

Martin Klempa, Jindřich Šancer,
Jiří Mališ, Václav Zubíček

Erkundungs- und Bohrarbeiten



Europäische Union. Europäischer
Fonds für regionale Entwicklung.
Evropská unie. Evropský fond pro
regionální rozvoj.

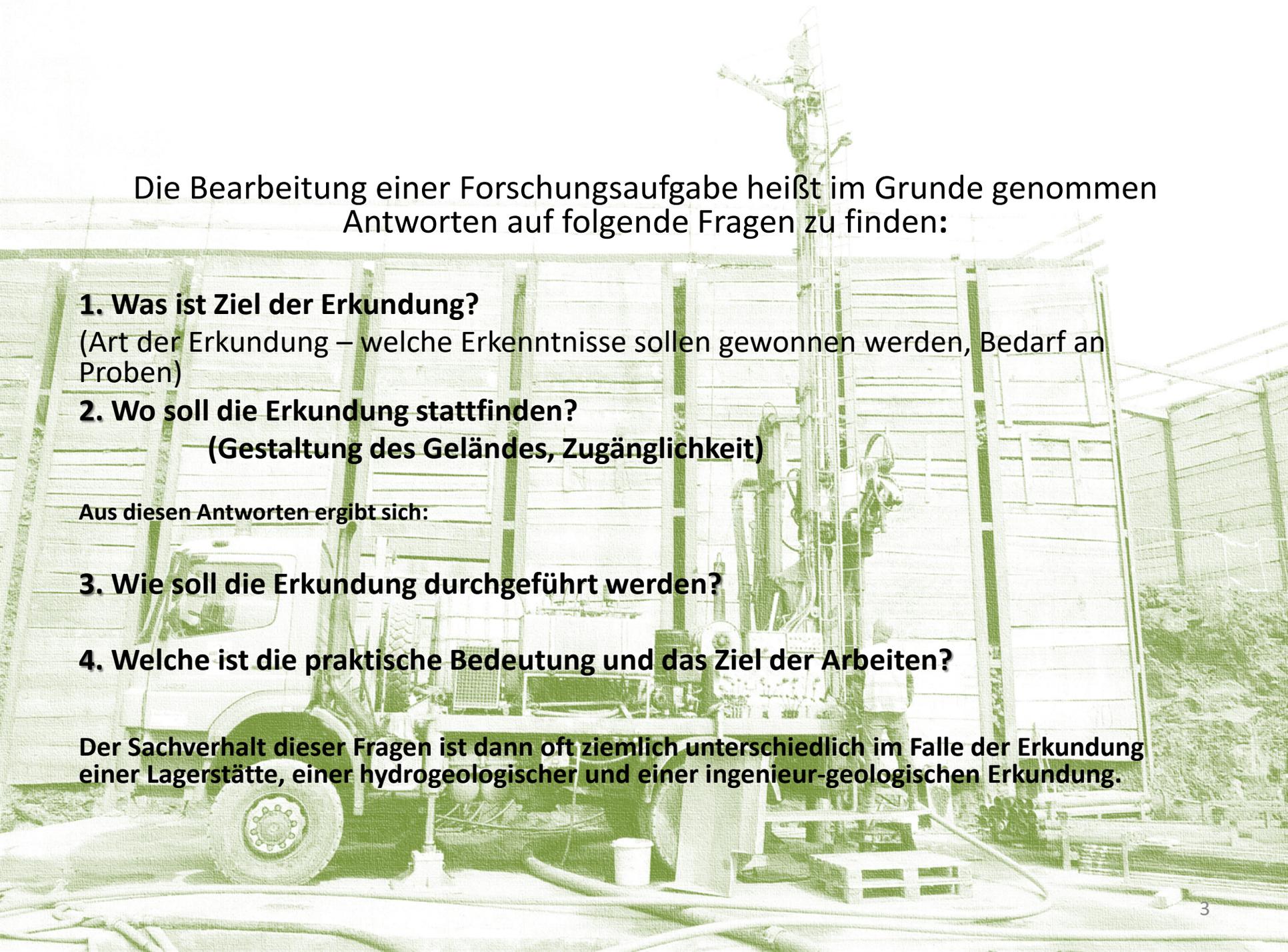


Ahoj sousede. Hallo Nachbar.
Interreg V A / 2014 – 2020



Mit Hilfe der geologischen Erkundung werden Voraussetzungen, Methoden und Möglichkeiten einer effektiven Lösung sämtlicher Aufgaben aus dem Bereich der Lagerstättegeologie, der Hydrogeologie sowie weiterer Ingenieur Tätigkeiten an der Lagerstätte untersucht. Die Erkundungsgeologie umfasst:

- Erkundung, Bewertung, Dokumentierung und Darstellung der Entwicklung und Zusammensetzung des geologischen Aufbaus des Untergrundes und dessen Gegebenheiten,
- Aufsuchen und Erkunden von Rohstofflagerstätten, Vorratsprüfung und Aufstellung von Unterlagen, die für das Nutzen sowie den Schutz der Lagerstätte notwendig sind,
- Aufsuchen und Erkunden der Grundwasservorkommen einschließlich Heil-, Mineral- und Thermalwasser, Vorratsprüfung und Aufstellung von Unterlagen, die für das Nutzen sowie den Schutz der Lagerstätte notwendig sind,
- Erkundung und Prüfung ingenieur-geologischer und hydrogeologischer Verhältnisse für die Raumplanung, Projektierung, Durchführung und Sanierung von Bauwerken und Stabilisierung von Bodenrutschungen,
- Erkundung und Prüfung geologischer Bedingungen zur Errichtung, Betrieb und Beseitigung der Anlagen zur Gas- und Flüssigkeitslagerung, zur Abfalldeponierung und zur Nutzung der geothermischen Energie
- Beseitigung und Rekultivierung der Bergbaubetriebe,
- Erkundung und Prüfung der Auswirkungen geologischer Gegebenheiten auf die Umwelt

The background image shows a large industrial drilling rig mounted on a white truck. The rig is tall and complex, with various pipes, valves, and a vertical mast. A person is visible on a platform near the rig. The scene is outdoors, possibly at a construction or mining site. The image has a greenish tint.

Die Bearbeitung einer Forschungsaufgabe heißt im Grunde genommen Antworten auf folgende Fragen zu finden:

1. Was ist Ziel der Erkundung?

(Art der Erkundung – welche Erkenntnisse sollen gewonnen werden, Bedarf an Proben)

2. Wo soll die Erkundung stattfinden?

(Gestaltung des Geländes, Zugänglichkeit)

Aus diesen Antworten ergibt sich:

3. Wie soll die Erkundung durchgeführt werden?

4. Welche ist die praktische Bedeutung und das Ziel der Arbeiten?

Der Sachverhalt dieser Fragen ist dann oft ziemlich unterschiedlich im Falle der Erkundung einer Lagerstätte, einer hydrogeologischer und einer ingenieur-geologischen Erkundung.

Bohrarbeiten und Arten der Bohrungen

Die Bohrarbeiten sind eine wichtige Informationsquelle über:
Untergrund (Bohrschutt, Bohrkern, Pumpen, Karrotage);
Menge des Fluids (Erdöl, Erdgas, Wasser)
Monitoring (Erschütterungen, Spannung, Drücke der Grundwasserkörper u.a.)

Eine **Bohrung** ist ein langes Bergwerk, bei dem das Verhältnis (Länge/Durchschnitt) die maximale Größe hat. Es wird meistens in vertikaler Richtung, aber auch in der waagerechten und schräg unter unterschiedlichen Winkeln von der lotrechten Linie aus abgeteuft.

Bohrungen werden durchgeführt zum Zweck:

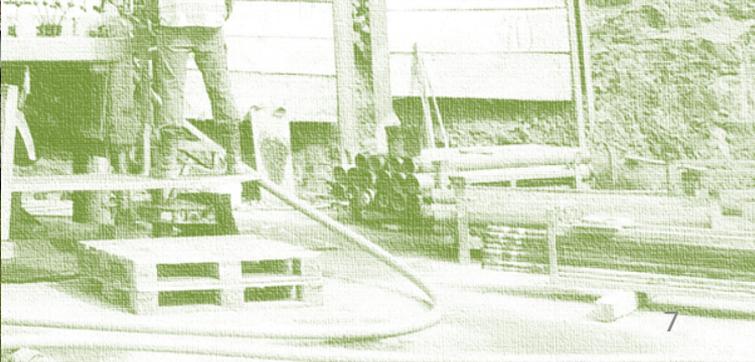
Erkundungsbohrungen – Gewinn von geologischen und geotechnischen Erkenntnissen;

Betriebsbohrungen – Erstellung einer Öffnung für den Bergbau, für Geologische, Bau- und weitere technische Zwecke







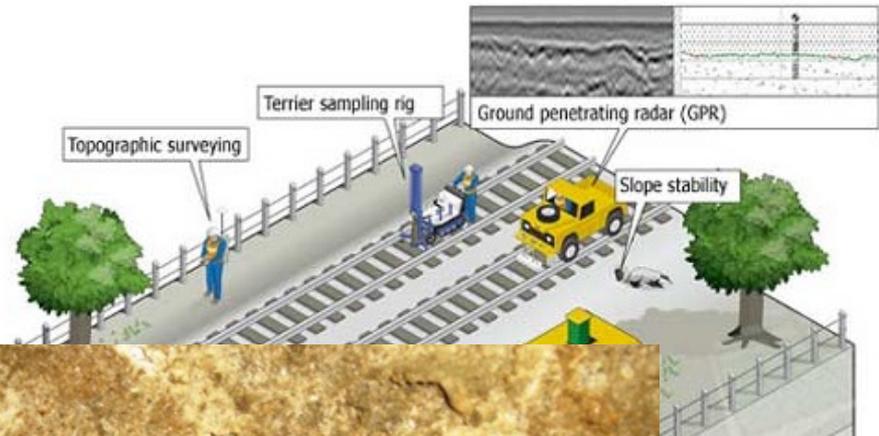




Einsatz von Bohrungen

Abbau von Naturressourcen:

- Erdöl, Erdgas, Geothermie
- Erkundung;
- Tiefbau;
- Tagebau





Durchführungsarten der Bohrungen

Bei der Analyse des Bohrprozesses ist es notwendig, über folgende Kenntnisse zu verfügen:

Bohrinstrument – Typ, Form, Zustand

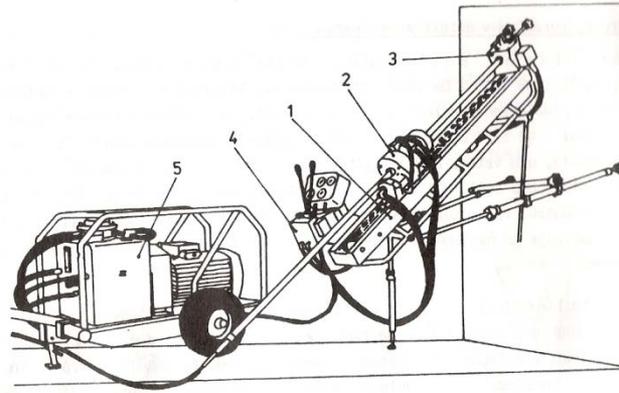
Bohrverfahren – gegeben durch Anpressdruck, Drehungen und Spülung.

Anpressdruck – abgeleitet von Bohrbären oder hydraulisch oder von einer anderen Anlage

Spülung – Zirkulationstyp (direkt x indirekt), Durchflussgröße (l/min), Art der Spülung (flüssig, gasförmig, schaumig)

Bohrdruck auf das Bohrgerät	Austrag des Bohrguts				
	Durch das Bohrgerät	durch Spülung			
		Ohne Kreislauf	Direkte Zirkulation	Indirekte Druckzirkulation	Indirekte Saugzirkulation
	Spiralbohrung		Drehbohren, Kernbohren, Tauchantrieb	Gegenstromzirkulation	Saugzirkulation
	Rüttelverfahren				
			Drehschlagbohrung, Tauchbohrhammer	Schnellstoß	
		Seilfreifallbohrverfahren (Pennsylvanisches Bohrverfahren)	Oberflächenhammerbohrer		
Ohne Bohrdruck			Düsen		

Bohrarten



1 - Lafette, 2 - Drehkopf, 3 - Klemme der Bohrröhre, 4 - Schalt- und Steuerungseinheit, 5 - Antrieb



