



Technische Hilfe

Tiefbauunfälle

**Für die Einsatzkräfte der Feuerwehr
der Kreis- und Stadtfeuerwehrverbände
des Landes Schleswig-Holstein**



Tiefbauunfälle

- In diesem Ausbildungsabschnitt werden beispielhaft das Arbeiten , das Aufhalten an der Einsatzstelle und der sichere Umgang mit Einsatzmitteln dargestellt.



Tiefbauunfälle

Ursachen!

- Falsche Einschätzung des Untergrundes bzw. Erddrucks
- Zu tiefen Aushub der Grube
- Fehlerhafter oder fehlender Verbau
- Fehlender oder zu steiler Böschungswinkel des Grubenrandes
- Zu hohe Lasten am Grubenrand (Material/Fahrzeuge ...)
- Absturz von Baumaschinen
- Unerwarteten auftreten von Hang- oder Grundwasser
- Ausspülungen durch Wasserrohrbrüche



Tiefbauunfälle

Fehlerhafte Verbauarbeiten führen oft zum Einsturz wegen:

- Wahl eines ungeeigneten Verbaues
- Zu spätes Einbringen eines Verbaues
- Setzen zu weniger Steifen/Streben/Spreizen oder kurzfristiges Entfernen von Steifen/Streben/Spreizen
- Lücken im Verbau
- Fehlende oder falsche Hinterfüllung des Verbaues
- Falsche Reihenfolge beim Rückbau des Verbaues



Tiefbauunfälle

Weitere Ursachen für den Einsturz von Gruben und Gräben:

- Volumenvergrößerung durch Eisbildung
- Gewichtserhöhung durch Wassereintritt
- Bildung von Rutschflächen auf wasserundurchlässigen Schichten
- Auftauen des gefrorenen Baugrundes
- Erschütterungen (Beben, Explosion, Verkehr, Maschinen)



Tiefbauunfälle

Grundsätzliches Vorgehen:

- **Vorsicht bei der Anfahrt (Erschütterungen, Abstand)**
- **Erkundung der Lage**
 - **Anzahl der verletzten oder vermissten Personen feststellen (Vorsicht beim Herantreten an die Unfallstelle)**
- **Betreuung der betroffenen Person(en)**
- **Kräfte nachfordern:**
 - **Feuerwehr (Manpower), DL**
 - **Notarzt**
 - **THW mit Fachgruppen (Ortung, Räumen)**
 - **Baufirmen, Energieversorger ...**



Tiefbauunfälle

Grundsätzliches Vorgehen:

- Absperren der Einsatzstelle
- Erschütterungen vermeiden
- Sicherungs- und Beobachtungsposten aufstellen
- So wenig Personal wie möglich im unmittelbaren Gefahrenbereich
- Belastung des Kantenbereiches ausschließen (60 cm!)
- Gas, Wasser, Strom, Fernwärme abstellen lassen
- Abstützung des nachrutschenden Erdreiches (Böschungswinkel beachten).



Tiefbauunfälle

Grundsätzliche taktische Sicherheitsregeln

- **Ausreichender Schutz der eigenen Kräfte muss bei allen Einsatzmaßnahmen sichergestellt sein, auch bei Rettungsarbeiten**
- **Für die Beurteilung und sachgemäße Einsatzdurchführung ist die Kenntnis der auftretenden Erddrücke, der erforderliche Böschungswinkel, der zulässigen Grabentiefen (ohne Verbau) und der einschlägigen Verbauarten unerlässlich**
- **Ist das Retten von eingeklemmten oder verschütteten Personen im Graben selbst nicht möglich (hoher passiver Erddruck), so muss beiderseits der Grube abgetragen werden, Beachtung der erforderlichen Böschungswinkel oder es muss ein sachgemäßer Verbau hergestellt werden.**



Tiefbauunfälle

Grundsätze für die Rettung verschütteter Personen:

- **Absperren von Versorgungsleitungen (Gas, Elektro, Wasser, Öl)**
- **Möglichst genau feststellen, wo die vermissten Personen zu suchen sind!**
- **Suchhilfen anfordern! (Geophone, Infrarot- und Wärmemelder, Hundestaffel ...)**
- **Übersicht verschaffen, Lage besprechen!**
- **Handskizze erstellen! (Systematisch vorgehen)**
- **Verschütteten möglichst in Handgrabung befreien, jedoch prüfen, ob der Einsatz von schwerem Gerät möglich ist, um die Rettung zu beschleunigen!**



Tiefbauunfälle

Grundsätze für die Rettung verschütteter Personen:

- Befreiung der Atemwege!
- Beleben des Kreislaufs!
- **Achtung!!** Bei unterkühlten Personen und bei länger vom Blutkreislauf unterbrochenen Gliedmaßen! (**Crush-Syndrom**)



Crush-Syndrom

Die Hälfte derjenigen, die durch eine Verschüttung unter Trümmern zu Tode kommen, sterben innerhalb der ersten 15 Minuten und rund 75 Prozent innerhalb der ersten 45 Minuten.

Sie erliegen ihren schweren mechanischen Verletzungen, einem Blutungsschock oder sie ersticken, erklärte Prof. Dr. Bernd Domres. (Katastrophenmediziner)

Typische Verletzungen bei Verschüttung seien das so genannte Compartment- und Crush-Syndrom.

Dies seien Quetschungen der Muskulatur, worauf diese absterbe.

In der Folgezeit gelangten Eiweißstoffe, saure Stoffwechselprodukte und Kalium in den Blutkreislauf und vergifteten die Nieren. Es komme zum Nierenversagen, das unbehandelt zum Tode führe.



