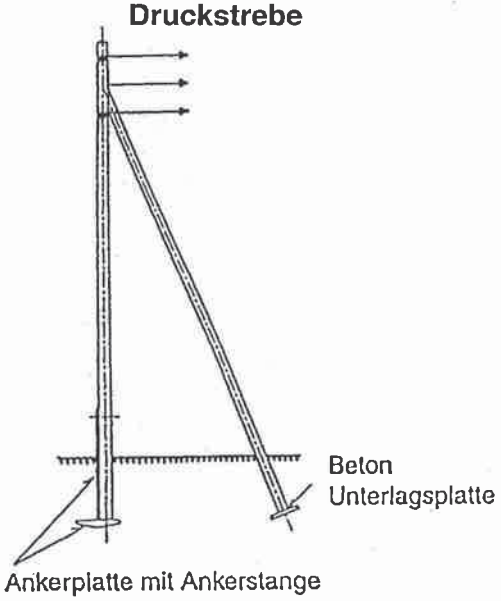
5 Sicherheitsgurt


6

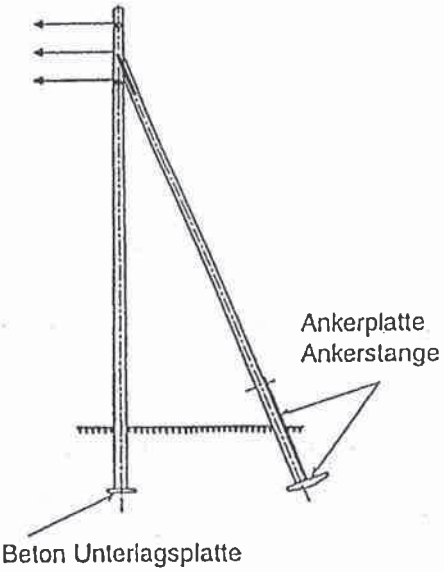
6 Steigeisen für Holzmasten

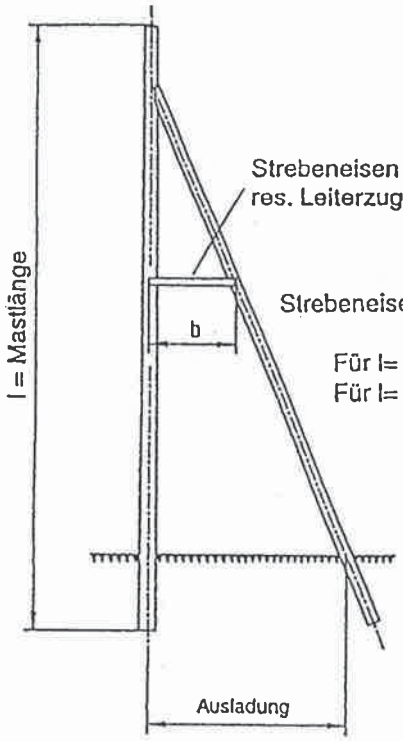
3.2.6 Streben und Verankerungen

Druckstrebe



Zugstrebe

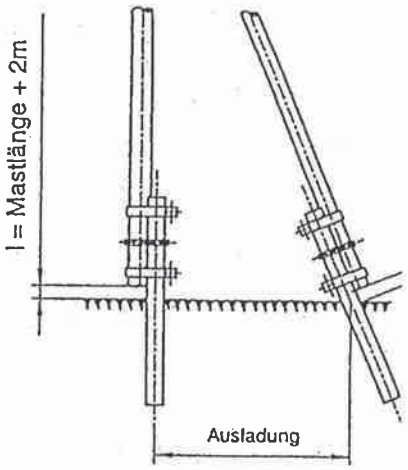




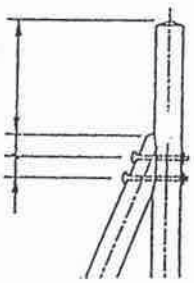
Strebeneisenlänge:

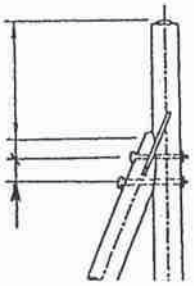
Für l= 11m bis 13m	b= 1.6m
Für l= 14m bis 18m	b= 1.9m

Strebe mit Sockel bei:
- -schlechten Bodenverhältnissen
- -langen Masten



Ausladung
Siehe Stangenverankerung
(Seite 4)