Bohranlage Diamec 250



Bohranlage Acker MP-8 -
Ausführung auf dem
Fahrgestell eines
Kraftfahrzeuges



Bohranlage Acker MP-8 Ausführung auf dem
Bandfahrgestell

Hydrogeologische Bohrungen

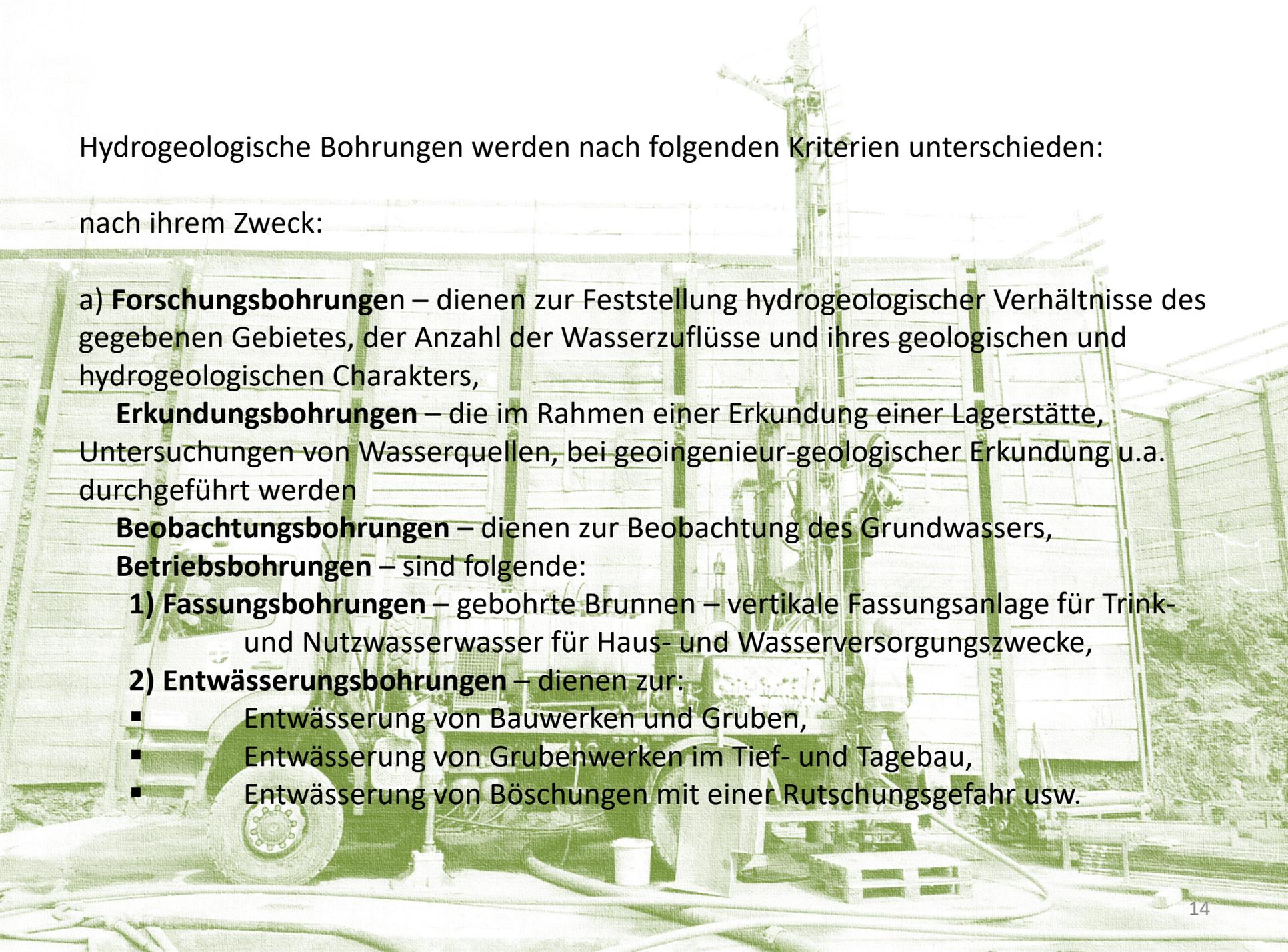




Hydrogeologische Bohrungen sind das meist verbreitete Mittel zur Grundwasserentnahme. Ein Merkmal der hydrogeologischen Bohrungen ist die Bemühung, die wasserführenden Schichten zu finden und diese zu durchbohren (in der Regel die gesamte Mächtigkeit). Die Wände der Bohrung sollen so ausgekleidet werden, um einen Zufluss des Wassers in die Bohrung ohne Mitnahme des feinkörnigen Gutes aus der Umgebung der Bohrung gewährleisten zu können.

Hauptzweck hydrogeologischer Bohrungen ist die Erkundung hydrogeologischer und hydrologischer Verhältnisse der Gesteinsfolge, der Eigenschaften der wasserführenden Schichten, der Flüssigkeiten und der Bedingungen für eine Förderung oder Wasserentnahme.

Mit Hilfe von Bohrungen werden Messungen und Beobachtungen für geologische Dokumentation, Messungen der Tiefe des statischen Ruhewasserspiegels und der Temperatur durchgeführt. Bohrungen dienen auch zur Entnahme von Gesteinsproben für weitere Laboruntersuchungen. Langfristige Messungen und Beobachtungen werden in der Regel in einem Netz von Bohrungen und Beobachtungsstellen durchgeführt mit dem Ziel, die Einspeisequellen, ihre Ergiebigkeit, hydrodynamische Verbindungen einzelner durchlässiger Schichten, der Undurchlässigkeit tektonischer Störungen etc. festzustellen. Es handelt sich im Grunde genommen um einen Komplex hydrodynamischer Methoden (Pumpversuche, Testen) und geophysikalischer Messverfahren in den Bohrungen (Karrotage).



Hydrogeologische Bohrungen werden nach folgenden Kriterien unterschieden:

nach ihrem Zweck:

a) **Forschungsbohrungen** – dienen zur Feststellung hydrogeologischer Verhältnisse des gegebenen Gebietes, der Anzahl der Wasserzuflüsse und ihres geologischen und hydrogeologischen Charakters,

Erkundungsbohrungen – die im Rahmen einer Erkundung einer Lagerstätte, Untersuchungen von Wasserquellen, bei geotechnisch-geologischer Erkundung u.a. durchgeführt werden

Beobachtungsbohrungen – dienen zur Beobachtung des Grundwassers,

Betriebsbohrungen – sind folgende:

1) **Fassungsbohrungen** – gebohrte Brunnen – vertikale Fassungsanlage für Trink- und Nutzwasser für Haus- und Wasserversorgungszwecke,

2) **Entwässerungsbohrungen** – dienen zur:

- Entwässerung von Bauwerken und Gruben,
- Entwässerung von Grubenwerken im Tief- und Tagebau,
- Entwässerung von Böschungen mit einer Rutschungsgefahr usw.

b) Nach Abschnitten der Erkundung: für die einzelnen Etappen der hydrogeologischen Erkundung, der Aufsuchung und teilweise für den Bedarf einer Voruntersuchung werden die hydrogeologischen Bohrungen unter gegebenen Verhältnissen in zwei Kategorien aufgeteilt:

Orientierungsbohrungen, um folgende Erkenntnisse zu erhalten :

- Lithologisches Profil der Bohrung,
- Feststellung (mittels Karrotage) der Stellen des Zuflusses des Grundwassers
- Quantitative und Qualitative Richtwerte, die durch die Kapazität der in die Bohrung mit einem entsprechenden Durchmesser eingebauten Pumpentechnik beschränkt sind.

An Lagerstätten werden oft Kernbohrungen verwendet.

Bohrungen, um detaillierte hydrogeologische Erkenntnisse über die wasserführenden Schichten zu gewinnen. Ihre Verortung wird auf Grundlage von Angaben aus vorherigen Erkundungen oder Bohrungen festgelegt, mit denen die quantitative Ausprägung der wasserdurchlässigen Schichten, des Zustroms, der Beziehungen zwischen den Horizonten etc. ermittelt werden. Es wird das Verfahren des kernlosen Bohrens genutzt und zwar mit Durchmessern, die nach der Auskleidung der Bohrung einen Einsatz von Pumpen zur Entnahme der maximalen Wassermengen ermöglichen.