Crush-Syndrom

Für die Rettungsmaßnahmen gilt es laut Domres, den so genannten Bergungstod zu vermeiden.

Darunter versteht man, dass nach mehreren Stunden oder Tagen aus den Trümmern Gerettete innerhalb der nächsten Minuten sterben.

„Nach dem Wegräumen von auf den Verschütteten lastenden Trümmern werden die gequetschten Arme und Beine und ihre Muskulatur wieder besser durchblutet. Das führt dazu, dass die verletzten Strukturen wieder zu bluten anfangen; es kommt auch zum Einstrom giftiger Stoffe in die Organsysteme, mit der Folge einer Vertiefung des Schocks“, so Domres.



Tiefbauunfälle

Grundsätze für die Rettung verschütteter Personen:

- Immer ärztliche Versorgung anfordern!
- Notabstützungen zur Sicherung anbringen lassen!
- Fachlichen Rat einholen von sachkundigem Personal
(Fachingenieure der Bauleitung, Berufsgenossenschaften
und der Bauaufsicht)
- Bereitstellen von technischem Gerät und Material (Abstand)
- Für ausreichende Reserven und Ablösung sorgen
(rechtzeitig nachalarmieren!)



Tiefbauunfälle

Grundsätze für die Rettung verschütteter Personen:

- **Versorgung der Einsatz- und Hilfskräfte rechtzeitig bereitstellen!**
- **Für Betreuung von Verletzten, Geretteten und Angehörigen sorgen!**
- **Für Belüftung in engen Gruben und Schächten sorgen!
Im Zweifelsfall mit Atemschutz vorgehen!**



Tiefbauunfälle

Erschwernisse bei der Menschenrettung:

Bei der Menschenrettung im Bereich von Tiefbauunfällen könnten folgende Probleme auftauchen, die in die Einsatzplanung mit einbezogen werden müssen

- Beengte Verhältnisse beim Verunglückten
- Langandauernde Rettungsmaßnahmen
- Einsatzkräfte sind aufgrund der körperlichen Belastung schnell erschöpft
(Reservekräfte bei Bedarf rechtzeitig nachalarmieren)
- Gefahr von giftigen Dämpfen bei Kanalunfällen



Tiefbauunfälle

Beim Freilegen von Verschütteten muss gegen Nachrutschen gesichert werden. Dazu eignen sich:

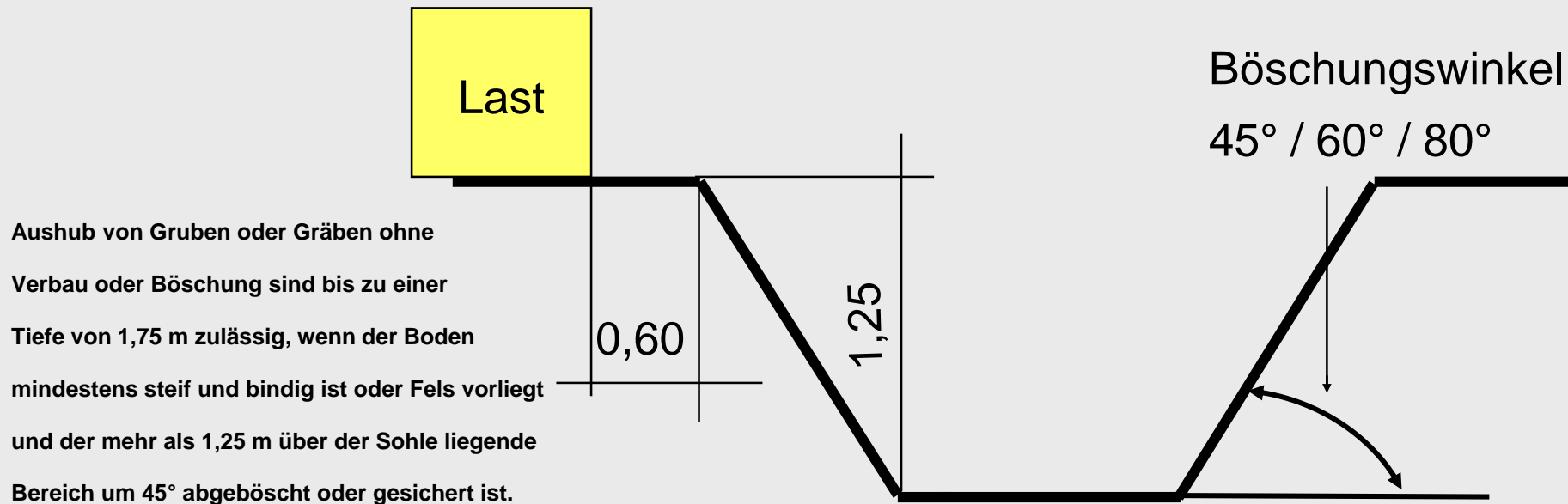
- **Abbörschen**
- **Graben-/Grubensaum sichern**
- **Waagerechter Verbau**
- **Senkrechter Verbau**
- **Ausbau (Spezialgerät)**



