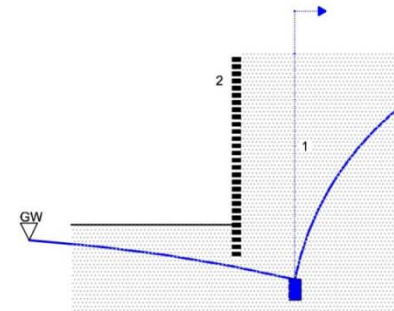
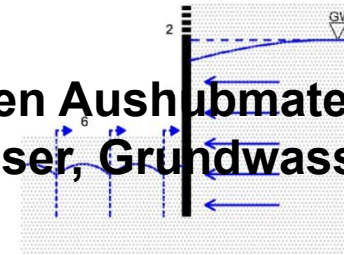


02

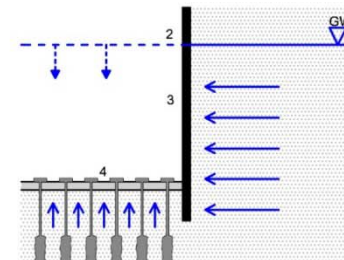
Baugrund
Gebäude „einmessen“
Bodenuntersuchung, Bodenverbesserung
Erdarbeiten, Entsorgung von kontaminiertem Aushubmaterial
Baugrubensicherung, Bauen im Grundwasser, Grundwasserabsenkung



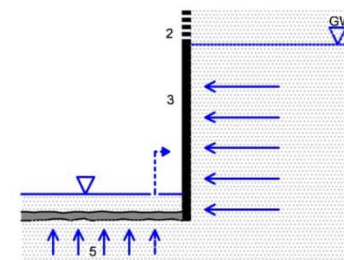
volle GW-Absenkung



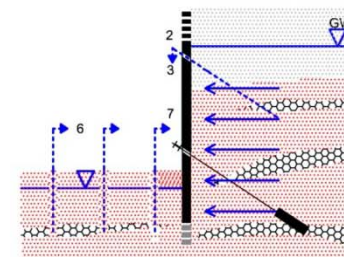
dichte Baugrubenwand mit Sohltension



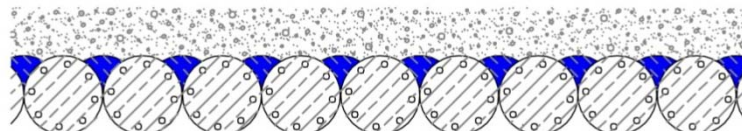
dichte Baugrube mit Unterwasserbetonsohle



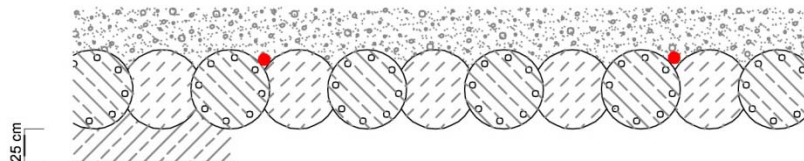
Dichte Baugrube mit tiefliegender Dichtsohle



teildichte Baugrube, Wand- und Sohltension



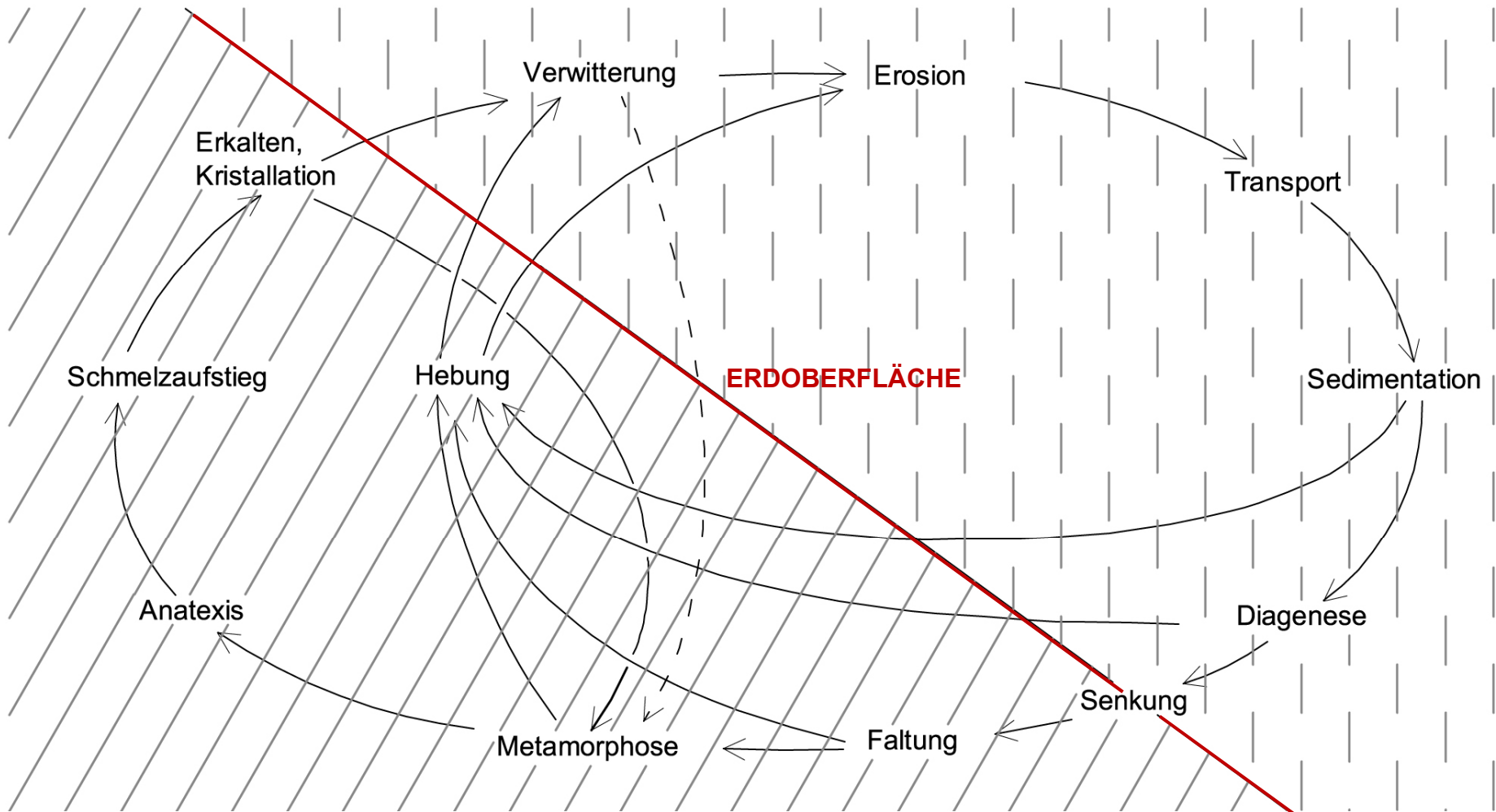
tangierende Bohrpfehlwand mit HD-Injektion der Pfehlstöße



überschnittene Bohrpfehlwand mit Stahlbeton-Vorsatzschale

Kreislauf geologischer Vorgänge

Verwitterung, Erosion, Transport und Sedimentation geschehen an und nahe der Erdoberfläche. Die Diagenese (Verfestigung) beginnt bereits kurz nach der Sedimentation: bei geringer Bedeckung, oberflächennah. Faltung, Metamorphose (Umwandlung), Anatexis (Aufschmelzung) und Schmelzaufstieg vollziehen sich dagegen in der Tiefe der Erdkruste, z. T. auch im Mantel der Erde, unterhalb der Kruste. Die Trennungslinien sind jedoch nicht scharf. Es gibt Übergänge, z. B. zwischen Diagenese und Metamorphose.



Gründung eines Bauwerks

Bauwerke werden in Bodenarten mit z. T. örtlich stark wechselnden bodenmechanischen Eigenschaften (Gesteinsart, Körnung, Lagerungsdichte) gegründet: s. das Kap. 3. Nach der Gesteinskunde (Geologie) sind Böden „Gesteine aus fein- bis grobkörnige Verwitterungsprodukten und (homogener) Fels“.

NATURSTEINE	Untergruppe	Entstehung	Bsp.e
magmatische Gesteine (Erstarrungsgesteine)		Gesteinschmelze	
	Plutonite (Tiefengesteine)	Abkühlung und Kristallisation in der Tiefe	Granit, Diorit, Syenit, Gabbro
	Vulkanite (Ergussgesteine)	Abkühlung und Kristallisation an oder nahe der Erdoberfläche	Quarzporophyr, Andesit, Basalt, Schlackenlava, Bimsstein, Obsidian
	Ganggesteine	Abkühlung und Kristallisation in Gängen	Pengmatit, Aplit, Gangquarz, Porphyrit
Sedimentgesteine (Ablagerungsgesteine)		Verwitterung, Erosion, Transport, Ablagerung oder chemische Fällung	
	klastische Sedimentgesteine (Trümmergesteine)	mechanische Zertrümmerung, Transport – Ablagerung, Verkittung (Diagenese)	Schutte – Brekzie, Kies – Konglomerat, Sand – Sandstein, Schluff – Schluffstein, Ton – Tonstein, Mergel
	biogene Sedimentgesteine	vorwiegend Kalkproduktion durch Tiere und / oder Pflanzen	Kalkstein, Dolomit, Kieselgur, Hornsteinkalk
	chemische Sedimentgesteine	chemische Fällung durch Verdunstung von Lösungen	Anhydrit, Gips, Steinsalz, Kalksinter, Kalktuff
metamorphe Gesteine (Umwandlungsgesteine)		1. unter erhöhten Druck- und Temperaturbedingungen (gerichteter Druck) 2. unter erhöhter Temperatur: Vulkanismus	
	Orthogesteine	aus magmatischen Gesteinen	Gneis, Diabas, Grünschiefer, Amphibilit, Eklogit
	Paragesteine	aus Sedimentgesteinen	Phyllit, Glimmerschiefer, Marmor, Quarzit, Granulit, Serpentin

GESTEINE sind natürliche, mikroskopisch heterogene Mineralien: homogene Fest- und Locker- / Bruchgesteine. Die Erdkruste besteht hauptsächlich aus Silikatgesteinen (Feldspat, Quarz, Glimmer) und Karbonaten (Calcit, Dolomit) in kleinen Mengen.

Natursteine werden nach ihrer *Geonese* (Entstehung) eingeteilt in

1. Festgesteine

Erstarrungsgesteine			Absatzgesteine (Sedimente)		Umwandlungs- gesteine (kristalline Schiefer)
Tiefengesteine	Ergussgesteine	Trümmergesteine	Ausscheidungs- gesteine	Gesteine organ. Ursprungs	
Granit Diorit Gabbro Syenit	Porphyrite Diabese Metaphyre Basalte Trachyte	Breccien Konglomerate Grauwacken Sandsteine Tonschiefer	Kalke Dolomite Mergel Kieselschiefer Steinsalz Anhydrit Gips	Lignite Braunkohle Anthrazite Bitumenschiefer Ölschiefer	Gneis Glimmerschiefer Phyllit Serpentin Quarzit Marmor

2. Lockergesteine

Mineralböden			Böden organischen Ursprungs		
nichtbindig	schwachbindig	gutbindig	Humusböden		Faulschlamm Böden
Geröll: Brekzie Steinböden Schotterböden Kiesböden Sandböden	Schluff Löß tonige Sande lehmige Sande mergelige Sande schluffige Sande Lehme Mergel	Tonböden Lehmböden Mergelböden [homogener Fels]	gemengte Moorböden	reiner/s Torf Flachmoor Hochmoor	faulschlammhaltige Sande und Tone

BODENERKUNDUNG → bodenmechanische und chemische Laboratoriumsversuche → Bodengutachten

Eine umfassende Bodenerkundung zur Erhebung der bodenmechanischen und bodenchemischen Eigenschaften (Tragfähigkeit, Kontaminierung, Wasser) bildet die Grundlage einer konstruktiv richtigen und wirtschaftlichen Planung: bereits ab dem Vorentwurf. Im Bodengutachten sind als Ergebnis der Bodenuntersuchungen festzustellen,

- die Bodenarten, Korngrößenverteilung und Schichtdicken,
 - der Wassergehalt,
 - der Grundwasserspiegel (mit den Schwankungen),
 - die Tragfähigkeit des Bodens an den Gründungssohlen: N / mm^2 ,
 - Kontaminationen: d. s. die nicht substanzspezifische Verunreinigungen.
- } bodenchemische und bodenmechanische Eigenschaften
↓
Planung des Tragsystems und der Fundierung

Die Bodenerkundung erfolgt durch

1. **Feldversuche:** visuelle Verfahren (Bodenart: Korngrößen, Farben); manuelle Verfahren: Hand- und Fingerversuche (Fein- und Grobkorngehalte, Plastizität: Trockenfestigkeits-, Schütt-, Reib-, Schneideversuche); ergänzende Verfahren: Geruch (ausquetschen).
2. **Laborversuche** durch die Entnahme von Bodenproben von Schürfen, Sondiernadeln und Bohrkernen.
3. **Geophysikalische Untersuchungen**, d. s. Boden- und Baugrunderkundungen der geogenen Bodenstruktur: Bodenschichtungen, Klüfte, Hohlräume und Hindernisse (Störungen), Grund- und Schichtwasser durch Tiefen- und Refraktionsseismik, hydroakustische Messungen,

Die bodenmechanischen Eigenschaften (Lagerungsdichte, Form und Festigkeit der Körnung, Kornverteilung, Steifemodul, Kohäsion (Reibung), innere Reibung, Proctordichte, Kapillarität, Frostbeständigkeit) müssen von ungestörten Proben klassifiziert werden.

Bodenarten	<u>1. nicht bindige Böden</u> Korn- \emptyset > 0,06 mm	<u>2. bindige Böden</u> Korn- \emptyset < 0,06 mm
Geröll	> 63,0 mm	Schluff 0,002 - 0,06 mm
Grobkies	20,0 - 63,0 mm	Ton < 0,002 mm
Mittelkies	6,3 - 20,0 mm	Lehm, Mergel, Tegel
Feinkies	2,0 - 6,3 mm	Löß, Torf und Moor
Sand	1,0 - 2,0 mm	
Feinsand	0,2 - 1,0 mm	<u>3. gemischtkörnige Böden</u> Korn- \emptyset ab 0,002 mm
Mehlsand	0,06 - 0,2 mm	Kies-Schluff, Kies-Ton, Sand-Schluff, Sand-Ton, sandiger Ton, toniger Sand, mergeliger Lehm, ...

Bodenklassen

Böden werden hinsichtlich der Gewinnung in **Bodenklassen** eingeteilt; die Klassifizierung erfolgt nach den Lösegeräten bei manueller Arbeit.

- 1 Mutterboden (Humus, Oberboden) und Zwischenboden
 - 2 wasserhaltiger Boden (Schöpfungsboden)
 - 3 leichter Boden (loser Boden)
 - 4 mittelschwerer Boden (Stichboden)
 - 5 schwerer Boden (Hackboden)
 - 6 Leichter Fels (Reißfels) und Schrämboden
 - 7 schwerer Fels
- Klebrige Böden der Bodenklasse 3 bis 5

Kontaminierte Böden

Kontaminationen in Böden sind nichtsubstanzspezifische Verunreinigungen, die durch äußere Einflüsse (z.B. betriebliche Tätigkeiten und Ablagerungen) hervorgerufen wurden:

- Verunreinigung von Böden und Bauteilen durch in Bauteilen befindliche oder historische gewerbliche Anlagen,
- Verunreinigungen durch Ablagerungen und / oder Aufbringung von mit Schadstoffen belasteten Stoffen,
- Verunreinigungen von Böden durch Transportunfälle,
- Versickerungen aus undichten Rohrleitungen und Behältern,
- Rüstungsaltslasten.

Baurestmassen [Recycling]

Stahl, Metalle / Metallmix, mineralischer Bauschutt (Beton, Ziegel, mineral. Mörtel), Stahlbeton, Holz, Kunststoffe,

Deponietypen: Bodenaushubdeponie
Inertabfalldeponie
Reststoffdeponie
Massenabfalldeponie
[Bodenaushub „nicht deponierbar“]

Für die Deponietypen sind Grenzwerte für den **TOC** (Total Organic Carbon = der gesamte organische Kohlenstoff in den Abfällen) festgelegt; der maximal zulässige Gehalt an organischem Kohlenstoff liegt bei 5 Masse-%. Um die in der DepVO (Ö.) festgeschriebenen Abfallqualitäten zu erreichen, müssen eine Vielzahl von Abfällen vor der Deponierung thermisch oder mechanisch-biologisch vorbehandelt werden.