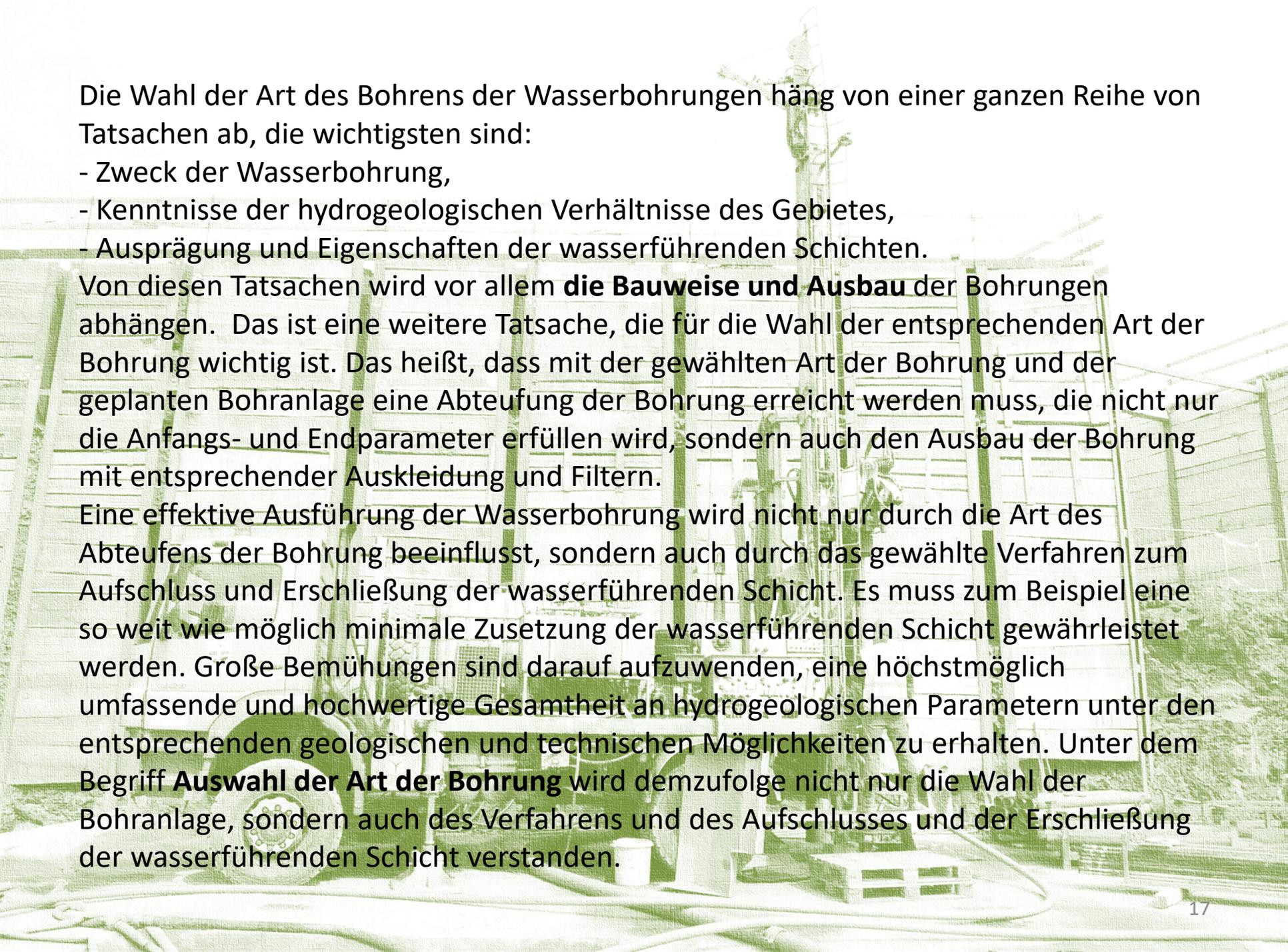
c) Je nach Tiefe werden hydrogeologische Bohrungen in drei Gruppen aufgeteilt:

Hydrogeologische Bohrungen bis 500 m – umfassen einen ganzen Bereich der Erkundung und Nutzung des Grundwassers, wobei eine Teufe von 500 m gleichzeitig für eine Grenze der Lagerstättenhydrogeologie gehalten wird. Für diese Gruppe von Bohrungen wird auch eine Aufteilung in Gruppen von Orientierungs- und Erkundungsbohrungen verwendet, dabei werden auch die Möglichkeiten der technischen Machbarkeit in Betracht gezogen.

Hydrogeologische Bohrungen bis 1 200 m – werden bei der Erkundung von Mineral- und Thermalgewässer und der restlichen Sphäre der Lagerstättenhydrogeologie eingesetzt. Im Hinblick zur Tiefe dieser Bohrungen scheint eine Aufteilung in die oben genannten Kategorien nicht effektiv zu sein. Die Bohrungskonstruktion sollte hier die geologischen und hydrogeologischen Erkenntnisse bis aus der endgültige Teufe liefern und eine intensive Reduzierung des dynamischen Wasserspiegels bis zu 150 m ermöglichen.