Tiefbauunfälle

Aushub von Baugruben, Gräben und Schächten - Sicherung durch Abböschung -

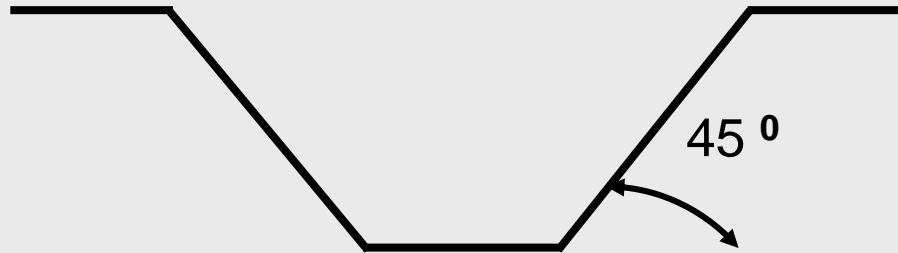
- Lastfreier Streifen am Grubenrand von mind. 0,60 m Breite.
- Böschung oder Verbau sind ab Aushubtiefen von 1,25 m grundsätzlich erforderlich.
- Baugruben und Gräben von mehr als 1,25 m Tiefe dürfen nur über Leitern oder Treppen betreten werden.





Tiefbauunfälle

Nicht bindiger oder weicher Boden



Mutterboden,
leichter Boden,
z.B. nicht bindige Sande
und Kiese

Steifer oder halbfester bindiger Boden

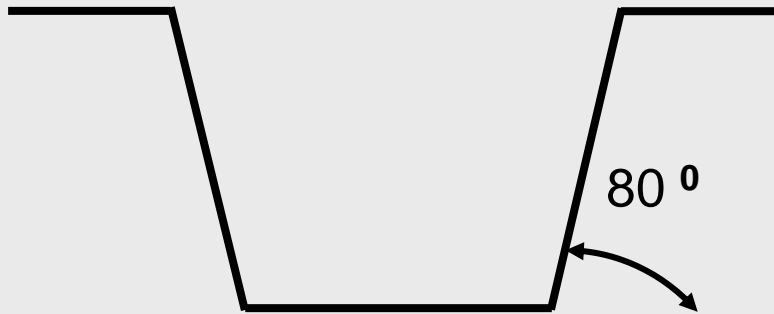


Stark lehmiger Sand,
sandiger Lehm,
Lehm



Tiefbauunfälle

Leichter und schwerer Fels



Locker und fest gelagerte
Gesteinsarten



Tiefbauunfälle

Böschungswinkel und Maßnahmen nach Bodenart

Maßnahme	Bodenart	Böschungswinkel
Abböschchen	steifer und halbfester Boden, weicher und bindiger Boden festes Gestein/Fels	max. 45° max. 60° max. 80°
Verbau	gut stehender Boden, lehmig schlecht stehender, weicher Boden, sandig	waagerechter Verbau senkrechter Verbau
Ausbau	alle Böden	senkrecht z.B. durch Einsatz von Schachtringen (Tiefbausystem Karlsruhe)



Tiefbauunfälle

Baugruben/-gräben mit senkrechten Wänden bis 1,25 m

Baugruben und Gräben bis 1,25 m Tiefe, wie sie zum Beispiel für Gebäude mit hochliegenden Keller oder zur Aufnahme von Strom, Gas, Telefon und Heizleitungen angelegt werden, dürfen allgemein ohne besondere Sicherung mit senkrechten Wänden hergestellt werden.

Aber auch bei geringen Wandhöhen kann es im Einzelfall erforderlich werden, die Wände abzuböschen oder fachgerecht zu verbauen und zwar immer dann wenn Erschütterungen zu erwarten sind.

Auch wenn der Boden schon bei früheren Bauarbeiten aufgegraben worden ist oder Verkehrslasten die Standsicherheit der Wand gefährden.



Tiefbauunfälle

Baugruben/-gräben mit senkrechten Wänden 1,25 bis 1,75 m

Bei standfestem, gewachsenen Boden kann man an den mehr als 1,25 m über der Sohle liegenden Bereich der Wand entsprechend den für die einzelnen Bodenwerte angegebenen Böschungswinkel abböschen oder mit Saumbohlen sichern.

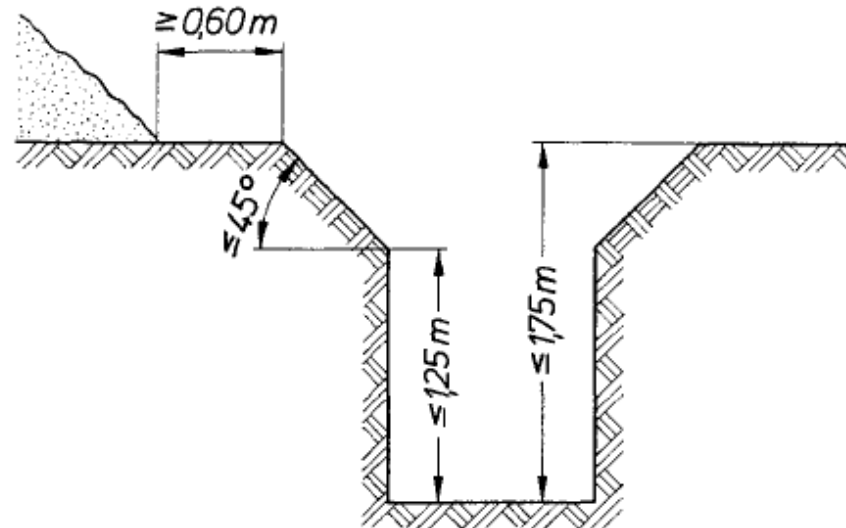
Diese Sicherungsmethode ist unzulässig wenn Erschütterungen zu erwarten sind und der Boden in der Nähe schon bei früheren Bauarbeiten aufgegraben worden ist.