Baustellenabfälle

- Aushubmaterial: Mutterboden, Sand, Kies, Steine, Fels, Lehm, Ton, Mergel, sandiger Ton, lehmiger Sand,
- Mineralische Abfälle: Bauschutt, Betonabbruch, Straßenaufbruch, Gleisschotter.
- Organische / Metall-Abfälle: Bitumen, Asphalt, Bauholz, Abbruchholz, Verpackungen, Metalle.
- Gefährliche Abfälle: Asbest, Asbestzement, verunreinigte Böden (Schwermetalle), ölverunreinigte Böden, Lacke, Farben.

Die Abfallstoffe werden nach **Schlüsselnummern** gem. ÖN S 2100 klassifiziert – Bsp.: 31409 Bauschutt (Ziegel, Beton, Keramik, Fliesen, ...), 31427 Betonabbruch, 31411 Bodenaushub, 35103 Metalle, 54912 Bitumen, Asphalt, 91206 Baustellenabfälle (Verschnitt verschiedener Baustoffe).

Gesetze und Verordnungen (VO.) / Ö.

Abfallwirtschaftsgesetz, Deponie-VO., Abfallnachweis-VO., Abfallverzeichnis-VO., Baurestmassentrenn-VO., Altlastensanierungsgesetz.

Materialaufbereitung und -verwertung: Baustoff-Recycling

- Dekontaminierung durch Beimischung von nicht kontaminiertem Material,
- Beton und Stahlbeton brechen und sieben,
- Aushub (Kies, Sand) sieben,
- Humus abtragen und in Bermen lagern,
- Metalle: Cu, Stahl, Aluminium,
- [...]

Bodenuntersuchung

1. Schürfung

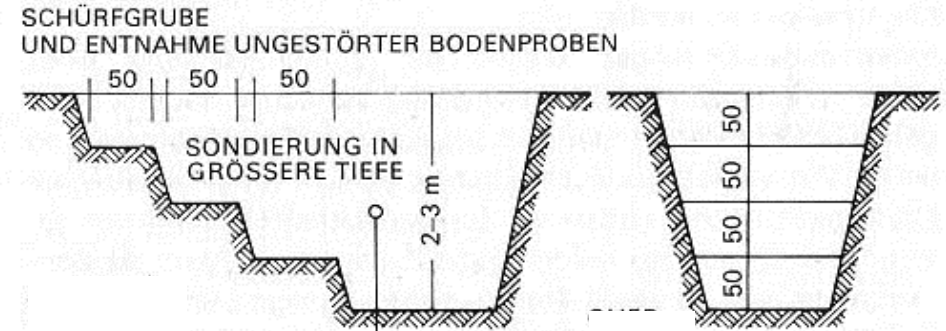
Am aufschlussreichsten erfolgt die Untersuchung des Baugrundes durch das Ausheben von „Schürfgruben“ („Schürfen“) in Tiefen bis ca. 5 m.

Probenentnahmen für Laborversuche zur Feststellung der Körnungen (Kornarten) und Lagerungsdichten, der Tragfähigkeit, der Wasser führende Schichten, des Grundwasserspiegels und der Verunreinigungen (Kontaminierung).

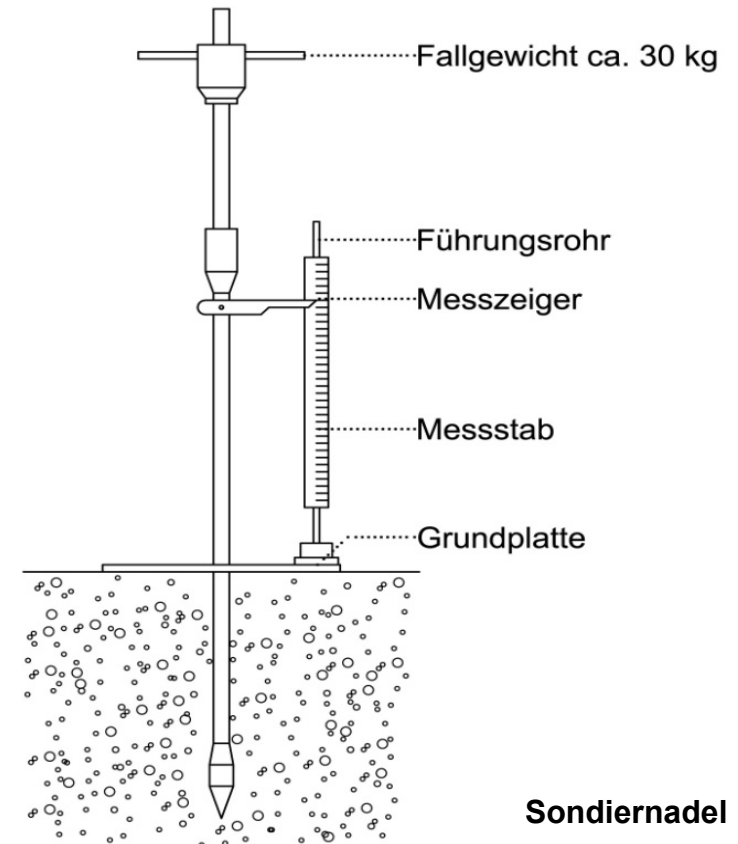
2. Sondagen

Sondagen werden für eine erste Orientierung und als Ergänzung zu Bohraufschlüssen vorgenommen, da diese nur geringe Probemengen fördern.

Sondiernadeln werden durch Schlägergeräte oder maschinell in den Boden getrieben. In einer ca. 150 cm langen seitlichen Nut werden die Bodenproben gefördert. Bei **Rammsondierungen** schließen Bodenmechaniker über die Rammenergie (Schlagzahl) auf die Tragfähigkeit.



Bis ca. 5 m „abteufen“; bei größeren Tiefen mit Pözlungen.



Sondiernadel

3. Bohrungen

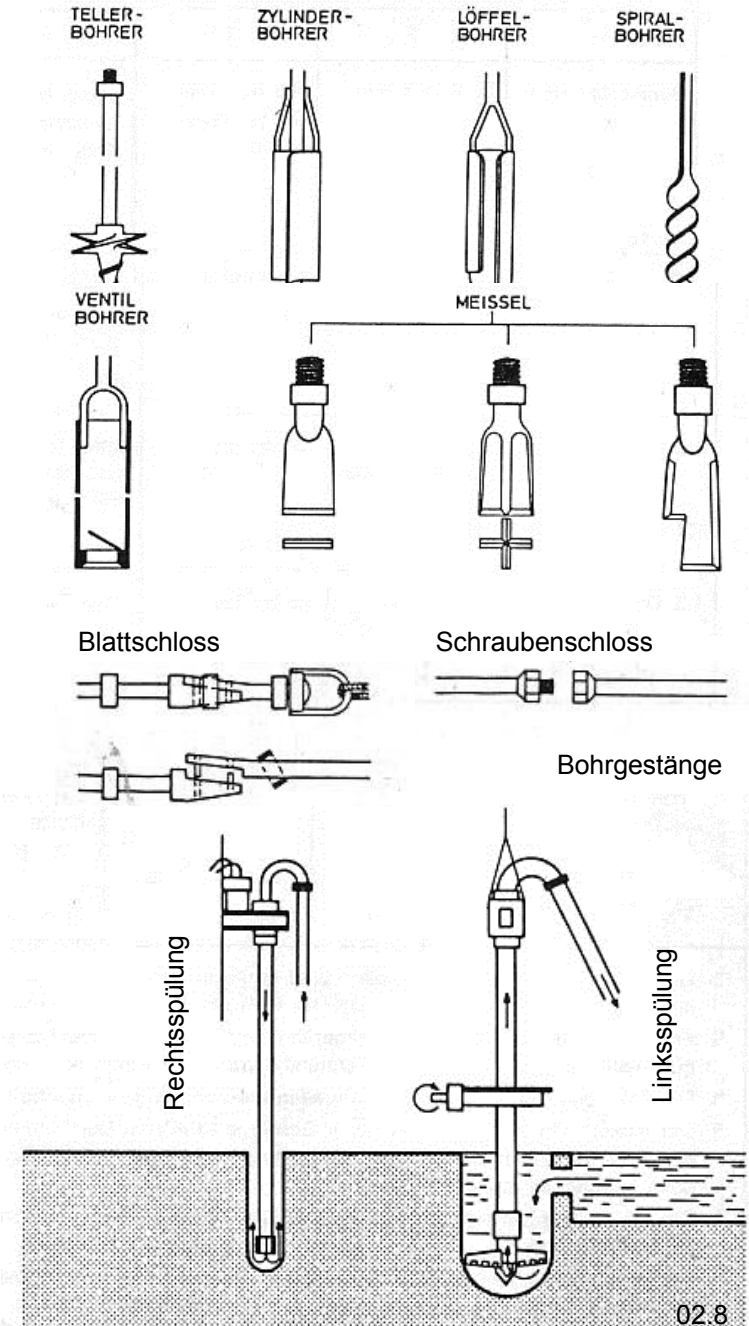
Für größere Tiefen und feste Böden werden Probebohrungen durchgeführt. Trockenbohrungen ohne Wasserzugabe zur Lösung des Bodens.

- **Gestängebohrung** → an der Spitze eines verlängerbaren Bohrgestänges befinden sich je nach Bodenart Schneckenbohrer, Tellerbohrer, Löffelbohrer, Meißel- oder Ventilbohrer.
- **Seilbohrung** → an einem Seil wird ein Bohrkopf mit Greifschalen abgesenkt, der den Boden fördert (Brunnengreifer).
- **Schlagbohrungen** → für meißelharte Böden.
- **Spülbohrungen** (Rotationsbohrungen) unter Verwendung einer Spülflüssigkeit zur Kühlung des Bohrwerkzeuges und Förderung des Bohrgutes:
- **Spülbohrung** → Rechtsspülbohrung: Durch ein rotierendes Bohrgestänge wird Spülflüssigkeit zum Bohrwerk gepumpt. Zwischen Bohrlochwand und Gestänge wird das Bohrgut nach oben befördert und zu einem Absetzbecken geleitet.
- **Saugbohrung** → Linksspülbohrung: Die Bohrflüssigkeit wird an der Bohrlochwand eingebracht und durch das Bohrgestänge abgepumpt. Var.: Lufthebebohrung.

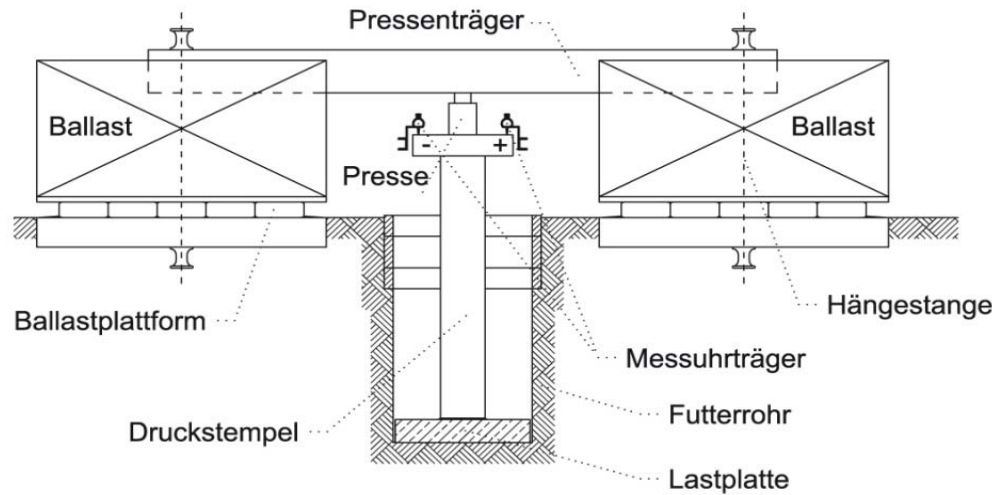
4. Geophysikalische Bodenerkundungen ¹⁾

- **Seismische Untersuchungen** → Messung der Fortpflanzungsgeschwindigkeit und Reflexion der Wellen von Bodenerschütterungen.
- **Dynamische Untersuchungen** → Messung der Fortpflanzungsgeschwindigkeit von Sinusschwingungen.
- **Bodenelektrische Untersuchungen** → Messung der Leitfähigkeit des Bodens durch dessen Wassergehalt.
- **Isotopenuntersuchungen** → Absorptionsvermögen des Bodens für Gammastrahlen.

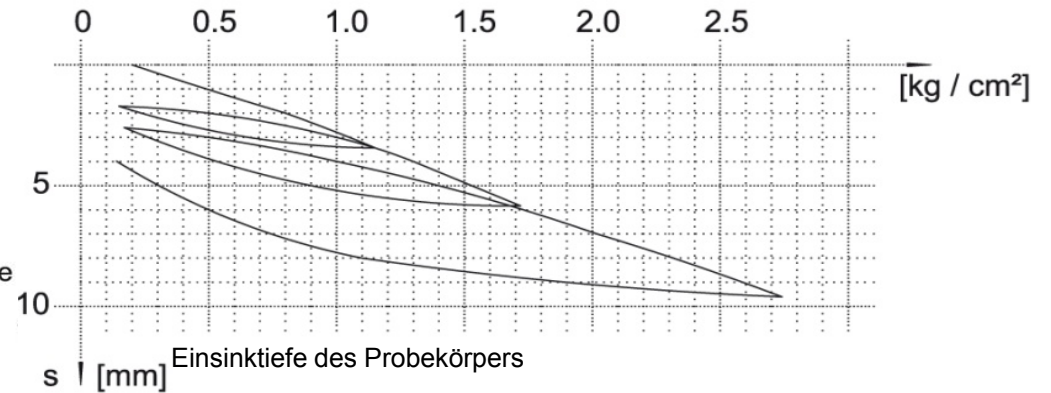
¹⁾ **Geo- / Tiefenseismik** → geophysikalische Methode, durch angeregte seismische Wellen, die Erdkruste zu untersuchen und diese digital und graphisch auszuwerten.



5. Probelastung



Lastsetzungsdiagramm der Probelastung

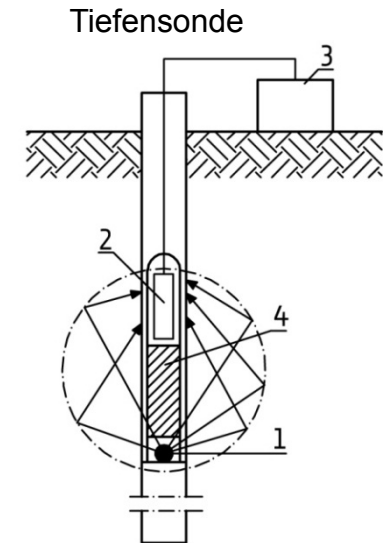
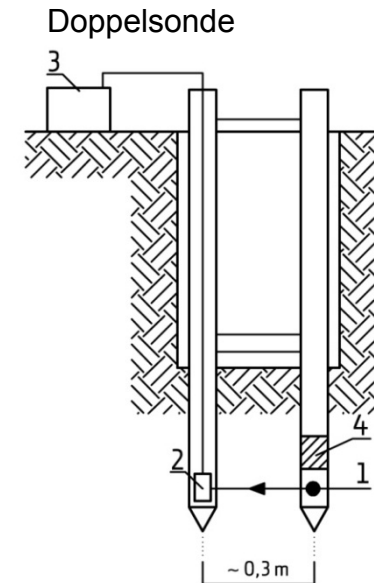
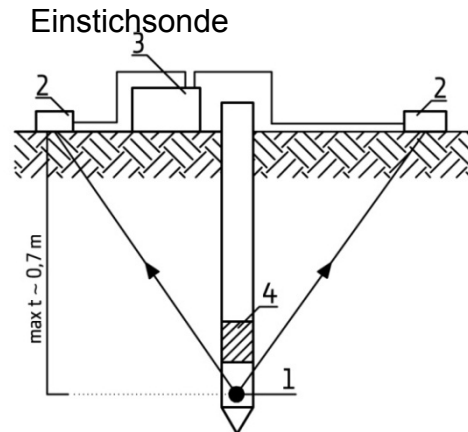


Reflexionsseismik: Dabei werden seismische Wellen, die an Bodenschichten reflektieren, gemessen und interpretiert.