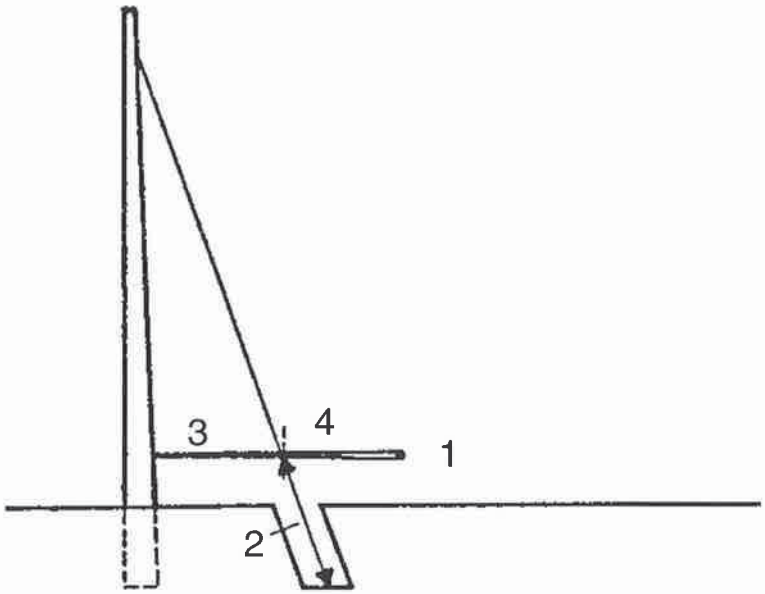


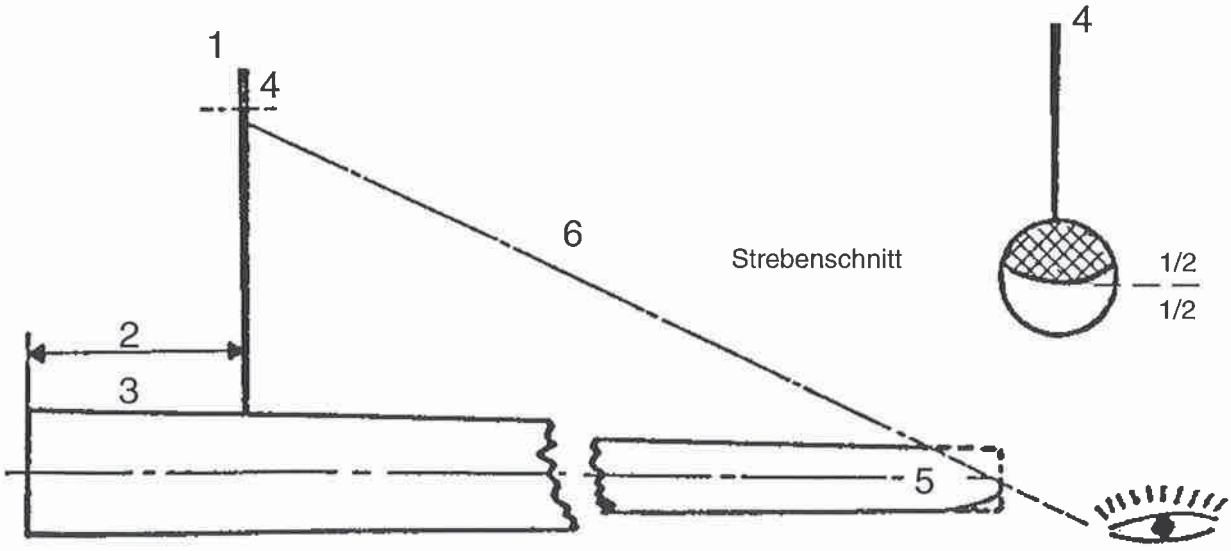
Hinweis:
Masse sind individuell und durch die Kurskommission zu bestimmen

4. Auflage 03.2001

Praktikerregel

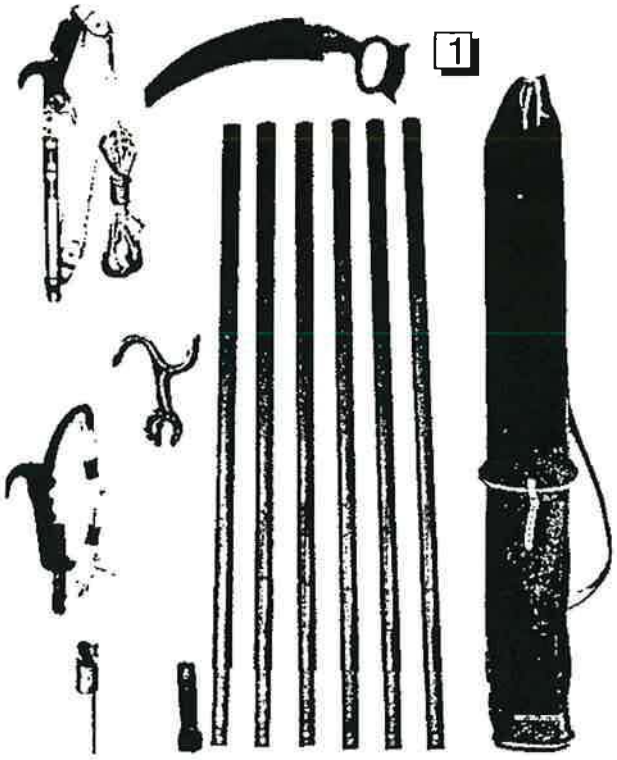
Bestimmen der Strebenlänge und des Strebenschnittes:





1. Sticher in die Stange stecken
2. Distanz Strebenloch - Sticher
3. Distanz Sticher - Stange
4. Gut sichtbare Markierung am Sticher anbringen
5. Strebenschnitt aushauen
6. Optische Linie über den Strebenschnitt
   - ➞ Wenn die Linie eine Handbreite unter der Markierung auf den Sticher trifft, ist der Schnitt in der Regel gut.

Leitungsbauwerkzeuge



1 Ausastgarnitur

2 Stangenspitzbohrer

3 Spiralbohrer

Werkzeuge für Strebenanschnitt

4 Hohlbeil

5 Zugmesser