Sollte das abböschen bei Grabentiefen über 1,25 m nicht möglich sein darf der Graben erst betreten werden nachdem der Graben durch besondere Sicherheitsmaßnahmen z. B. durch mechanische Verbaugeräte gesichert ist. (Hauptverband der gewerblichen Berufsgenossenschaft)



Tiefbauunfälle

Baugruben/-gräben mit senkrechten Wänden 1,25 bis 1,75 m

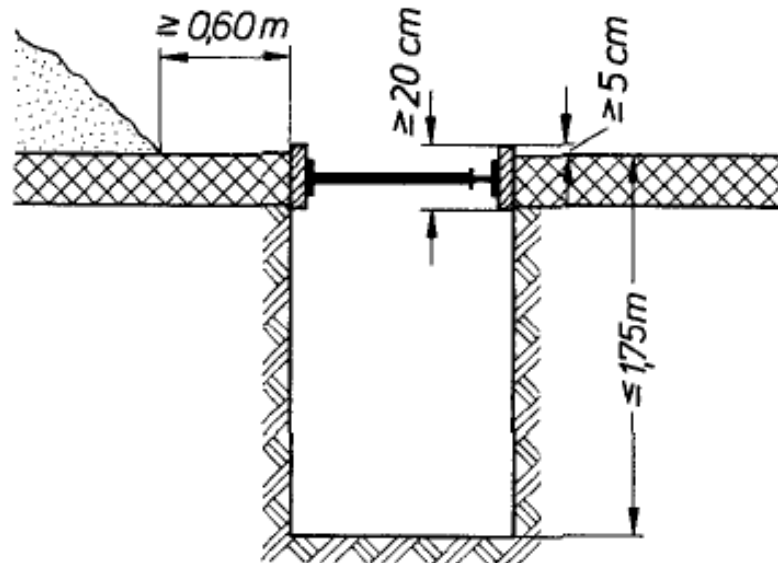


Graben mit abgeböschten Kanten



Tiefbauunfälle

Baugruben/-gräben mit senkrechten Wänden 1,25 bis 1,75 m

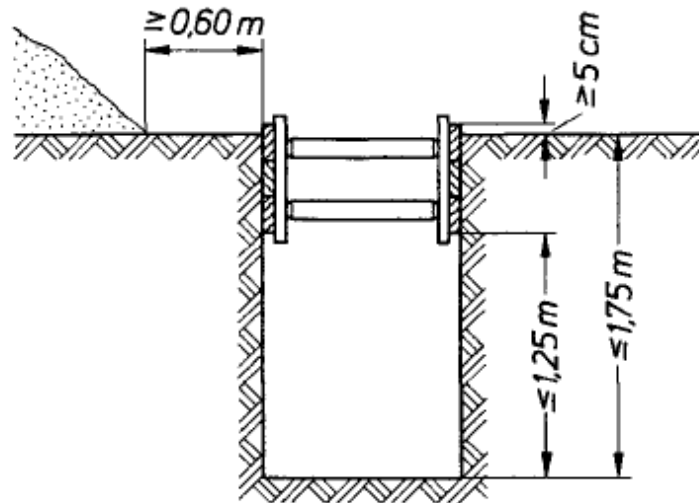


Graben mit Saumböhlen



Tiefbauunfälle

Baugruben/-gräben mit senkrechten Wänden 1,25 bis 1,75 m



Teilweise gesicherter Graben



Tiefbauunfälle

Stahlverbau



Stahlverbaulement



Tiefbauunfälle

Fertige Verbauplatten



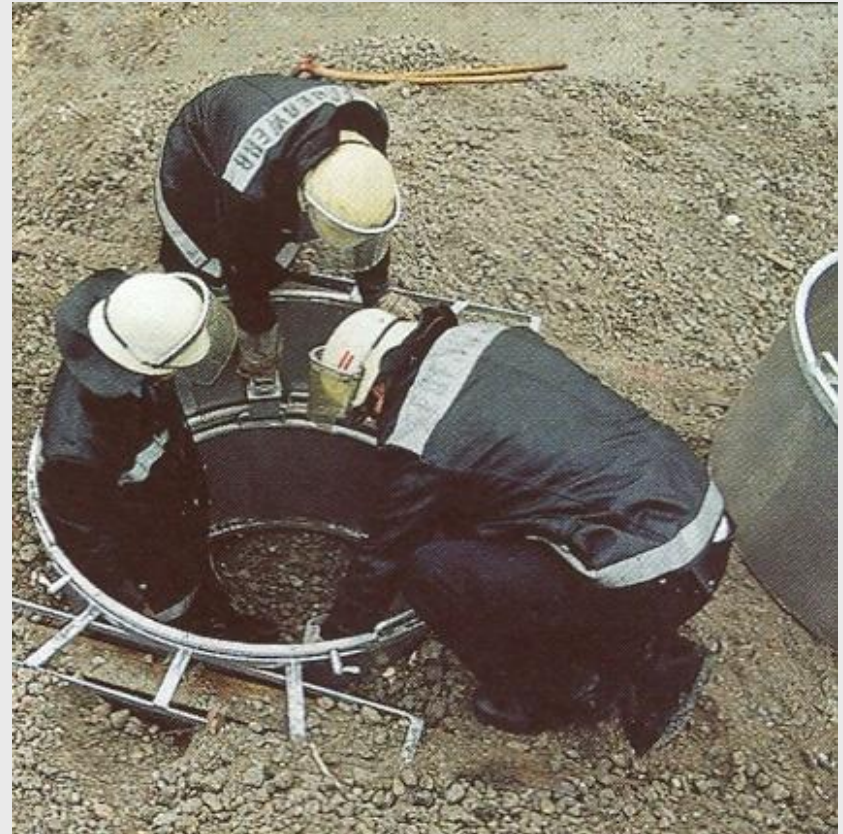
Folgende Merkmale zeichnen die fertigen Verbauplatten aus :

- 1. Schnelles und einfaches Sichern des Grabens.**
- 2. Hohe Sicherheit gegenüber Einsturz.**

Die verwendeten Platten werden entweder manuell mit Grabenstützen oder hydraulisch auseinandergedrückt.