Refraktionsseismik: Es wird die Laufzeit seismischer Wellen, die an Bodenschichten refraktiert (gebrochen) und entlang der Trennschichten fortpflanzen, werden gemessen und interpretiert.

Oberflächenwellenseismik: Messung und Interpretation der Frequenz und Ausbreitungsgeschwindigkeit von seismischen Oberflächenwellen.

Anwendung: Untergrunderkundung für Fundierungen, Erhebung von Altlasten.



Isotopensondierung

- 1 Sender (Sinuswellen)
- 2 Zählrohr
- 3 Impulszählgerät
- 4 Bleiabschirmung

Bodenverbesserung

Stehen für das Gründen / Fundieren von Bauwerken ungenügend tragfähige Böden und / oder unzureichend dicke tragfähige Bodenschichten an, können wir

- die Tragfähigkeit des Baugrundes verbessern,
- die Gebäudelasten über Pfähle in tiefer-liegende tragfähige Schichten: stehende / stehend-schwebende Tiefengründung,
- das Bauwerk schwebend gründen: schwebende Tiefengründung.

1. Mechanische Verdichtung nichtbindiger Böden ohne dichte Lagerung.

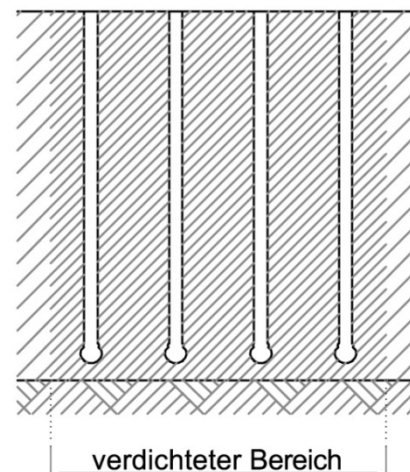
1.1 Oberflächenverdichtung mit Flächenrüttler und Vibrationswalzen, Vibrostampfern, Explosionsstampfern mit Fallplatten. Die Oberflächenverdichtung eignet sich für das lagenweise Verdichten von kornabgestuften Schüttungen.

1.2 Tiefenverdichtung, um das Maß der Setzung zu verringern oder um dynamische Kräfte in den Baugrund einzuleiten. Die Tiefenverdichtung erfolgt durch Vibration (Tauchrüttelung) oder durch Verdrängung (Bodenverdichtungspfähle), z. B. Rüttelverdichtung, Stopfverdichtung, Verdichtungspfähle → siehe das Kap. Pfahlgründung.

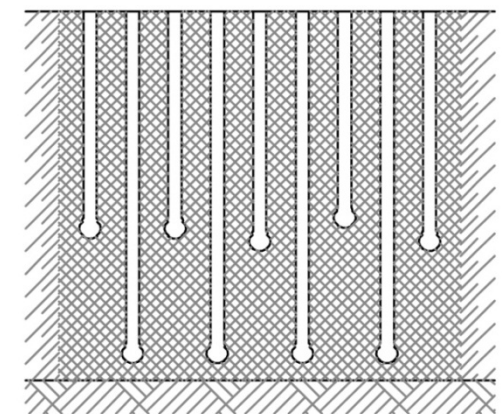
RüttelDruckVerdichtung RDV in Schluff-, Sand- und Kies-Böden und **RüttelStopfVerdichtung RSV** in San- und Kiesböden.



unverdichteter Boden



erste Verdichtung durch Hauptpfähle



Tragfähigkeit des Bodens 4,5 kg / cm²

zweite Bodenverdichtung durch Zwischenpfähle

Bodenverdichtung mit dem Rütteldruck- / Rüttelstopfverfahren

Rütteldruckverfahren RDV

Ein Tiefenrüttler wird über Vibration und mit Wasserspülung (Wasserspüldüsen) abgesenkt. Beim Ziehen wird die Hohlsäule mit Zugabematerial, einem Kies-Sand-Gemenge, aufgefüllt.

Rüttelstopfverfahren RSV

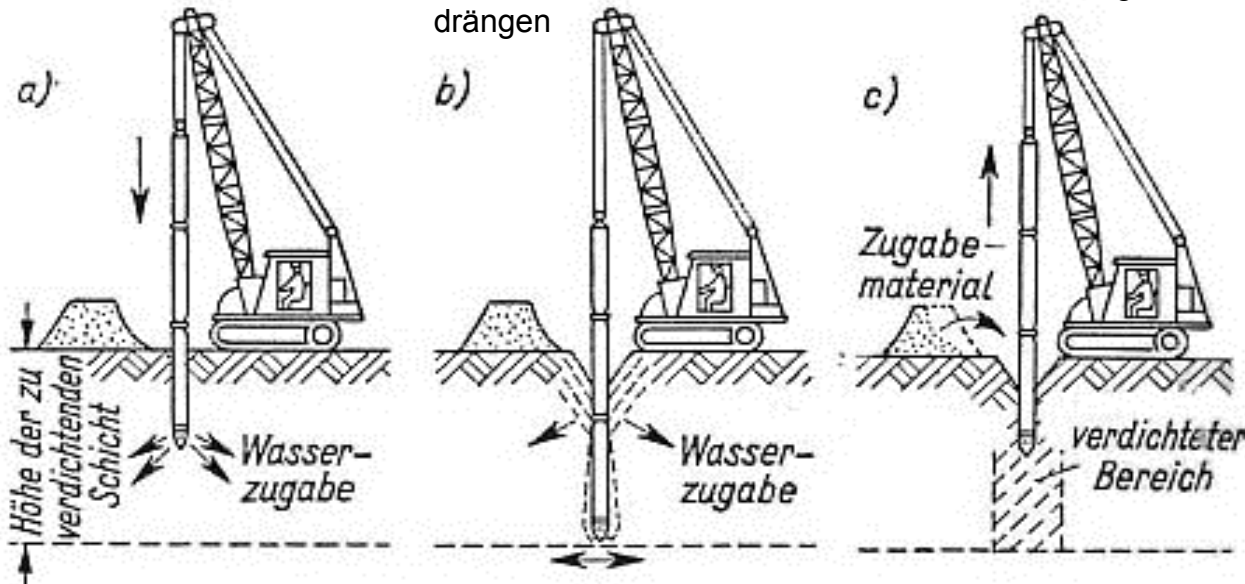
Mit einem Rüttelgerät werden Rüttelstopfsäulen in das Erdreich bis in die Plantiefe (z. B. bis in den tragfähigen Grund) getrieben, das Erdreich wird seitlich verdrängt, die Hohl-säulen werden mit einem kornabgestuften Kies-Sand-Gemenge aufgefüllt und verdichtet.

Die Dichte und Tiefe der ca. 40 cm dicken **Stopf- / Schottersäulen** wird vom Bodenmechaniker aufgrund der vom Statiker berechneten erf. Bodenpressung $[N / mm^2]$ festgelegt. Die erf. Boden-Tragfähigkeit wird über Probelastungen von Probefeldern überprüft.

Absenken des Rüttlers

Verdichten des Baugrun-des durch seitliches Verdrängen

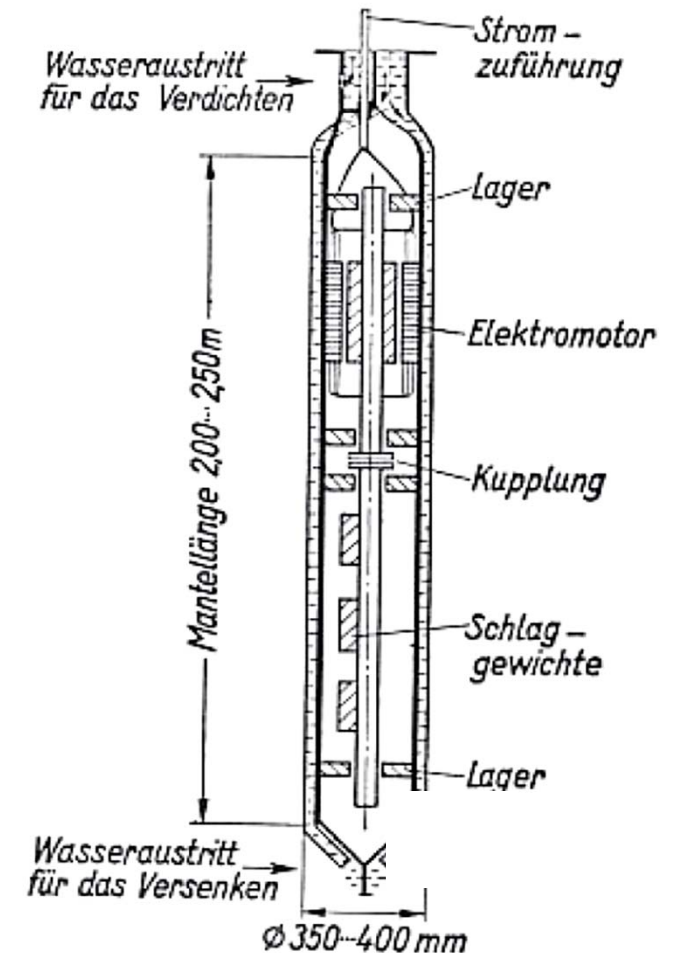
Nachverdichten des Baugrun-des durch das Zugabematerial



Planungsvorgaben der Statik:

- Säulen-raster und -tiefe/n,
- Verdichtungswerte $[N / mm^2]$,
- Verbesserungsmaß V: z. B. $V = 1,5$.

Umwucht-Rüttler mit Elektromotor zur Tiefenverdichtung bindiger und nicht bindiger Böden.



2. Bodenaustausch

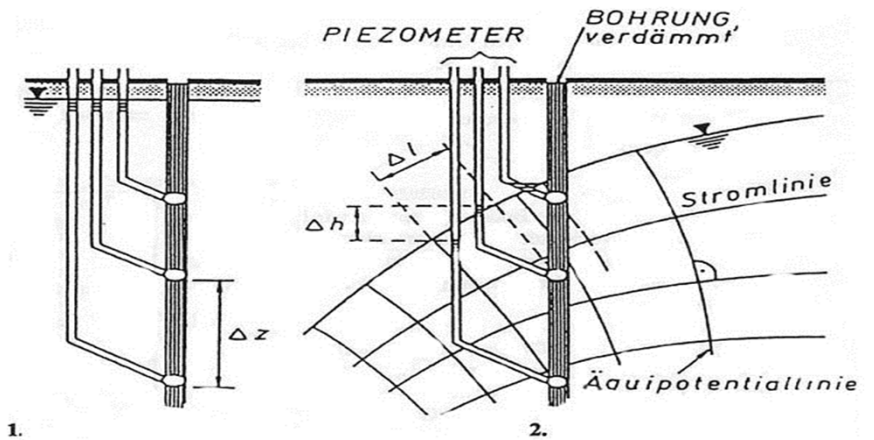
Beim Bodenersatz- (Bodenaustausch-) Verfahren wird der nicht tragfähige Boden gegen einen tragfähigen ausgetauscht. Ein kornabgestuftes Kies-Sand-Gemenge wird lagenweise in ca. 20 bis 30 cm dicken Schichten eingebracht und mit Vibrationswalzen mechanisch verdichtet.

3. Boden-Entwässerung

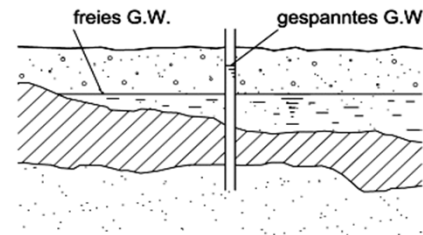
Bei der Grundwasserabsenkung wird mit Brunnen, die unter die Baugrubensohle hinabreichen, das zuströmende Grundwasser abgefangen und dadurch der Grundwasserspiegel unter die gewünschte Gründungsebene (Baugrubensohle) abgesenkt.

Grundwassererkundung mit 3 Piezometern in einer Bohrung: Abb. re.

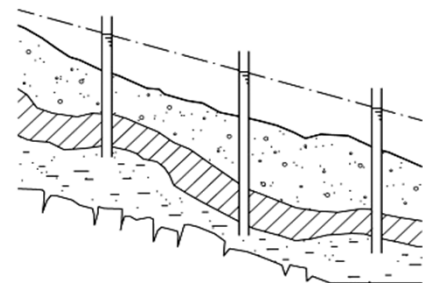
- Ruhender Grundwasserspiegel in einem homogenen Untergrund.
- Strömendes Grundwasser mit hydraulischen Gefälle.



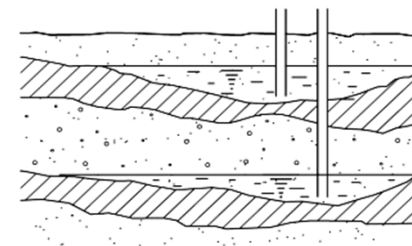
Unterschied zwischen freiem und gespanntem Grundwasser



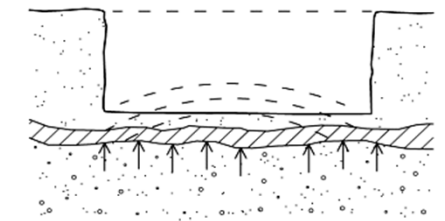
Gespanntem Grundwasser im Gefälle



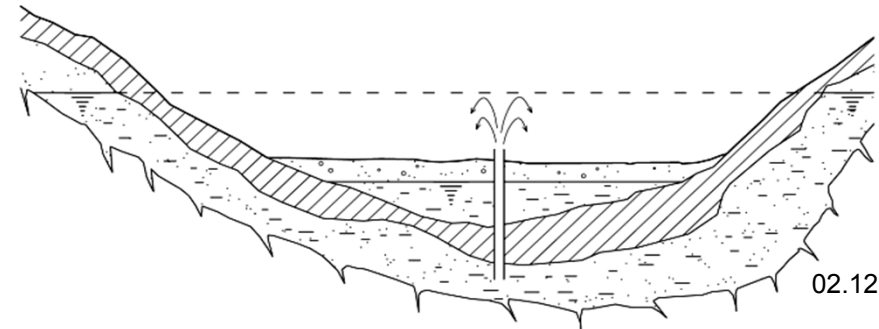
Grundwasserhorizonte (-stockwerke)



Gespanntes Grundwasser unter Baugruben



Artesisches Grundwasser



Grundwasserverhältnisse im Boden

4. Bodenverbesserung mit Hochdruck-Injektionen

Einmischen von Chemikalien: Kalkstabilisierung in bindigen Böden,
Zementstabilisierung in nicht bindigen Böden.

4.1 Injektionen von Chemikalien

Bei Bodeninjektionen wird mit Injektionslanzen das flüssige Medium in das zu behandelnde Lockergestein eingepresst – zur **Verfestigung** und / oder **Abdichtung des Bodens**:

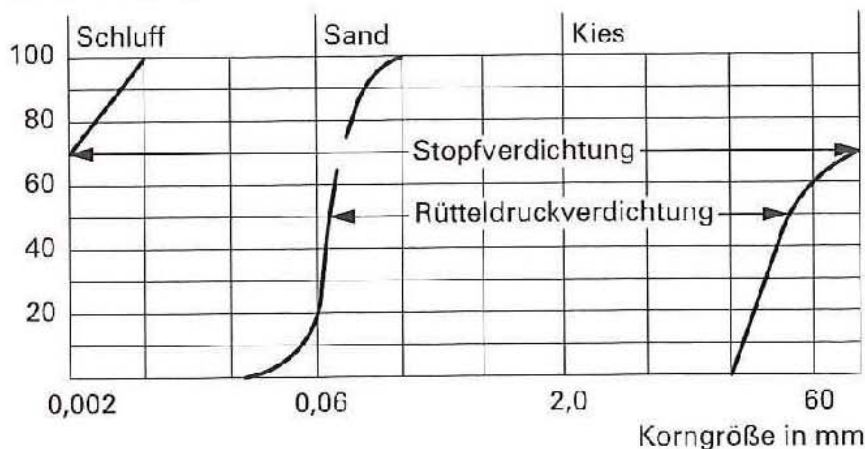
- Verfestigung des Baugrundes zur Aufnahme höherer Spannungen (höherer Lasten),
- Vergrößerung seiner Scherfestigkeit,
- Verringerung der Verformung bei Lastenaufnahme.