Hydrogeologische Bohrungen, die tiefer als 1200 m sind – gehen aus etwa identischen Kriterien aus wie die obige Gruppe. Der Aufbau der Bohrung soll eine Durchführung von Pumpversuchen bei einem dynamischen Wasserspiegel bis zu 200 m ermöglichen. Nach Abwägung kann hier das Pumpen mit einer Lackerbockpumpe oder Kolbenpumpen eingesetzt werden. Im Rahmen der Lagerstättenhydrogeologie und des geothermalen Programms ist zusätzlich der Einsatz von Airliftpumpen und der Wasserüberlauf in Folge der Airlift- und Thermoliftwirkung in Betracht zu ziehen.

Die dargestellten Typen und Kategorien hydrogeologischer Bohrungen gehen überwiegend aus technischen Möglichkeiten ihrer Durchführung aus. Bei dem Abteufen dieser Bohrungen werden in vielen Fällen die geläufige Technik und technologische Vorgehensweisen eingesetzt, die für die am meisten verbreiteten Typen der Bohrungen eingesetzt werden..

The background of the slide is a faded, green-tinted photograph of a drilling rig. Several workers in safety gear are visible, some standing on the rig's structure and others near the base. The rig is a complex piece of machinery with various pipes, ladders, and structural elements. The overall scene is industrial and technical.

Die Wahl der Art des Bohrens der Wasserbohrungen hängt von einer ganzen Reihe von Tatsachen ab, die wichtigsten sind:

- Zweck der Wasserbohrung,
- Kenntnisse der hydrogeologischen Verhältnisse des Gebietes,
- Ausprägung und Eigenschaften der wasserführenden Schichten.

Von diesen Tatsachen wird vor allem **die Bauweise und Ausbau** der Bohrungen abhängen. Das ist eine weitere Tatsache, die für die Wahl der entsprechenden Art der Bohrung wichtig ist. Das heißt, dass mit der gewählten Art der Bohrung und der geplanten Bohranlage eine Abteufung der Bohrung erreicht werden muss, die nicht nur die Anfangs- und Endparameter erfüllen wird, sondern auch den Ausbau der Bohrung mit entsprechender Auskleidung und Filtern.

Eine effektive Ausführung der Wasserbohrung wird nicht nur durch die Art des Abteufens der Bohrung beeinflusst, sondern auch durch das gewählte Verfahren zum Aufschluss und Erschließung der wasserführenden Schicht. Es muss zum Beispiel eine so weit wie möglich minimale Zusetzung der wasserführenden Schicht gewährleistet werden. Große Bemühungen sind darauf aufzuwenden, eine höchstmöglich umfassende und hochwertige Gesamtheit an hydrogeologischen Parametern unter den entsprechenden geologischen und technischen Möglichkeiten zu erhalten. Unter dem Begriff **Auswahl der Art der Bohrung** wird demzufolge nicht nur die Wahl der Bohranlage, sondern auch des Verfahrens und des Aufschlusses und der Erschließung der wasserführenden Schicht verstanden.

Arten von Wasserbohrungen

Für das Abteufen von Wasserbohrungen werden insbesondere folgende Verfahren eingesetzt:

A) Mit direkter Spülung

- 1) Kernbohren
- 2) Kernloses Bohren

B) Mit indirekter Spülung

- 1) Gegenstrombohrungen
- 2) Saugbohrungen
- 3) Airliftbohrungen

C) Ohne Spülung

- 1) Spiralbohrung,
- 2) Schneckenbohren
- 3) Greifbohren
- 4) Vibrationsbohren

Das am meinten verbreitete Verfahren bei dem Abteufen einer Wasserbohrung ist ein Drehbohrverfahren mit Spülung.

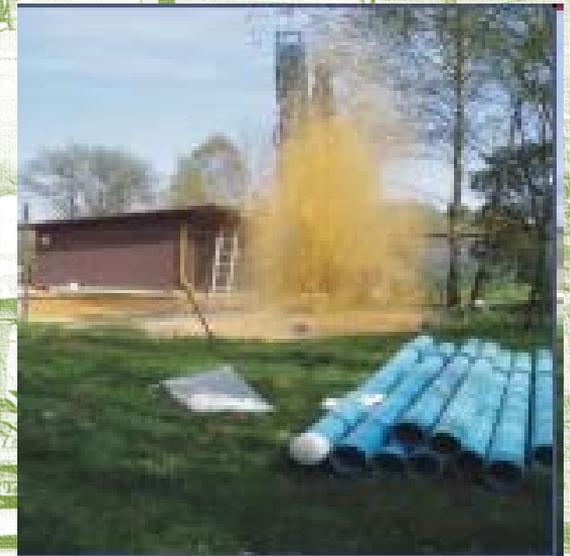
Bauweise hydrogeologischer Bohrungen

Für die Planung einer Bohrung sind folgende ***Kenntnisse über den Ort, an dem die Bohrung abgeteuft werden soll***, wichtig:

- Geologischer Aufbau und hydrogeologische Verhältnisse,
- Geplante Förderung aus der Bohrung,
- Typ und Abmessungen der Förderanlagen,
- Ausbau der Bohrung