Tiefbauunfälle

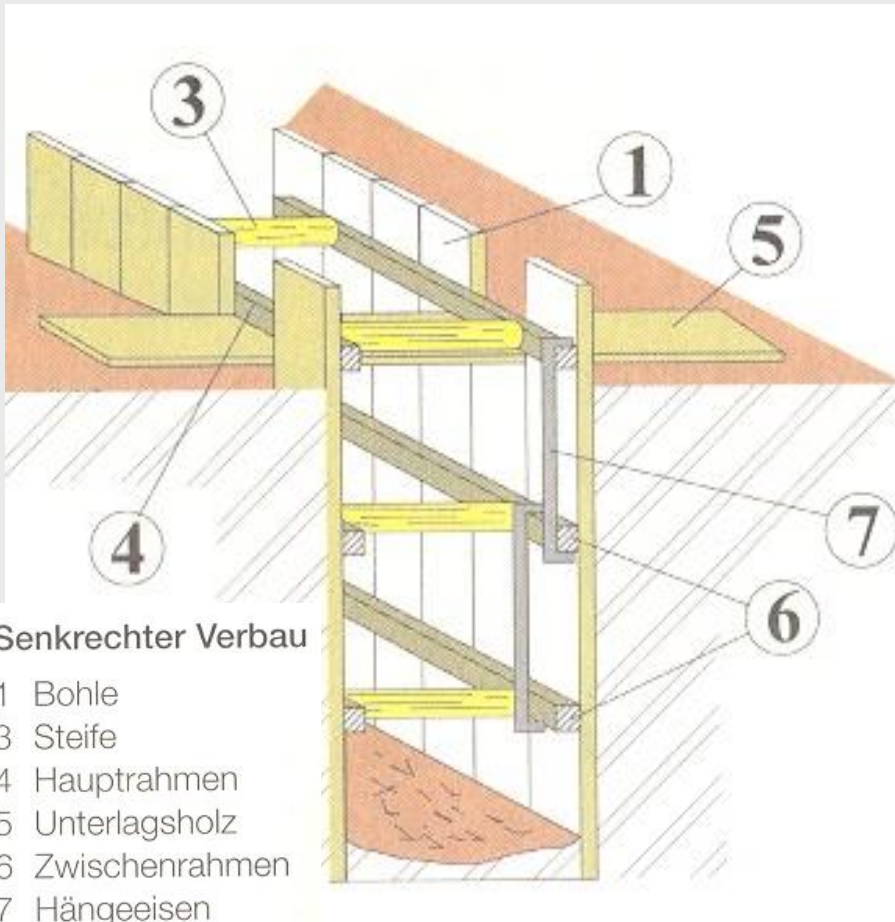


Retten einer Person mit Tiefbaurettungssystem



Tiefbauunfälle

Senkrechter Verbau



Senkrechter Verbau

- 1 Bohle
- 3 Steife
- 4 Hauptrahmen
- 5 Unterlagsholz
- 6 Zwischenrahmen
- 7 Hängeeisen