Voraussetzung für jede Injektion ist das Vorhandensein von Hohlräumen und Fließwegen.

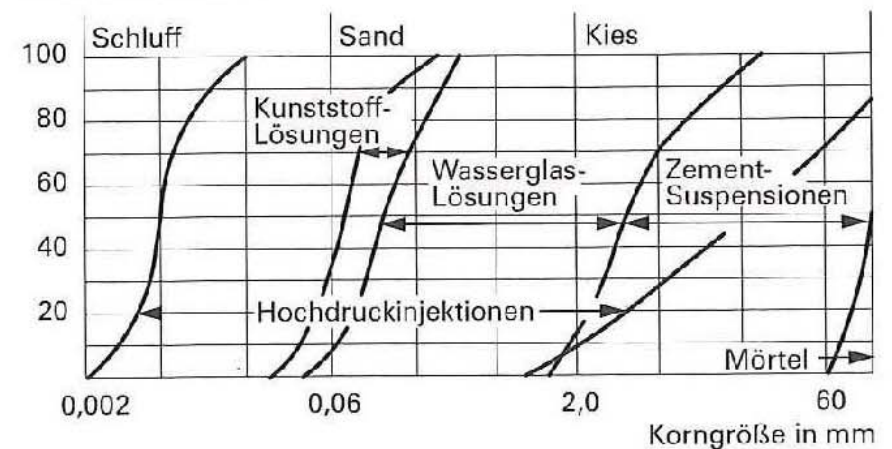
Bei bindigen Böden, wie Schluffen und Tonen, ist ein homogenes Durchtränken nicht möglich. In den sich bildenden Rissen setzt sich das Injektionsmittel konzentriert ab, wobei sich die Bodenstruktur durch sternförmig verteilte vertikale Rippen verfestigt.

RSV / RDV (li.) und Injektionen (re.: Kunststoff- / Wasserglaslösungen, Zementsuspensionen) in bindigen und nicht bindigen Böden in Abhängigkeit der Korngrößen.

Siebdurchgang in %



Siebdurchgang in %



Injektionsmittel

Suspensionen sind Mischungen aus

- a) Wasser und Zement,
- b) Wasser, Zement und Zusätzen,
- c) Wasser, Ton und Zement.

Anwendung: Dichtungsschleier im Tunnel- und Talsperrenbau, Injektions- und Unterwasserbetone, Colcrete-Verfahren, Injektionen in Kies.

Emulsionen sind Mischungen aus

- a) Wasser, Wasserglas und wasserunlöslichen Härtern,
- b) Wasser, Bitumen, Emulgator und Koagulationmittel.

Anwendung: Injektionen in Sand und Kies; Fundamentverstärkungen und Vertiefungen; Sohlenabdichtungen.

Lösungen sind Mischungen aus

- a) Wasser, Wasserglas und wasserunlöslichen Härtern,
- b) Wasser, Resorcin und einem Katalysator.

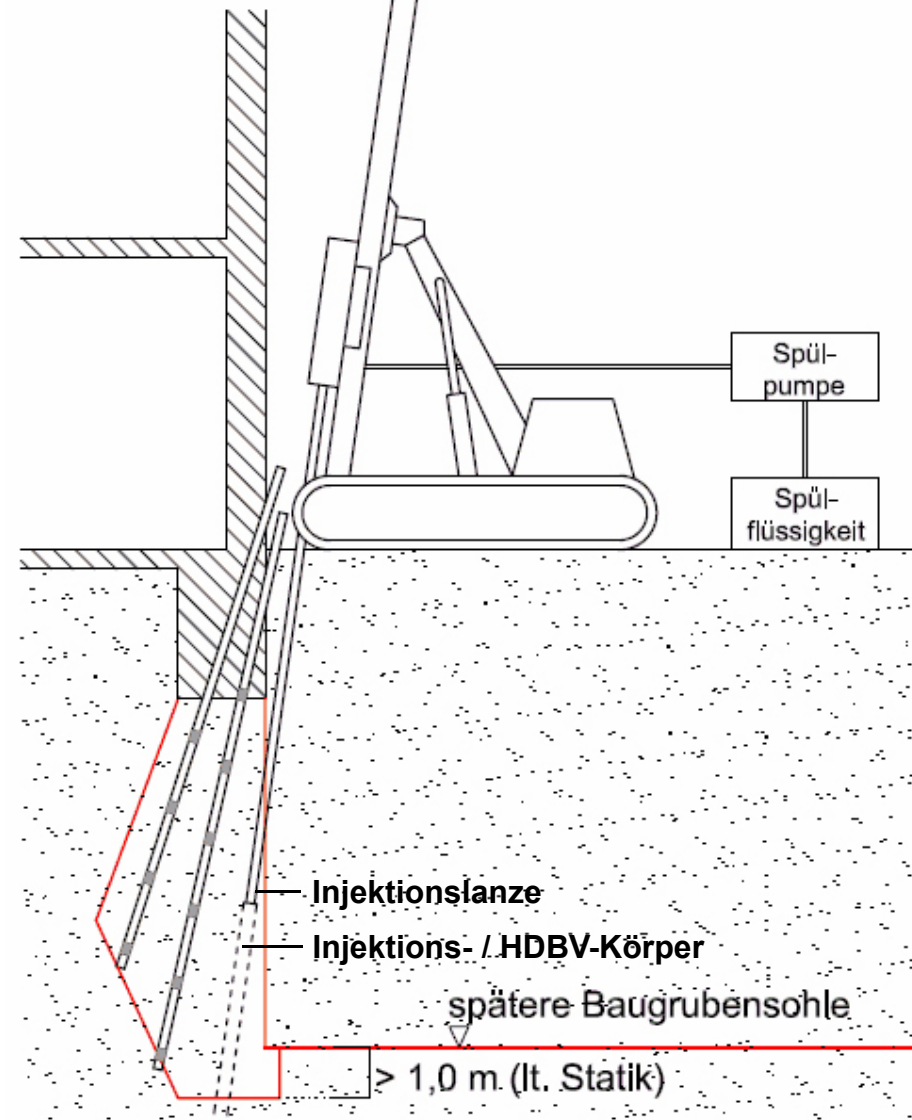
Anwendung: Injektionen im Sand, Fundamentverstärkungen, Vertiefungen und Sohlenabdichtung.

Die Injektionsmittel werden über Injektionslanzen oder Manschettenrohre eingepresst.

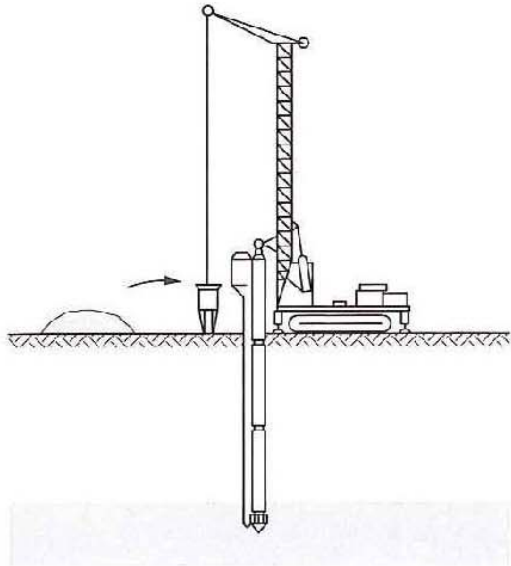
4.2 Injektionsverfahren

Ventilinjektion, Soil-Cracking, Soil-Fracturing, Compaction-Grouting, Düsenstrahlverfahren: DS-Säulen, die DS-Körper (Verklammerungen mit dem Gestein) bilden.

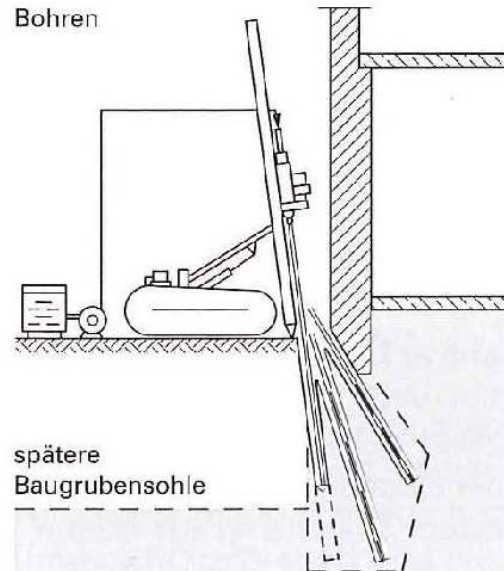
Injektionen unter einem bestehenden Fundament: Absenkung der Fundamentsohle bis unter die neue Fundamentsohle des Anrainerbauwerks.



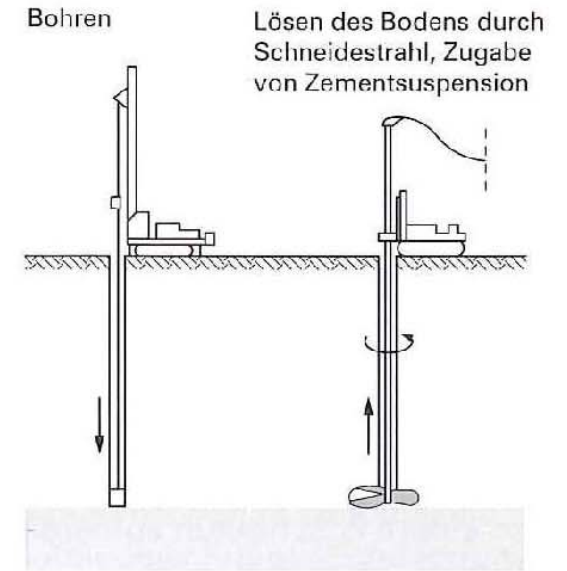
HochDruckBodenVermörtelung: HDBV



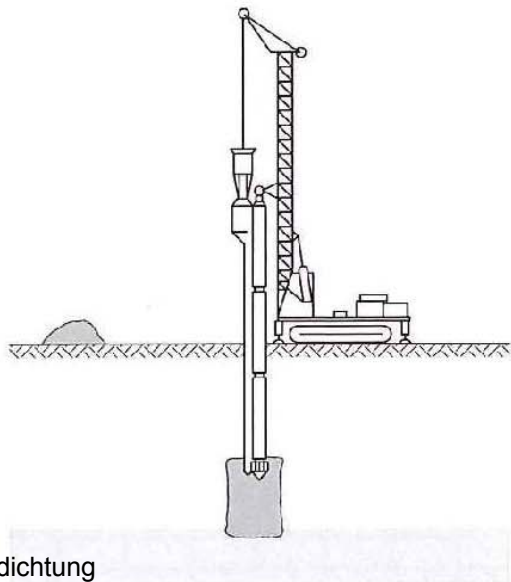
RSV / RDV: Absenken des Rüttlers



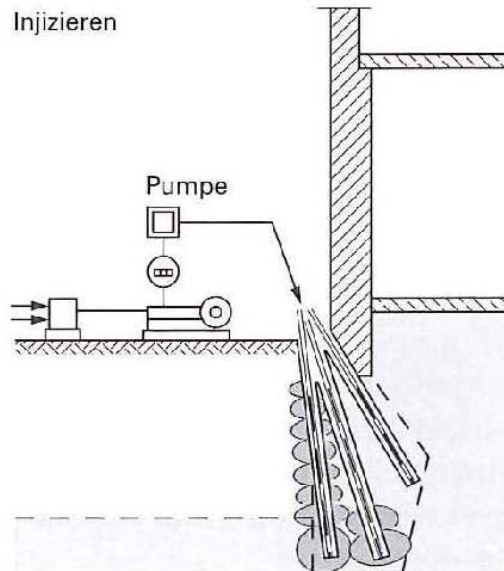
Lanzen einbohren / einvibrieren



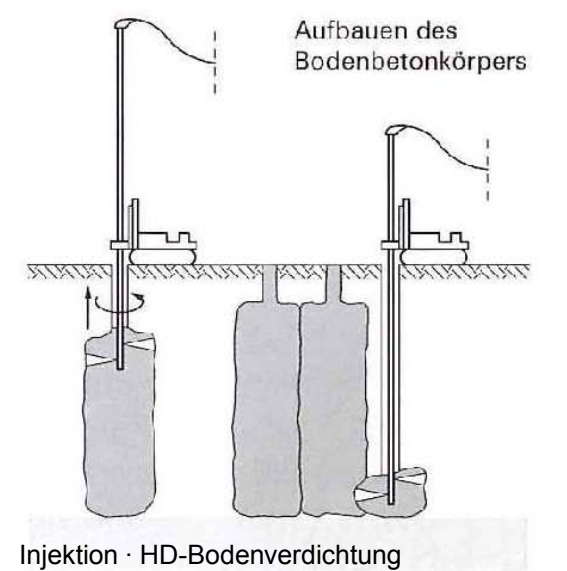
Hochdruck-Injektion über die Lanzen Spitze



HD-Bodenverdichtung



HD-Bodenverdichtung unter Fundamenten



Injektion · HD-Bodenverdichtung

Baugrube

Vermessen und abstecken von Gebäuden am Baugrund → Grundstücksgrenze (Grenzpunkte), Flucht- und Baufluchtlinien, Höhenfixpunkt/e - bezogen auf die Höhenpunkte aus dem Bebauungsplan), Gebäudeaußenkanten und -hauptachsen, Einbauten: ö. Kanal, Gas, Wasser,

Absolute Maße gehen von einem internationalen, überregional oder örtlich festgelegten Maßsystem für Fluchten und Höhen aus.

Relative Maße für Höhen: zB. FOK im EG = $\pm 0,00$.

„Wiener Null“ $\pm 0,00$ m = 156,68 m ü. d. Adria.

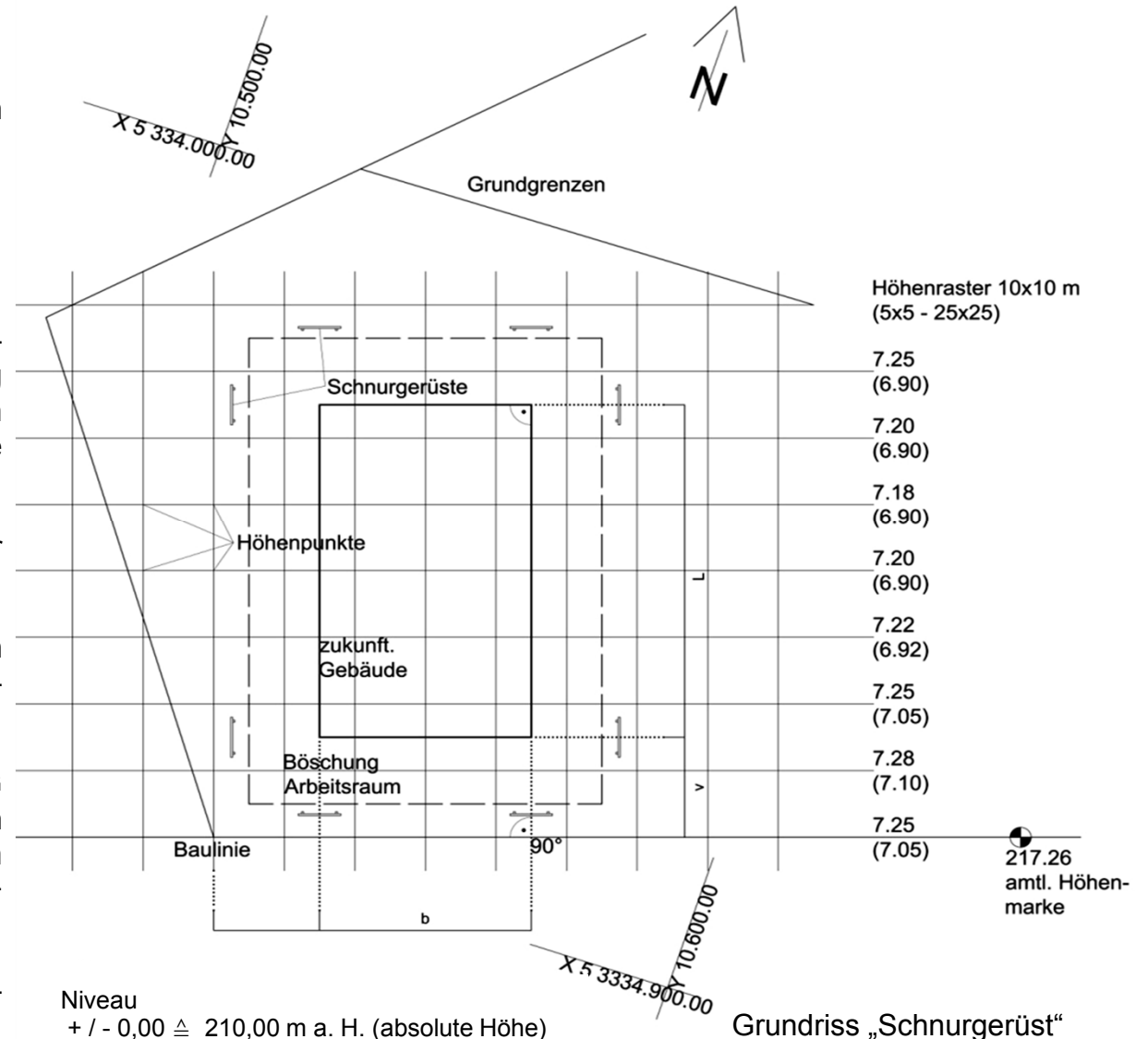
Die Hauptmaße (Grundgrenzen, Gehsteig- und Geländehöhen, Fußbodenoberkante im EG im Bezug zum „Wr. Null“) und die Hauptachsen des neuen Bauwerks sind vom Geometer einzumessen: diese übergibt der/ie BauherrIn dem Baumeister.