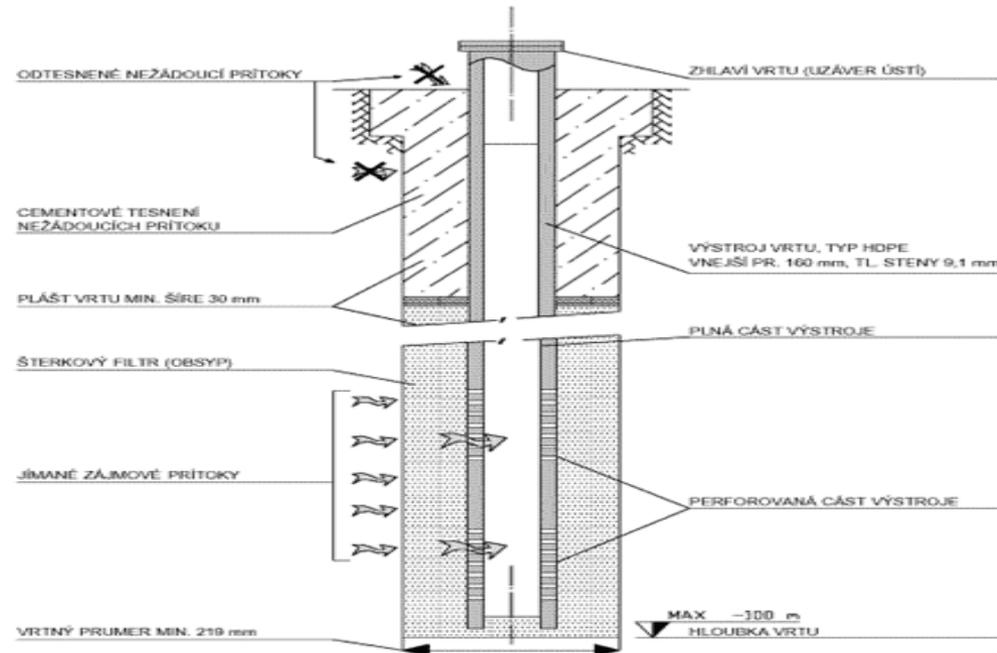
Sind diese Angaben bekannt, wird folgendes festgelegt:

- Tiefe der Bohrung,
- Anfangs- und Enddurchmesser der Bohrung,
- Statischer Wasserspiegel,
- Geplante Förderung,
- Geschätztes Niveau des dynamischen Wasserspiegels,
- Bohrverfahren,
- Art und Verfahren der Zementation der Bohrlochverrohrung,
- Typ und Abmessungen des Filters,
- Verfahren zur Untersuchung der geförderten Schicht.

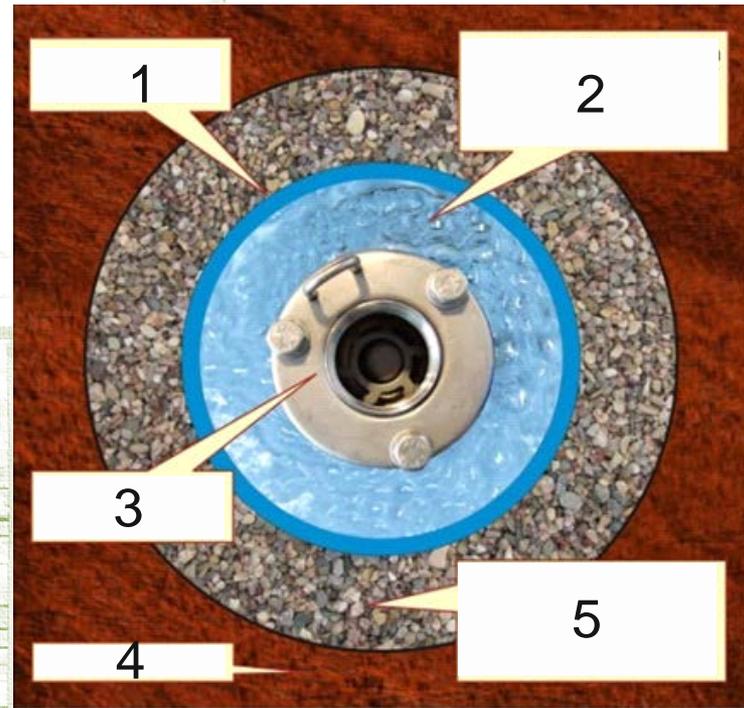
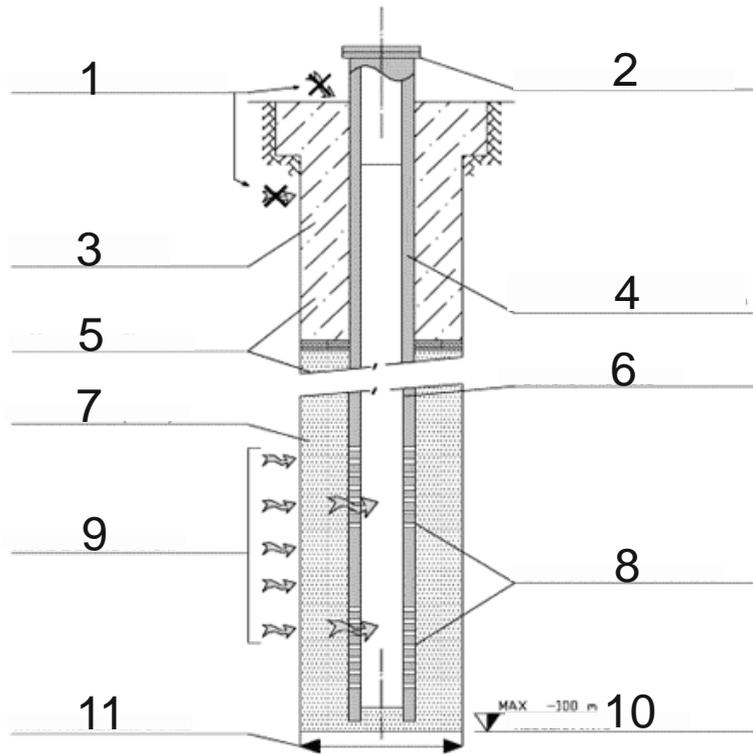