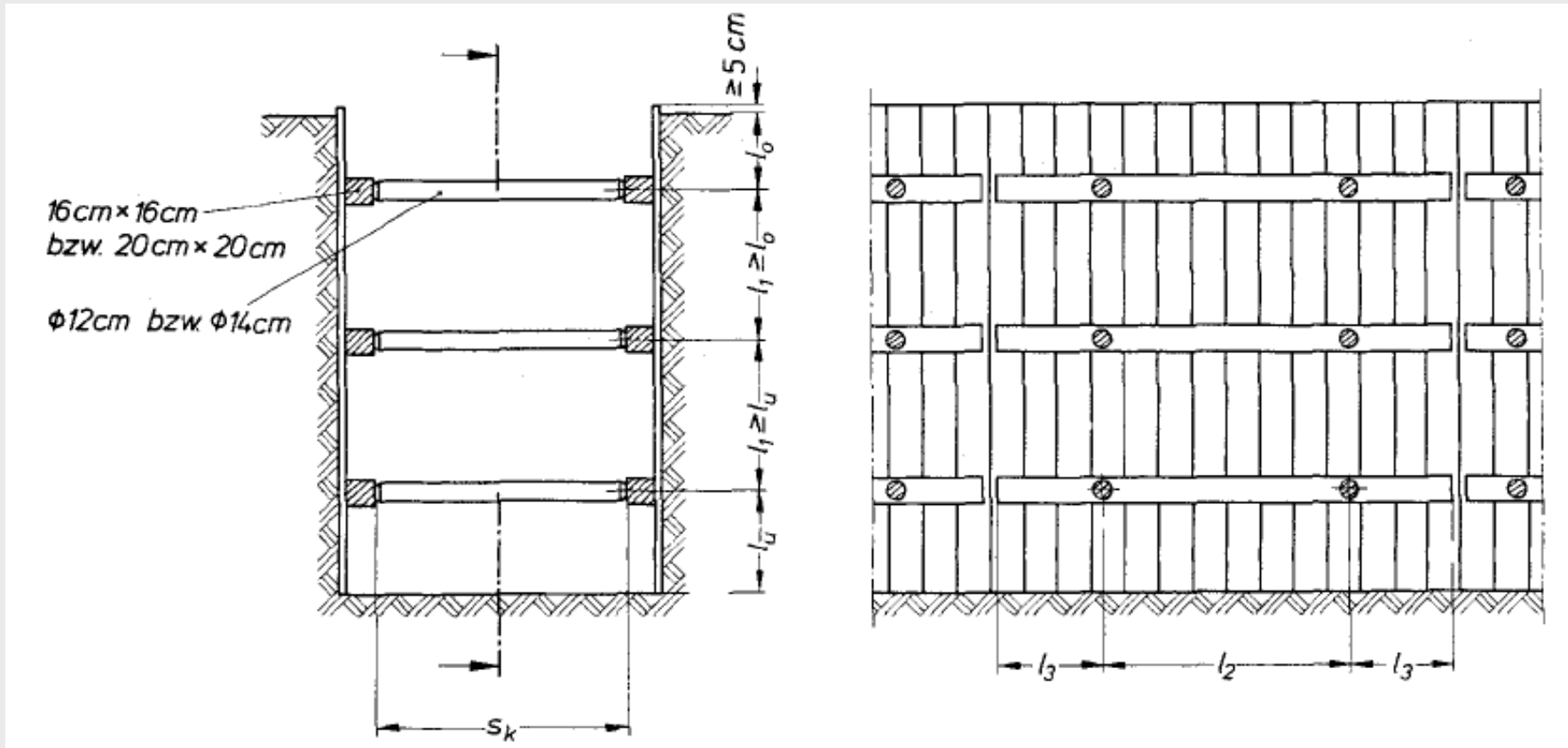
Folgende Merkmale zeichnen den Senkrechten Verbau aus:

1. **Geringe Grabentiefe bzw. vorher festgelegte Tiefe.**
2. **Wandernde Baustellen (Leitung wird Stück für Stück saniert)**
3. **Grabenwände werden senkrecht vorgebracht**
4. **Abstützung erfolgt durch waagrecht eingebrachte Kanthölzer mit Grabenstützen oder Rundlinge mit Bauklammern.**