Grundlage sind die **Bebauungsbestimmungen** der Gemeinden (Ö.).

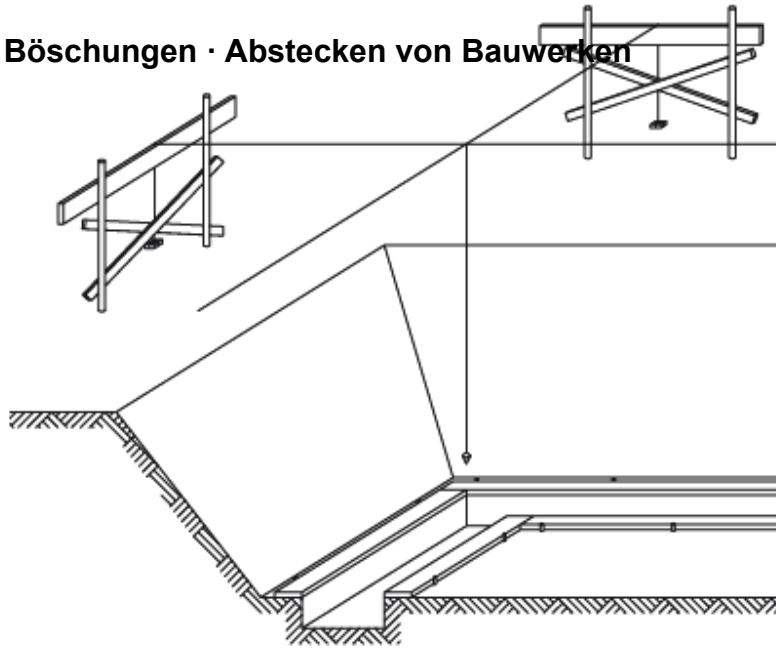
Bsp. Wien: Bescheid der MA 37, den diese nach dem Ansuchen des Bauwerbers (Ansuchen, Lage- und Höhenplan: 3-f., Grundbuchsauszug) ausstellt.

Der Haupt-AN (Baumeister) übernimmt die vom AG (Geometer) übergeben Hauptmaße und misst von diesen alle weiteren Bauteile ein. Er legt in jedem Geschoß die Höhenfixpunkte (Waagriss: FOK + 1,0 m) fest und hält diese auf Baudauer vor.

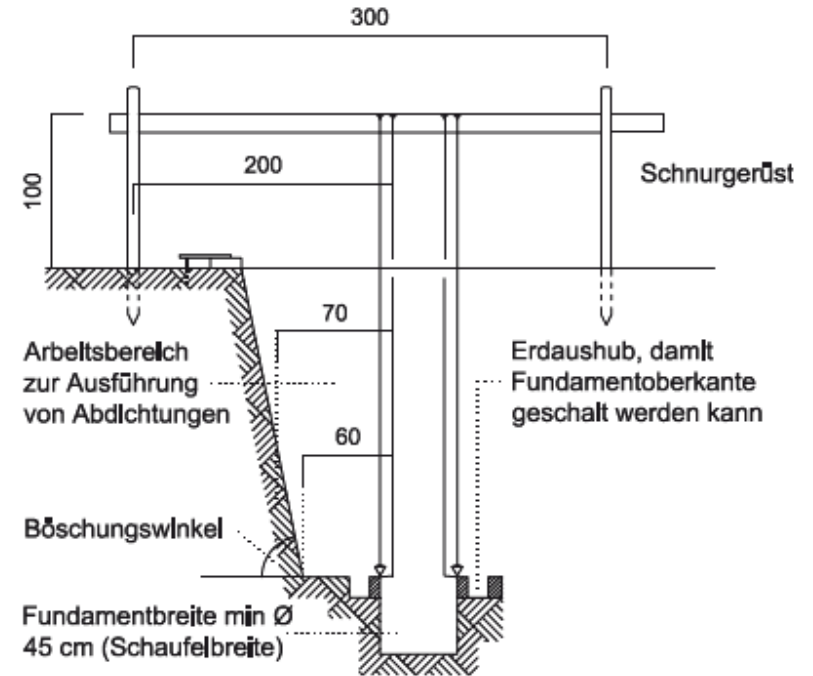
[S. d. Kap. „Architektur-Planung“: Priebornig, Hochbau II.]



Böschungen · Abstecken von Bauwerken



abgebochte Baugrubenwand mit Schnurgerüst



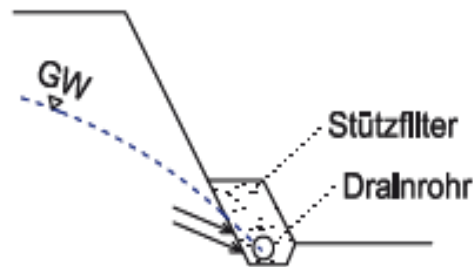
Aushubprofil mit Schnurgerüst

Böschungswinkel: nicht bindige und weich bindige Böden 45 °
 steife und halbsteife bindige Böden 60 °
 leichter Fels 80 °
 schwerer Fels 90 °



Grundwasserabsenkung zur Baugrubensohle: Abflachung + Graben zum Bauwerk

Böschungsfuß bei auftretendem Grundwasser ohne Dichtung



Entwässerung über Drainrohr + Saugpumpen; das Stützfilter

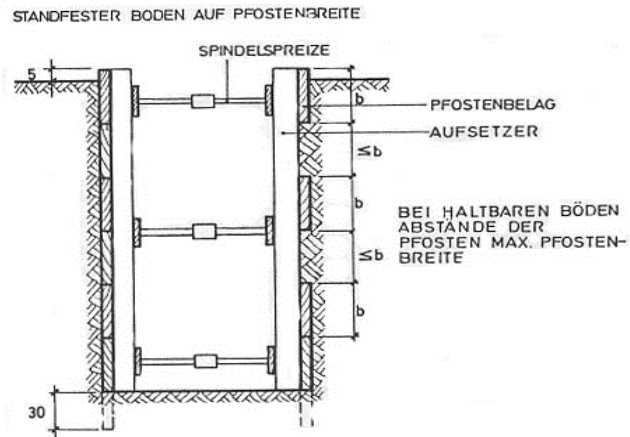
Erdarbeiten

1. Sondage des Bodens im Bereich der Baugrube → BGA.
2. Roden des Geländes: Bäume ¹⁾, Sträucher, Rasen.
3. Abstecken des Bauwerks und der Aushubgrenzen.
4. Aushub nach Schichten: Humus (lagern), Baugruben- und Künnetten- / Rohrgräbenaushub (bis 1,25 m ohne, ab 1,25 m Tiefe mit Pölzung / Verbau / Böschung).
5. Herstellen des Vorplanums für bodenverbessernde Maßnahmen (RDV, RSV, Injektionen) / Tief fundierung.
6. Bodenverbesserung / Tief fundierung.
7. Aushub bis zum Feinplanum (unmittelbar vor Herstellung der Sauberkeitsschicht und Fundamente).
8. Fundamente: Schalung, Bewehrung, Fugenbänder und Beton.

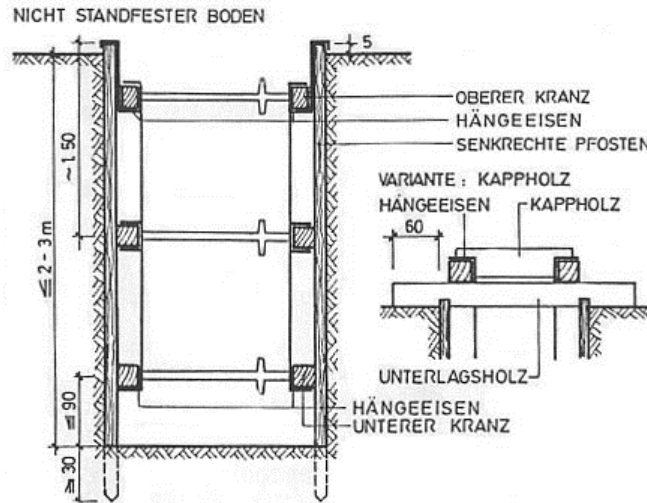
¹⁾ Wien: s. das Wr. Bauschutzgesetz.

Baugrubensicherung

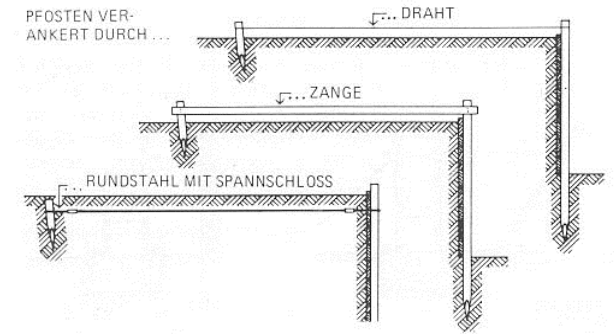
waagrechte Künettenpölung



senkrechte Künettenpölung

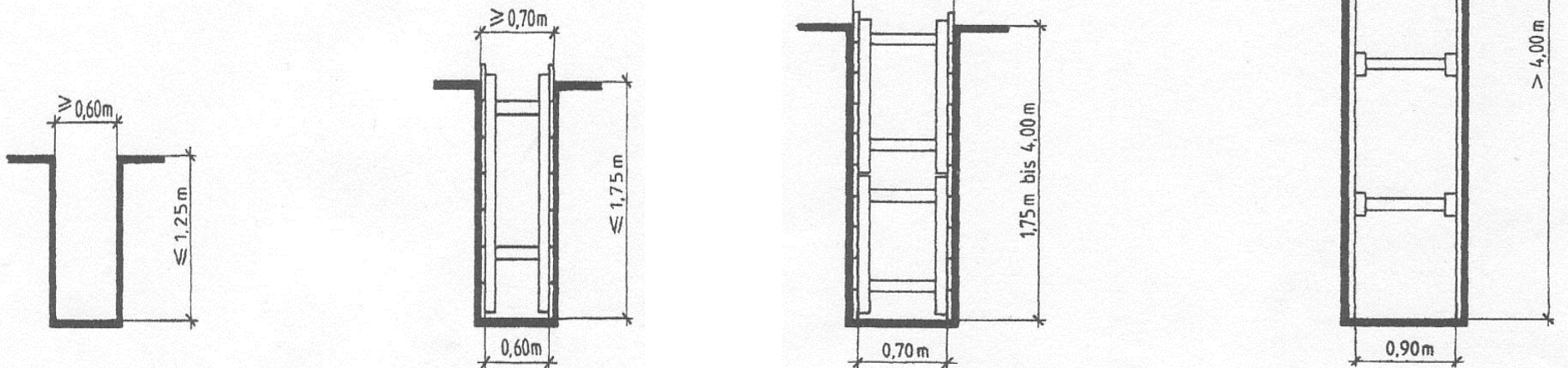


lotrechte Pölung mit Rückverankerung



Künetten (Rohrgräben)

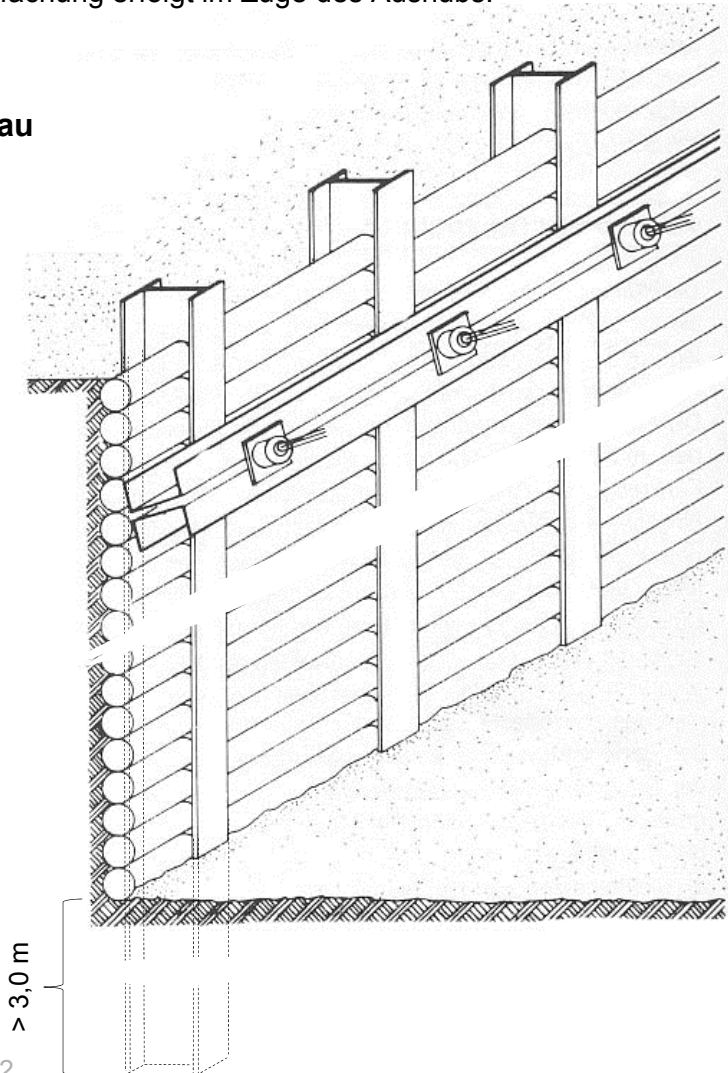
Müssen (Arbeits-) Gräben für die Bauausführung betreten werden, sind lichte Mindestbreiten einzuhalten und sind die Erdwände ab **1,25 m** Tiefe zu pölen / böschen. An Künettenkanten sind ab 1,25 m Tiefe Geländer mit Brust-, Mittel- und Fußwehren, H 1,10 m, anzubringen.



Trägerbohlenwände

Trägerbohlenwände bestehen aus lotrecht eingebauten Stahlträgern, in die waagrecht gespannte Ausfachungen, bestehend aus Pfosten (Bohlen), Kanthölzern, Kanaldielen, Stahlbetonfertigteilen u. dgl. eingebaut werden. Die Träger werden gerammt, eingerüttelt oder in Bohrlöcher eingeschoben; sie sind zu verankern oder abzusteiern. Der Einbau der Ausfachung erfolgt im Zuge des Aushubs.

Berliner Verbau



© Priebering 2012

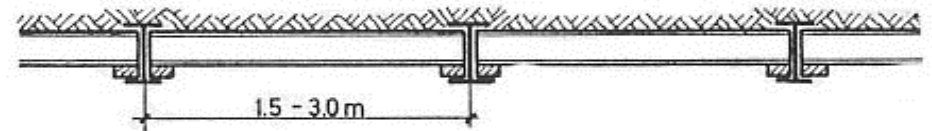
Arbeitsablauf

1. Einrammen / Einvibrieren oder in vorgebohrte Löcher einführen von Stahl-Trägern; Einspannung ins Erdreich \geq ca. 3 m / lt. Statik.
2. Aushub + Einbau der Bohlen / Kanaldielen / Stahlbetonfertigteile parallel mit dem schichtenweisen Aushub.
3. Rück-Verankerung oder Aussteifung ab Aushubtiefen von ca. 3 m.