Tiefbauunfälle

Senkrechter Normverbau mit Holz





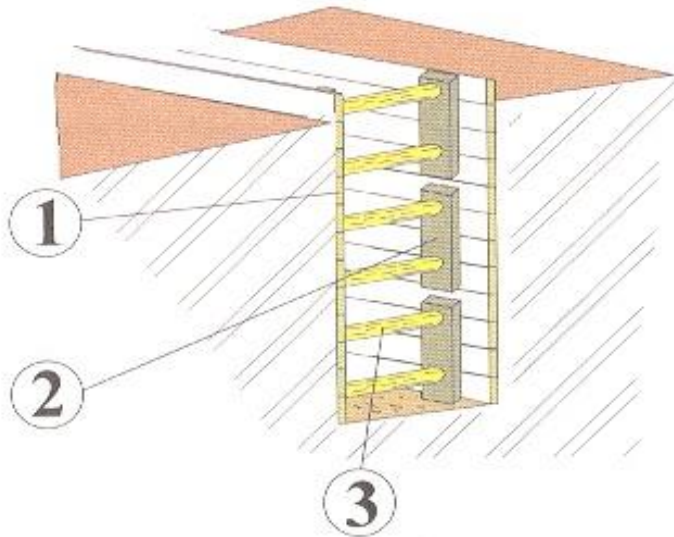
Tiefbauunfälle





Tiefbauunfälle

Waagerechter Verbau



Waagerechter Verbau

- 1 Bohle
- 2 Brustholz
- 3 Steife

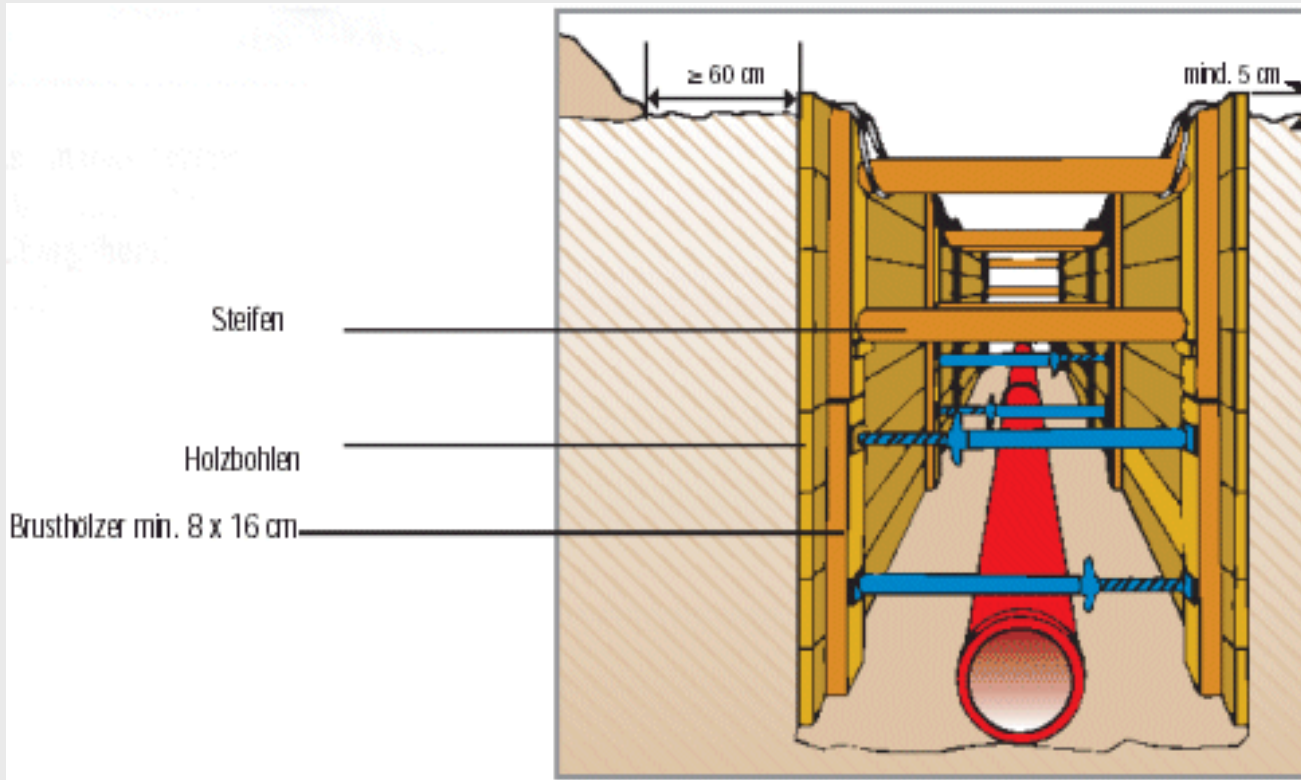
Folgende Merkmale zeichnen den waagerechten Verbau aus:

1. Grabentiefe vor Bauarbeiten nicht abschätzbar (es kann nach unten verlängert werden).
2. Grabenwände werden waagrecht eingebracht.
3. Abstützung erfolgt mit senkrecht eingebrachten Bohlen/Kanthölzer und Grabenstützen oder Rundlinge mit Bauklammern.



Tiefbauunfälle

Waagerechter Verbau





Tiefbauunfälle



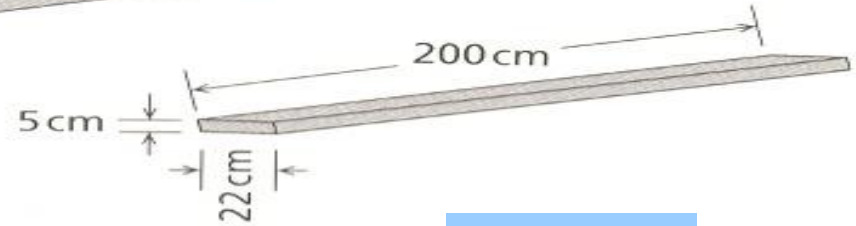


Tiefbauunfälle

Geräte zum Verbau



Balken/Kanthölzer



Bohlen



Keile

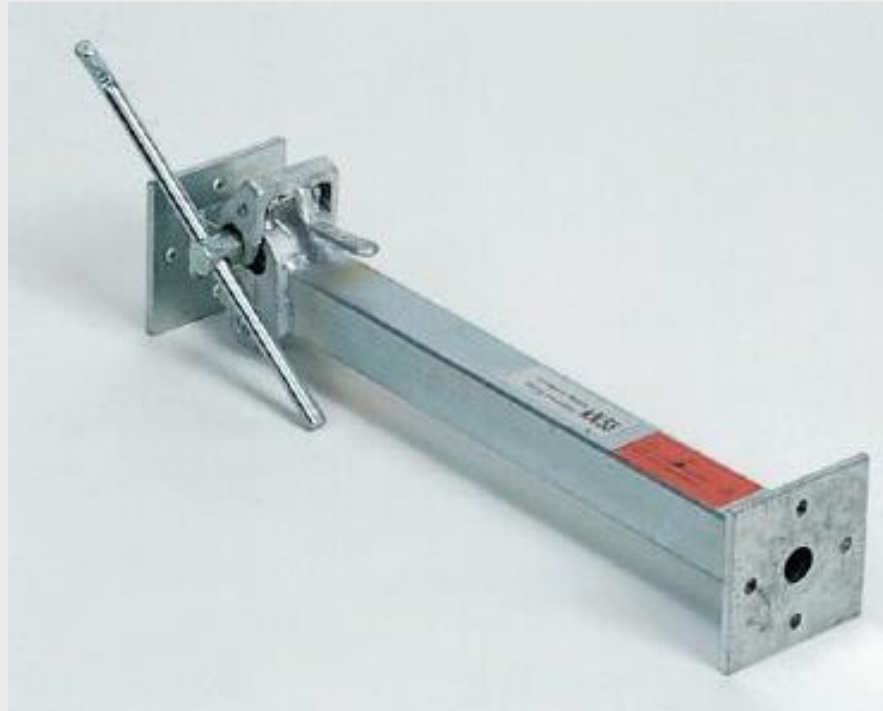
Bauklammern





Tiefbauunfälle

Geräte zum Verbau



**Windenstütze
Last 5 t**



Tiefbauunfälle

Geräte zum Verbau



Grabenspreize 60 – 90 cm

Last 2 t





Tiefbauunfälle

Geräte zum Verbau

Stützstreben mit Druckluftzylinder.