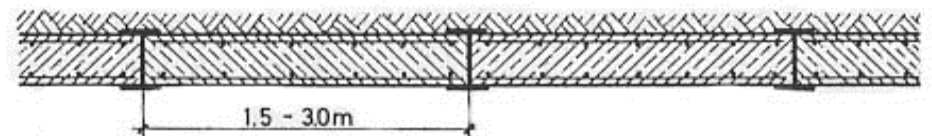
Holzbohlen / -staffeln waagrecht, von oben im Zuge des Aushubs eingebaut.



Kanaldielen waagrecht, von oben im Zuge des Aushubs eingebaut.



Stahlbeton-Fertigteile waagrecht, von oben im Zuge des Aushubs eingebaut.

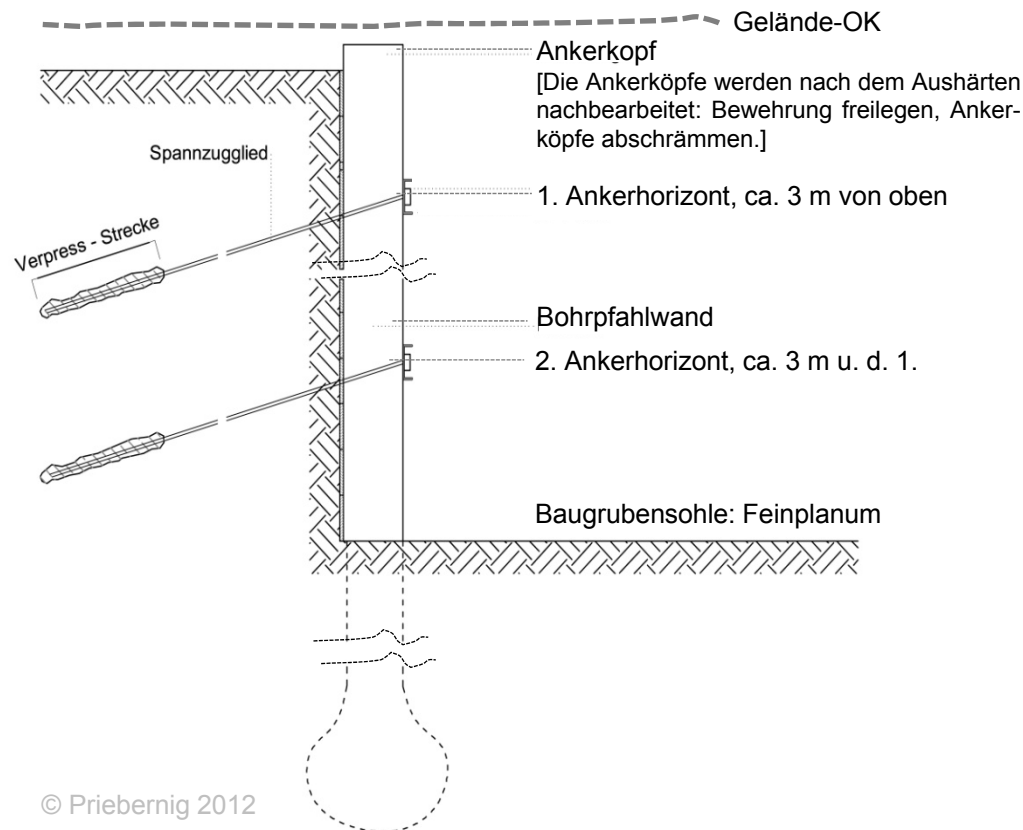


Bohrpfahlwände

- tragende geschlossene Pfahlwände,
- überschrittene Pfahlwände (in wasserdichter Ausführung),
- in Abständen mit unverkleideten Lücken,
- aufgelöste Pfahlwände mit Zwischengewölben aus bewehrten Torcretestreifen.

Beton- / Stahlbetonpfähle werden in den Boden gebohrt und verbleiben als belastbare Bauwerkswände im Baugrund. Hohe Bohrpfahlwände (ü. ca. 3 m) werden durch Erdanker rückverhängt oder in die Baugrube ausgespreizt.

Bohrpfahldurchmesser: 55 bis ca. 120 cm.



1. Überschrittene Pfahlwände: Der Achsabstand der Pfähle ist kleiner als der Pfahldurchmesser (idR 90 cm).
2. Tangierende Pfahlwände: alle Pfähle bewehrt.
3. Aufgelöste Pfahlwände: Die Zwischenräume zwischen den Pfählen werden mit bewehrten Spritzbetonschalen überbrückt.

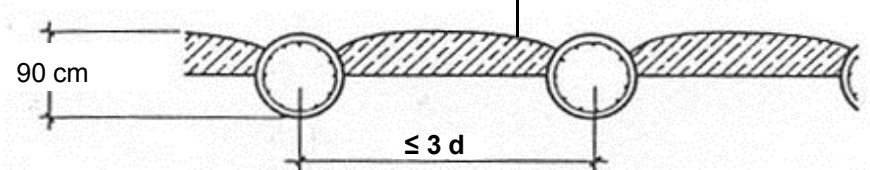
1. Dm. 60 – 150 cm, Überschneidung 10 – 15 cm.



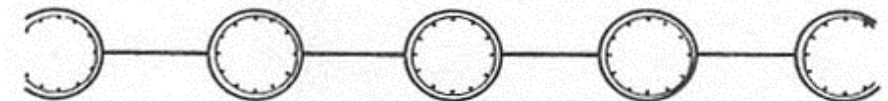
2. Abstand der Pfähle 5 – 10 cm.



3. Abstand der Pfähle $\leq 3 d$

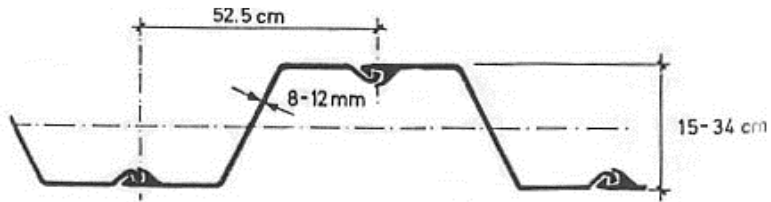


4. Abstand der Pfähle mit stehenden Erdwände

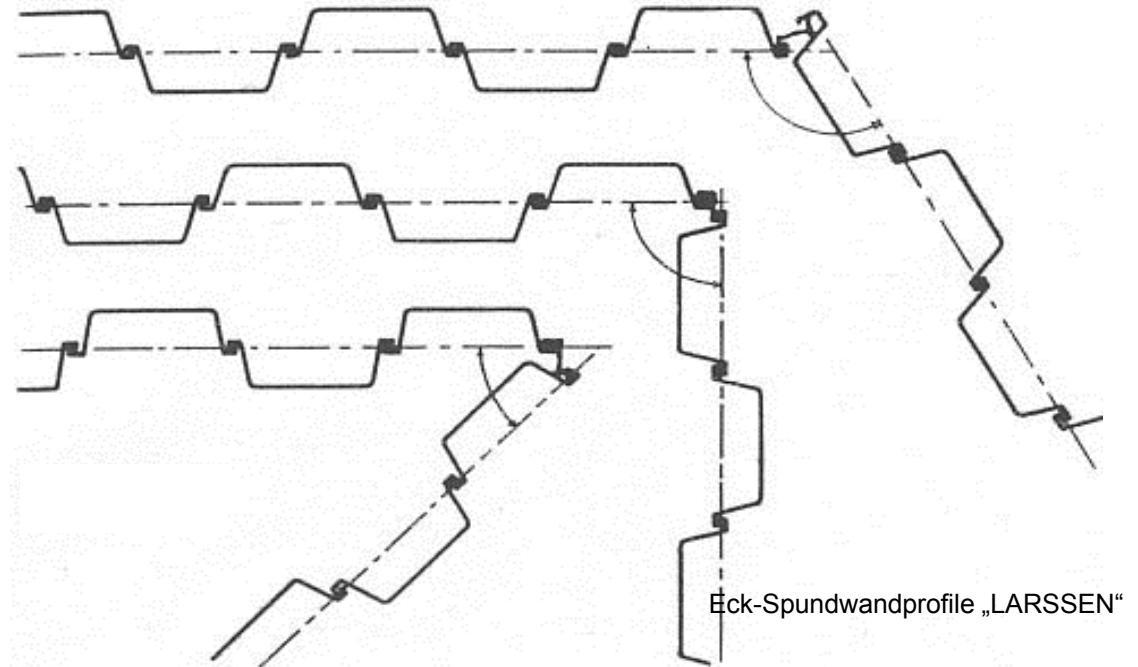
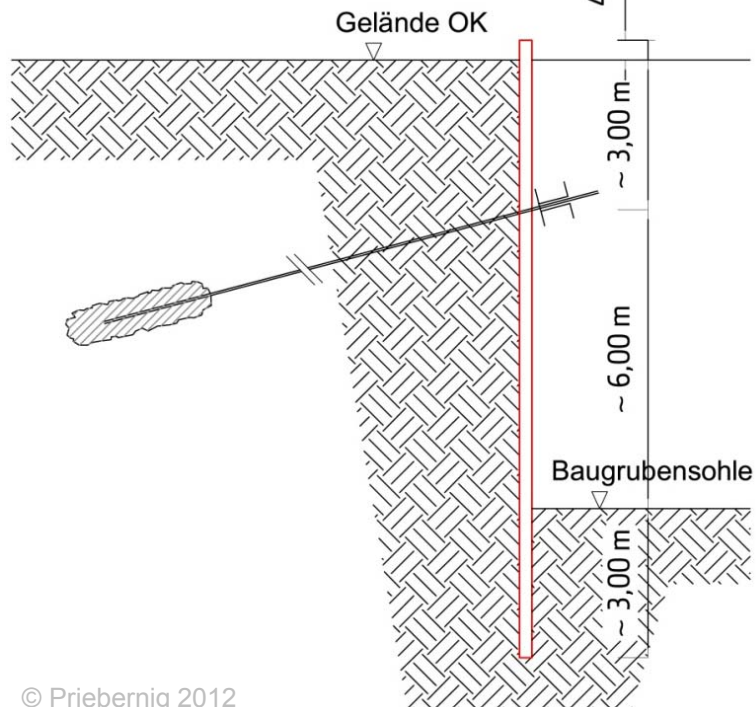
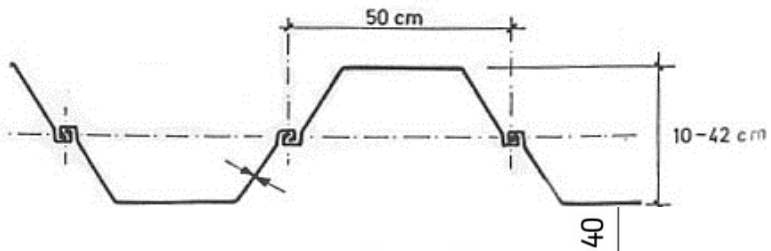


Verbau mit Stahlspundwänden

Profil „HÖSCH“, Lg. 5 bis ca. 27 m



Profil „LARSEN“, Lg. 10 bis ca. 23 m



Stahl-Spundwände (S 235, S 275 und S 355 JRC) werden idR eingerammt, bei sehr festen Böden werden sie in vorgebohrte Löcher eingeschoben. Für Baugrubenumschließungen mit seitlichem Wasserandrang Spundwände können auch „dicht“ ausgeführt werden.

Profile

Hoesch, Krupp, Larssen, Peiner, Arbed.

Statische Systeme

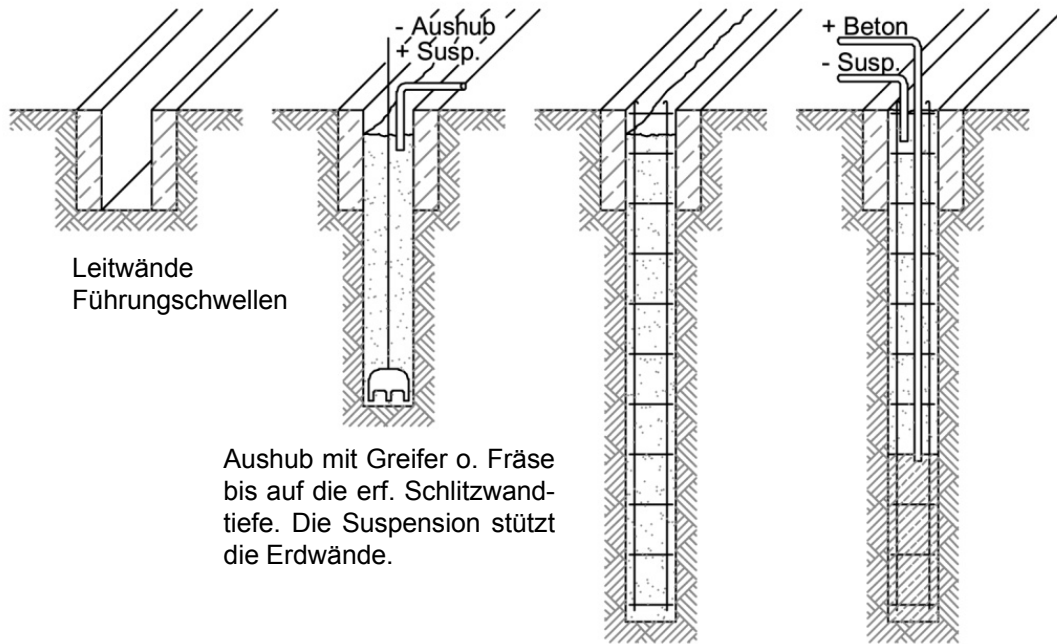
Kragträger mit Einspannung ins Erdreich, Gurtaussteifung (1, 2 Ebene/n) mit Erd-Verpressankern oder Ausspreitzung.

Einsatzgebiete

Baugrubenumschließung statt Böschung, Spundwandkasten für Grundwasserabsenkung und temporäre Wasserhaltung, Wasserbau: Hafenbecken, Kaimauern, Molen, Hochwasserschutz.

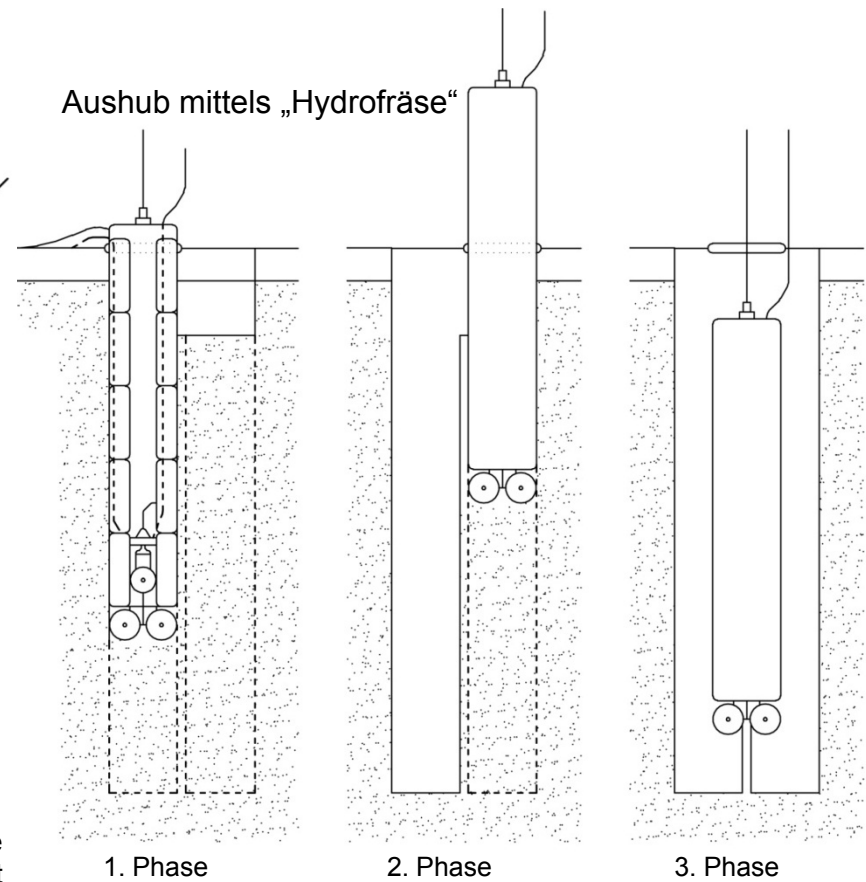
Schlitzwände

Wanddicken 60 – 120 cm, mit Bentonit-Suspension als Stützflüssigkeit.



Aushub mit Greifer o. Fräse bis auf die erf. Schlitzwandtiefe. Die Suspension stützt die Erdwände.

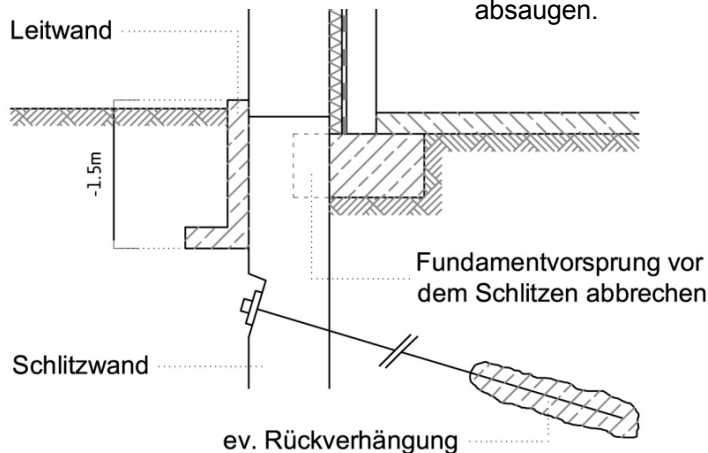
Einbau der Bewehrung, // Beton einbau wie Unterwasserbeton // Stützflüssigkeit absaugen.



1. Phase

2. Phase

3. Phase



Der Aushub für **Ortbeton-Schlitzwände** wird mit Hydrofräsen o. Schlitzwandgreifern hergestellt. Gegen das Einsacken werden die Erdwände mit einer Stützflüssigkeit (Bentonit-Suspensionen = Bentonit + Wasser) gesichert. Bei Wasserandrang werden die Schlitzwände in eine wassersperrende Schichte (z. B. Ton) eingebunden. Länge der Schlitzwandabschnitte: 60, 80, 100, 120 cm.

Nach dem Aushub der Schlitzwände werden die Bewehrungskörbe eingeschoben und lagemäßig gesichert. Die Schlitzwände werden anschließend mit Pumpbeton, der über Schlauchleitungen transportiert wird, von unten nach oben ausbetoniert. Parallel mit dem Betonieren wird die Stützflüssigkeit oben abgesaugt, aufgefangen und gereinigt.

Die **Baugrubensicherung im Grundwasser** erfolgt mit Spund-, Schlitz- oder Dichtwänden.

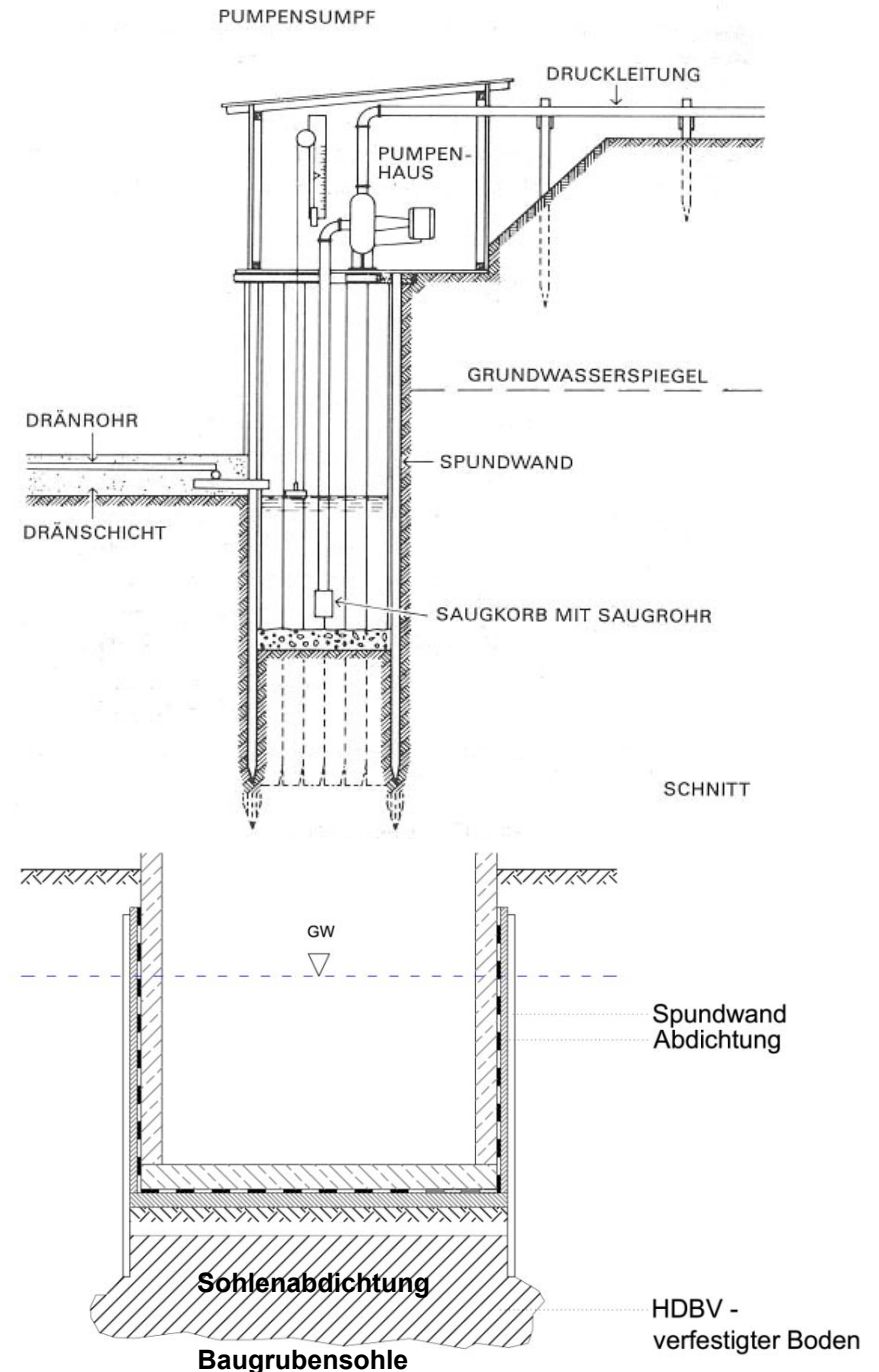
- **Dicht-Schmalwände** sind Einphasenschlitzwände, ca. 80 bis 100 cm dick. Der Stützflüssigkeit wird idR Zement (Bindemittel) beigegeben, so dass die Stützflüssigkeit erhärtet.
- **Schmalwände** sind Dichtwände, ca. 80 bis 100 cm dick, zur vertikalen Abdichtung einströmenden Wassers. Stahlbohlen werden als „Schalungen“ in den Boden eingepresst o. eingerüttelt. Der Hohlraum zw. den Stahlbohlen wird während des Ziehens der Stahlbohlen mit zementgebundener Dichtmasse verpresst.

Baugrubensohlen im Grundwasser · Grundwasserabsenkung

Spund- / Schlitz- / Schmalwände wände vermögen nur seitlich einströmendes Wasser abzuhalten, durch die Sohle aufsteigendes Wasser muss durch eine **Sohlenabdichtung** abgehalten werden.

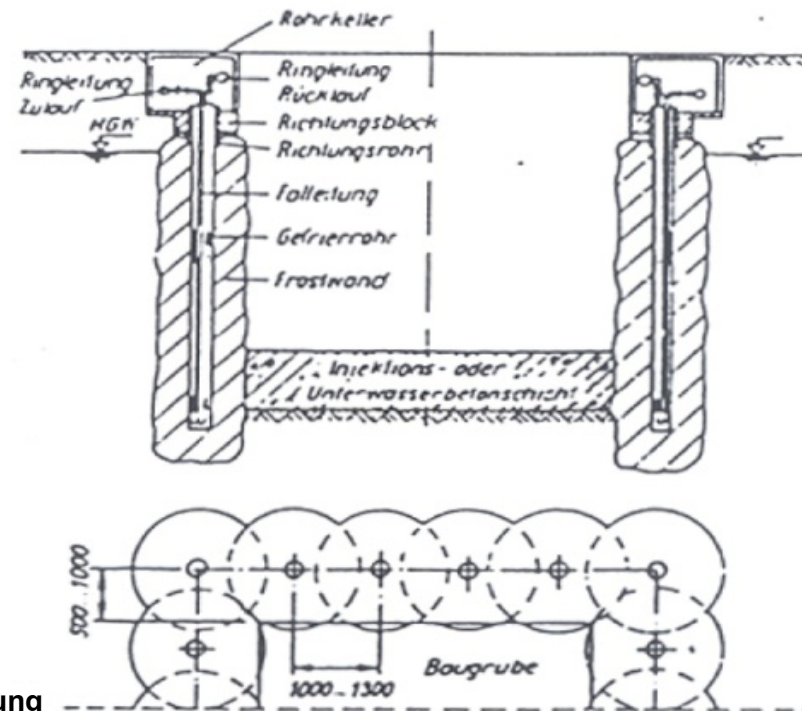
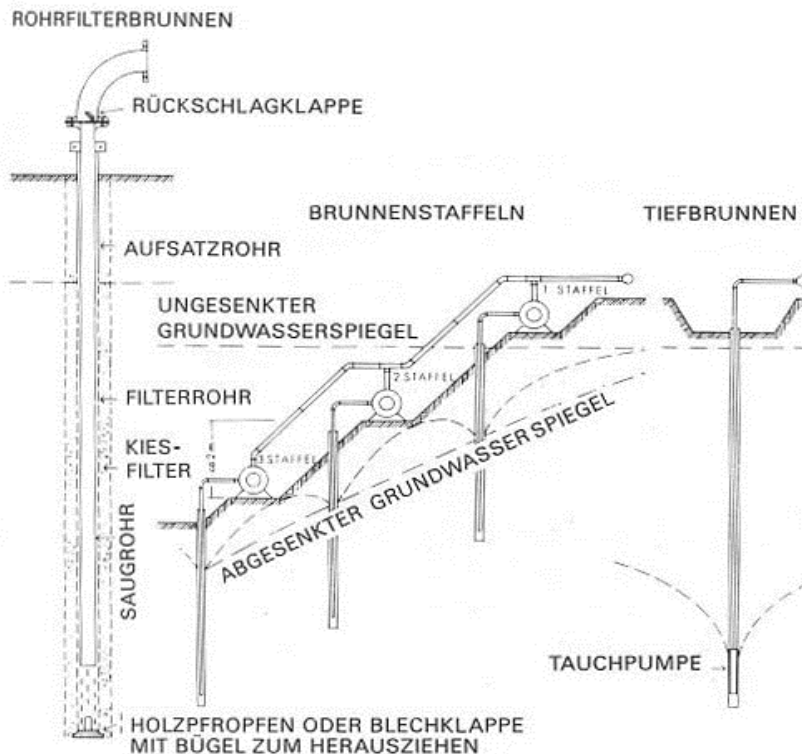
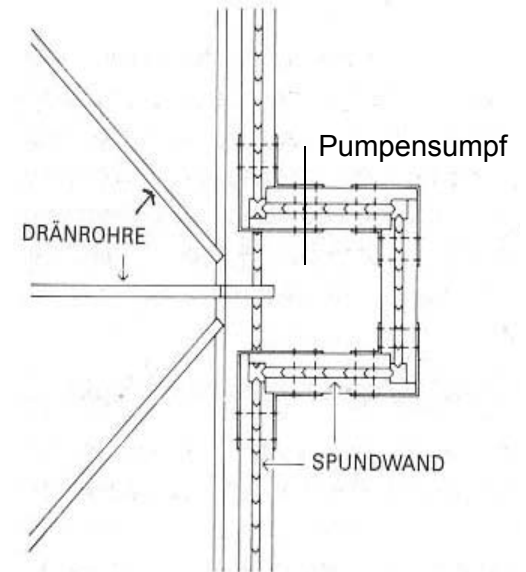
- **Offene Wasserhaltung mit Pumpensümpfen** für geringe Absenktiefen des Grundwasserspiegels, bei schwachem bis mittelstarkem Wasserandrang, bei bindigen, wasserführenden oder grobkörnigen Böden.
- **Geschlossene Wasserhaltung mit Rohrfilterbrunnen:** Um die Baugrube wird der Grundwasserspiegel mind. 0 bis 50 cm unter die Gründungssohle abgesenkt, sodass die Gründungs- und Abdichtungsarbeiten im Trockenen ausgeführt werden können.
- Die **Sohlenabdichtung** erfolgt mit HDBV-Injektionssohlen, > 1,0 – 1,5 m dick; Auftriebssicherheit: mind. 1,1.
 Auftriebsicherung: a) Bodenplatte ü. d. Baugrubenwände,
 b) Bodenplatte mit Zugpfählen,
 c) Schwergewichtsplatte.

Eine Grundwasserabsenkung ist nur bei körnigen Böden (Sand, Kiessand, Kies) möglich. Mit Rohrfilterbrunnen und Saugpumpen wird eine Absenkung bis ca. 5 m erreicht; örtlich sind größere Absenkungen möglich.

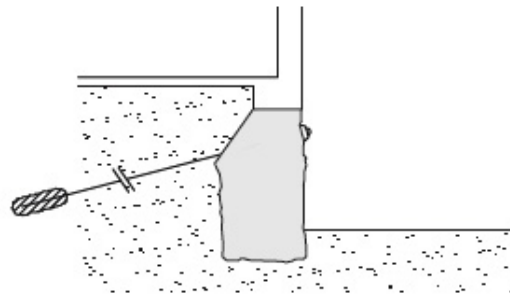


Grundwasserabsenkung mit Vakuumbrunnen: In Feinsand und Schluff anstehendes Grundwasser fließt durch Schwerkraft allein nicht mehr ab, sondern wird durch Adhäsion in den Hohlräumen zwischen den Körnern festgehalten. Es bedarf eines Vakuums, welches das Grundwasser an das Filterrohr zieht. Dies erfordert ein luftdichtes Rohrleitungsnetz. Da der Feinsand dabei weiter verdichtet wird, beschränkt sich der Wirkungsbereich und damit der Höchstabstand der einzelnen Vakuumfilter auf ca. 1 m.

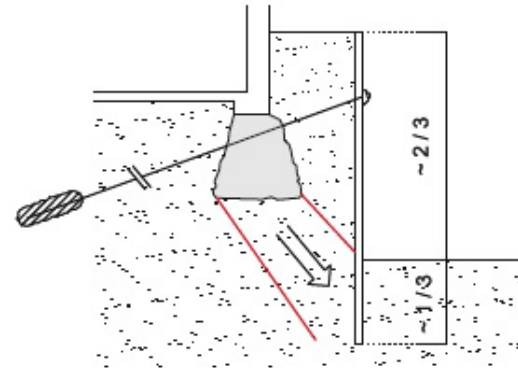
Grundwasserabsenkung durch Elektro-Osmose: Für feinporig-bindige Böden ist ein Elektro-Osmose-Verfahren entwickelt worden, bei welchem das Grundwasser statt durch ein atmosphärisches Druckgefälle durch das Gefälle eines Gleichstroms zur Kathode hin (Filterrohr eines Rohrbrunnens) ins Fließen gebracht wird. Der Wirkungsbereich beträgt je nach Boden und Spannungsgefälle bis zu 5 m². Das Verfahren ist teuer und wird nur angewandt, wenn andere Möglichkeiten versagen.