Modell AS 3 Q ** FL: Quick Lock mit integriertem Flex-Mechanismus. Der Kolben hat einen automatischen Block. Ein Zurückführen des automatischen Kolbens ist erst nach Lösen des Verschlussmechanismus möglich. Der Kolben arretiert in Schritten von jeweils 9 mm. Der integrierte, flexible Mechanismus gleicht Differenzen bis 13 mm aus, so dass die Arretierung von 9 mm Schritten gewährleistet ist.



Kraft bei max. Betriebsdruck

4 kN

Arbeitsdruck

8 bar



Tiefbauunfälle

Zur Rettung bei Tiefbauunfällen sollte der Feuerwehr folgende Einsatzmittel zur Verfügung stehen :

Erste-Hilfe-Ausrüstung

Schaufeltrage

Rettungstuch

Hydraulisches Spreizgerät

Klappspaten

Schaufeln, Eimer

Hämmer

Bügelsäge

Rüstholz

Grabenspreizen

Schleifkorbtrage

Krankentrage

Feuerwehrleinen

Hydraulischer Hebesatz

Nägel

Bauhacken

Nageleisen

Motorkettensäge

Gliedermaßstab

Windenstützen



Tiefbauunfälle

Aufgaben der Trupps: (FwDV 3)

„Einheiten im Lösch- und Hilfeleistungseinsatz“ 01.09.08

Gruppenführer:	Erkunden und Führen
Angriffstrupp:	Erstversorgung, Betreuung, Rettung
Wassertrupp:	Sicherungsaufgaben
Schlauchtrupp:	Gerätebereitstellung
Maschinist:	Fahrzeug- und Gerätebedienung
Melder:	Sonderaufgaben



Tiefbauunfälle





Tiefbauunfälle





Tiefbauunfälle





Tiefbauunfälle





Tiefbauunfälle

Tabelle: Senkrechter Normverbau mit 16 cm x 16 cm

Zeile	Bemessungsgröße	Bohlendicke s				
		5cm	6cm		7cm	
1	Größte Wandhöhe h	3,00m	3,00m	4,00m	5,00m	5,00m
2	Größte Kraglänge l_0 der Bohlen	0,50m	0,60m	0,60m	0,60m	0,70m
3	Größte Stützweite l_1 der Bohlen	1,80m	2,00m	1,90m	1,80m	2,00m
4	Größte Kraglänge l_u der Bohlen	1,20m	1,40m	1,30m	1,20m	1,40m
5	Größte Stützweite l_2 der Gurthölzer	1,60m	1,50m	1,40m	1,30m	1,20m
6	Größte Kraglänge l_3 der Gurthölzer	0,80m	0,75m	0,70m	0,65m	0,60m
7	Größte Knicklänge s_k von Rundholzstreifen \varnothing 12cm	1,70m	1,65m	1,50m	1,30m	1,25m
8	Größte Steifenkraft P	62kN	62kN	70kN	79kN	80kN



Tiefbauunfälle

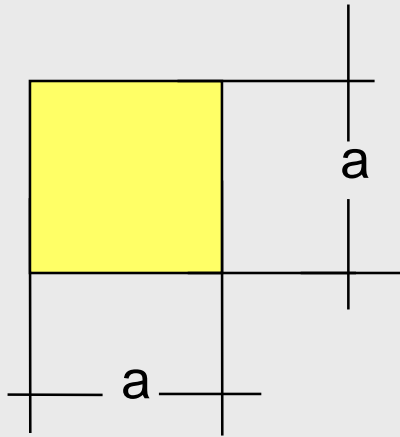
Geräte zum Verbau

Bezeichnung	Abmessungen	Verwendung
Kanthölzer (Balken)	Vierseitig beschnittene Hölzer, Mindestdicke 10 cm Breite \leq doppelte Dicke	als tragende Bauteile
Bohlen	Dicke 4 – 10 cm	Befestigung der Wände von Gräben und Gruben
Bretter	Dicke bis 4 cm	Befestigung und Verbindungen
Latten	Dicke bis 4 cm, Breite \leq zweifache Dicke	Verbindungsteile und Verstrebungen



Tragfähigkeit einteiliger Holzstützen aus NH II

max kN bei einer Knicklänge in m



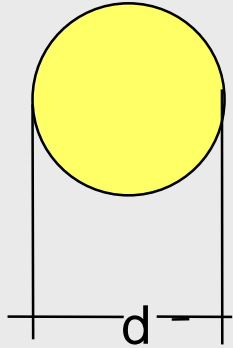
Quadratholz

a=cm	cm ²	2m	2,5m	3m	3,5m	4m
10	100	45,7	34,8	26,2	19,3	14,8
12	144	78	62,8	50	39,9	30,6
14	196	118	100	83	68,3	56,5
16	256	167	145	125	106	89,2
18	324	222	200	175	152	131
20	400	284	260	233	209	184
22	484	353	329	302	270	243
24	576	429	405	377	342	312
26	676	510	487	460	422	388
28	784	600	575	546	513	473
30	900	695	671	638	607	567



Tragfähigkeit einteiliger Holzstützen aus NH II

max kN bei einer Knicklänge in m



Rundholz

d=cm	cm ²	2m	2,5m	3m	3,5m	4m
10	78,5	36,3	26,6	18,5	13,6	10,4
12	113	64,3	49,6	38,4	28,2	21,6
14	154	101	81,7	65,1	52,3	40,2
16	201	144	122	101	82,5	68,3
18	254	196	169	145	122	102
20	314	254	226	198	170	146
22	380	320	289	256	226	198
24	452	391	358	324	290	257
26	531	466	436	401	361	326
28	615	551	519	483	442	402
30	707	637	610	572	530	483