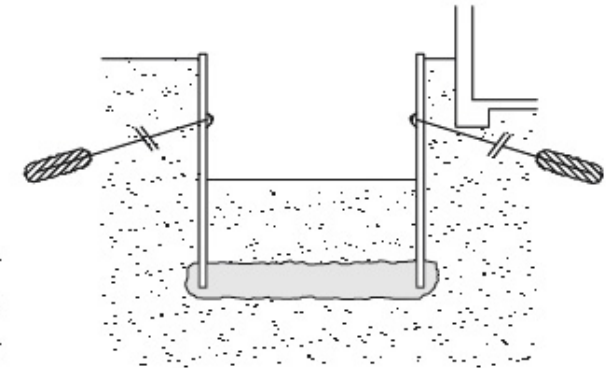
Bsp.e für die Anwendung von **HDBV-Injektionen**



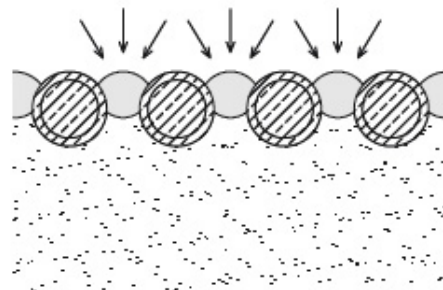
Unterfangung von Fundamenten



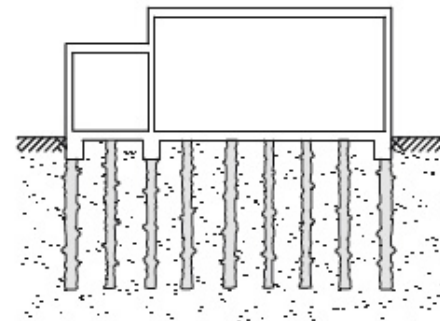
Fundamentsicherung



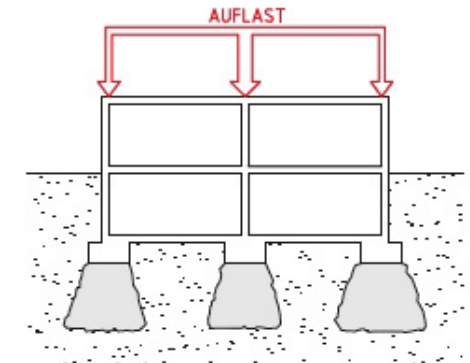
Sohlenabdichtung



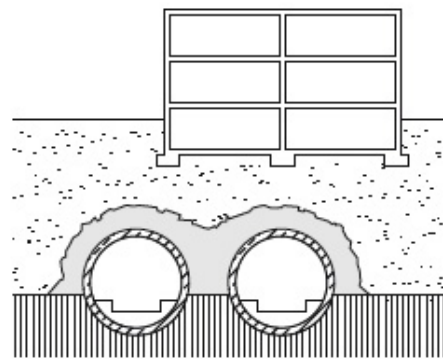
Zwickelinjektion bei Bohrpfahlwänden



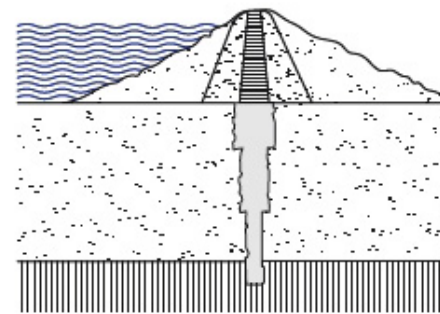
Bodenverbesserung
bel bestehenden Gebäuden



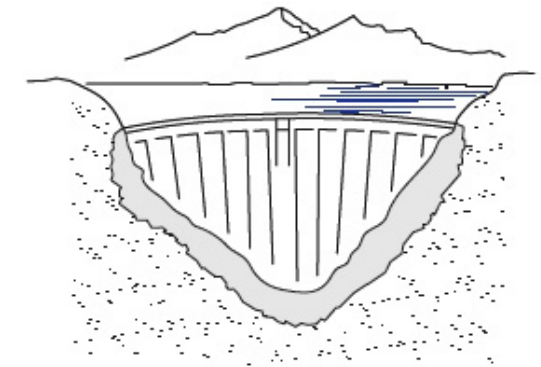
Fundamentverbreiterung zur Aufnahme
von Zusatzlasten



Schirminjektion zur Abdichtung und
Verfestigung im Tunnelbau



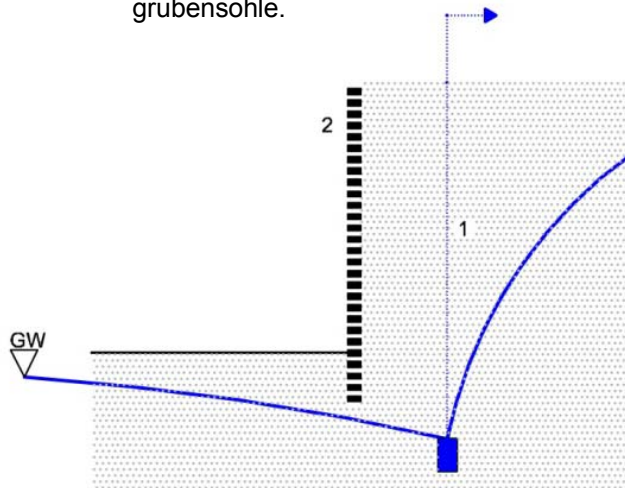
Dichtungsschleier bel Staudämmen



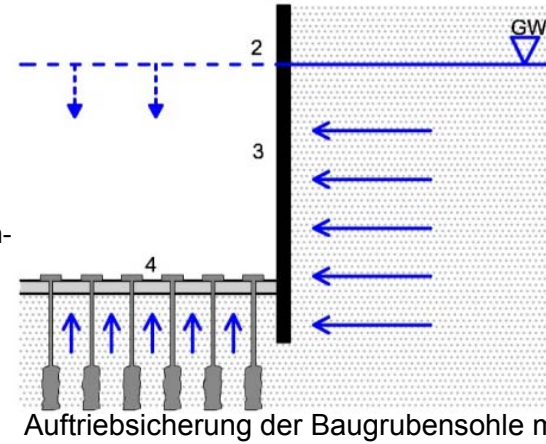
Dichtungsschleier mit Verfestigung
bel Talsperren

Baugrubensicherung, Sohlenabdichtung und Wasserhaltung

- 1 Bodengutachten, Planung und Vorbemessung der Baugrubensicherung, Wasserhaltung, Entsorgung des Grundwassers und der Bauabfolge, Risikoanalyse der Auswirkungen auf Nachbarobjekte.
- 2 GW-Absenkung mit Filterbrunnen, Saugpumpen in Absetzbecken außerhalb des Einsickerbereichs; die Einleitung in Bäche ist bewilligungspflichtig.
- 3 Baugrubensicherung mit einer Dichtwand: überschnittene Bohrfahlwand, Einphasenschlitzwand mit eingestellter Spundwand, Zweiphasenschlitzwand, kombinierte Bohrfahl-Schlitzwand, Ankerung der Dichtwand // m. d. Aushub.
- 4 HD-Injektions- und Betonsohle mit Auftriebsicherung (5).
- 6 Entspannungsbrunnen gegen den hydraulischen Aufbruch der Baugrubensohle.

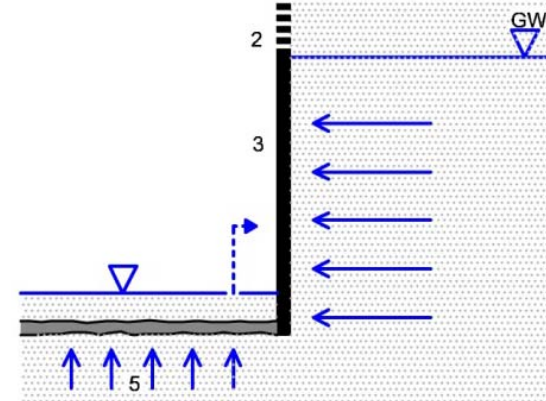


volle GW-Absenkung

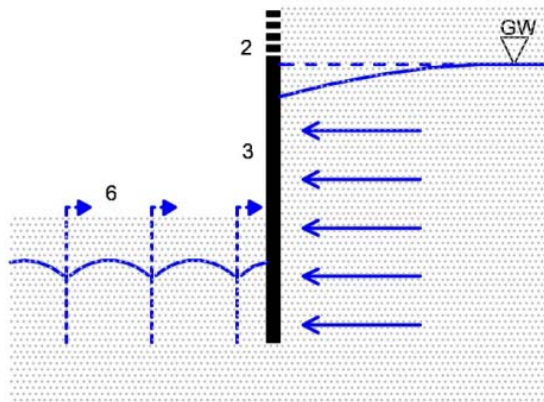


Auftriebsicherung der Baugrubensohle mit Zugpfählen

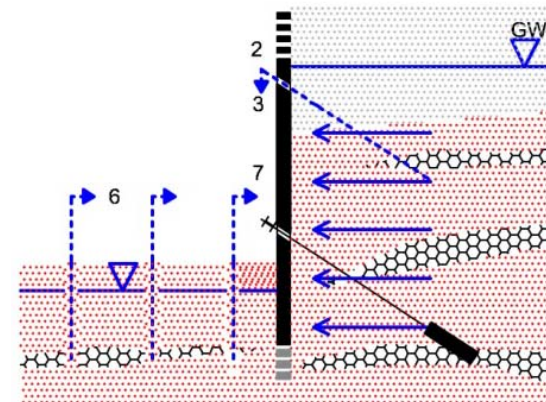
dichte Baugrube mit Unterwasserbetonsohle



dichte Baugrube mit tiefliegender Dichtsohle



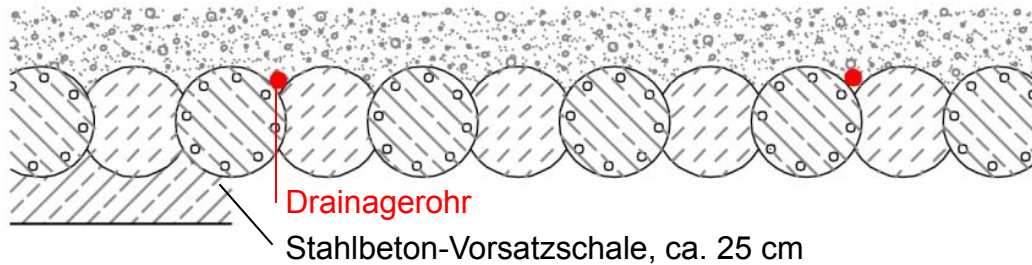
dichte Baugrubenwand mit Sohlentspannung



teildichte Baugrube, Wand- und Sohlentspannung

Baugrubensicherung mit Bohrpfahlwänden

Überschnittene Bohrpfahlwand



Nach dem Herstellen der unbewehrten Bohrpfähle werden die bewehrten Pfähle geschnitten, bewehrt und von unten nach oben ausbetoniert.

Das vom Erdreich anströmende Wasser wird über Drainageleitungen abgeführt.

Die überschnittene Bohrpfahlwand wird auch als Dichtbeton-Außenwand ausgeführt.

Tangierende Bohrpfahlwand mit HD- Hinterschleierung

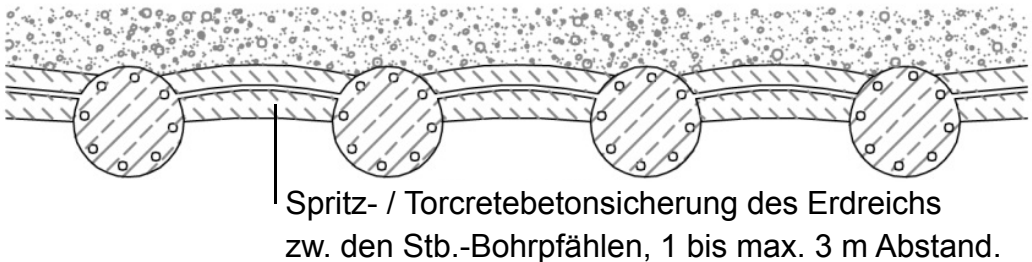


Gegen Wasserdurchtritt werden die Fugen (ca. 5 bis 10 cm) zw. den armierten Bohrpfählen mit HD-Injektionen abgedichtet.

Die tangierende Bohrpfahlwand mit Zwickelabdichtung ist bis ca. 97 bis 99 % dicht.

Die HD-Zwickelinjektion erfolgt parallel mit dem Erd-aushub.

Aufgelöste Bohrpfahlwand mit Spritzbetonsicherung



Das „stehende“ Erdreich zw. den „aufgelösten“ Bohrpfählen wird mit Baustahlgittermatten armiert und mit Spritzbeton – mit leichter Wölbung zum Erdreich – gesichert.

Die aufgelöste Bohrpfahlwand wird nur bei trockenem Erdreich – ohne Wasserandrang – ausgeführt.

Abbildungsverzeichnis

- Abb. 02.1 Prieberinig: Baugrubensicherung, Grundwasserabsenkung
 Abb. 02.2 Prieberinig: Kreislauf geologischer Vorgänge
 Abb. 02.3 Tabelle Natursteine
Institut für Geologie, TU Wien, 2004
- Abb. 02.4 Tabelle Festgesteine, Lockergesteine
Schmitt, Heene: Hochbaukonstruktionen. 13. Aufl., Teubner, 1996
- Abb. 02.7 Schürfgrube
Schmitt, Heene: Hochbaukonstruktionen. 13. Aufl., Teubner, 1996
- Prieberinig: Sondiernadel
- Abb. 02.8 Bohrer, Bohrgestänge, Spülbohrungen
Riccabona (2004): Baukonstruktionslehre. 7. Aufl., Manz, Wien
- Abb. 02.9 Prieberinig: Probelastung, Lastsetzungsdiagramm der Probelastung, Isotopensondierung
- Abb. 02.10 Prieberinig: Tiefenverdichtung
 Abb. 02.11 Rütteldruckverfahren, Rüttelstopfverfahren
Schmitt, Heene: Hochbaukonstruktionen. 13. Aufl., Teubner, 1996
- Abb. 02.12 Entwässerung
Riccabona: Baukonstruktionslehre. Manz
- Abb. 02.13 Prieberinig: Grundwasserverhältnisse
 RDV / RSV und Injektionstechniken
Dierks / Schneider / Wormuth: Baukonstruktionen, 5. Aufl., Werner, Düsseldorf, 2002, S. 239
- Abb. 02.14 Prieberinig: Injektionsbeton-Tiefengründung
 Abb. 02.15 Hochdruckbodenverdichtung, Injektionen
Dierks / Schneider / Wormuth: Baukonstruktionen, 5. Aufl., Werner, Düsseldorf, 2002, S. 239
- Abb. 02.16 Prieberinig: Schnurgerüst, Grundriss
 Abb. 02.17 Prieberinig: Abgeböschte Baugrubenwand mit Schnurgerüst, Aushubprofil mit Schnurgerüst
 Böschungsfuß bei auftretendem Grundwasser ohne Dichtung
 Böschungsfuß bei auftretendem Grundwasser mit Dichtungswand bis zur bindigen Schicht
- Abb. 02.18 Waagrechte Künettenpölzung, senkrechte Künettenpölzung, lotrechte Pölzung mit Rückverankerung
Schmitt, Heene: Hochbaukonstruktionen. 13. Aufl., Teubner, 1996
 Gräben (Künetten)
ÖNorm B 2205, 01.11.2000
- Abb. 02.19 Trägerbohlenwände, Kanaldielen
Riccabona: Baukonstruktionslehre. 7. Aufl., Manz, 2004
- Abb. 02.20 Bohrpfahlwände
Riccabona: Baukonstruktionslehre. 7. Aufl., Manz, 2004
- Abb. 02.21 Prieberinig: Pfahlwände
 Spundwände
Schmitt, Heene: Hochbaukonstruktionen. 13. Aufl., Teubner, 1996
- Abb. 02.22 Prieberinig: Spundwand- Schnitt
 Schlitzwände
Riccabona: Baukonstruktionslehre. 7. Aufl., Manz, 2004
- Abb. 02.23 Prieberinig: Hydrofräse
 Pumpensumpf
Schmitt, Heene: Hochbaukonstruktionen. 13. Aufl., Teubner, 1996
- Abb. 02.24 Pumpensumpf, Rohrfilterbrunnen, Bodenvereisung,
Schmitt, Heene: Hochbaukonstruktionen. 13. Aufl., Teubner, 1996
- Abb. 02.25 Bsp.e für die Anwendung von HDBV-Injektionen
Schmitt, Heene: Hochbaukonstruktionen. 13. Aufl., Teubner, 1996
- Abb. 02.26 Prieberinig: Baugrubensicherung, Sohlenabdichtung, Wasserhaltung
 Abb. 02.27 Prieberinig: Baugrubensicherung mit Bohrpfahlwänden