Die Bohrtiefe ist durch die Lagerungstiefe des produktiven Horizonts gegeben. Verfügt diese Schicht über eine kleine Mächtigkeit, so wird der Ortstoß um 2 bis 3 m unter das wasserführende Gestein verlängert. Verfügt die Schicht über eine große Mächtigkeit, so wird sie in einem Intervall erschlossen, der eine gewünschte Förderung möglich macht.

STANDARDNÍ PŘEVODNÍ VRTU PRO JÍMÁNÍ PODZEMNÍ VODY



Übliche Ausführung eines Bohrloches für Grundwasserentnahme 1 Abgedichtete unerwünschte Zuflüsse, 2 Bohrkopf, 3 Zementabdichtung unerwünschter Zuflüsse, 4 Auskleidung der Bohrung des Typs HDPE, äußerer Durchmesser 100 mm, Wanddicke 9,1 mm, 5 Mantel der Bohrung, min. Breite 30 mm, 6 Auskleidung, 7 Kiesfilter (Umschüttung), 8 perforierter Teil der Auskleidung, 9 gefasste Zuflüsse, 10 Bohrtiefe, 11 Durchmesser der Bohrung min. 219 mm.



Querschnitt durch einen Bohrbrunnen. In Abhängigkeit von der entnommenen Wassermenge können die Durchmesser unterschiedlich sein. 1 PVC-Auskleidung 165x7,5 mm, 2 zwischen der Tauchpumpe und der PVC-Auskleidung müssen min. 2 cm für den Wasservorrat zur Verfügung stehen, 3 Pumpe mit einem Durchmesser 95 mm, 4 Umgebende Erdmassen, 5 Die Umschüttung muss eine Mächtigkeit von min. 4 cm ausweisen, auch in dieser Umschüttung befindet sich ein Wasservorrat.

Beispiel einer PVC-Auskleidung eines gebohrten Brunnens. 1 Brunnenkopf im Schacht. Durch den Brunnenkopf führen die Rohrleitung und das Kabel der Tauchpumpe. 2 Verbund. Die oberen Wasserhorizonte werden durch Vollverrohrung getrennt. Der Raum zwischen dem Rohr und der Bohrlochwand ist mit Tondichtung verfüllt. Die Rohre sind mit Gewinde verbunden und verhindern eine Durchsickerung des Wassers aus einem anderen Horizont (kann um Gummidichtung erweitert werden). 3 Sandfilter, aufgeklebt auf einem Filter aus PVC oder rostfreie Ausführung – weit höhere Durchlässigkeit und Lebensdauer. Wird in Bohrlöchern verwendet, in denen kleine mechanische Verunreinigen entfernt werden müssen. 4 Filter – ein Teil der Rohre ist perforiert, um das Einsickern des Wassers zu ermöglichen. Perforation 0,5-0,3mm, meistens 1 mm. Der Raum zwischen dem Filter und der Bohrlochwand wird mit Kiest bestimmter Körnigkeit verfüllt. 5 Tauchpumpe zur Trinkwasserentnahme sowie für Entnahme von Wasser zum Gießen. Der Brunnen ist mit einer Deckplatte versehen.

Filterrohre

Die Auskleidung des Bohrloches im Bereich der **wasserführenden Schicht** besteht in der Regel aus einer Kolonne von Rohren, die im unteren und oberen Teil eine Vollwandausführung und im Bereich der wasserführenden Schicht eine perforierte Rohrwand haben. Zwischen der Bohrlochwand und der Bohrlochverrohrung befindet sich Filterkies.

Dieses Filterrohr dient nicht der Grundwasserreinigung, oder der Entfernung von gelösten Stoffen oder Verunreinigungen aus dem Wasser, sondern es soll den durch das Wasser mitgeführten Sand zurückhalten. Somit tritt das Wasser in die Bohrung ohne Sand ein. Gleichzeitig ist es ein Sammelpunkt, von dem aus das Wasser auf die Oberfläche gehoben wird. Das Filterrohr dient gleichzeitig auch als eine Bewehrung und verhindert einen Einsturz der Bohrwand, was eine Wasserhebung unmöglich machen würde. Erst durch den Entwurf und Einbau eines entsprechenden Filterrohrs kann das Grundwasser in der gesamten Länge der Bohrung, bzw. in der gesamten Mächtigkeit der wasserführenden Schicht in die Bohrung einfließen.

Gegenwärtig werden insbesondere Filterrohre mit Filterkiesumschüttung und einer Webstoffumwicklung eingesetzt. Der überwiegend eingesetzte Filter mit einer Filterkiesumschüttung besteht aus einem Kiesfilterrohr, das in der Bohrung mittig eingebaut wird, und einer ausreichend mächtigen Schicht der Filterkiesumschüttung (die ausnahmsweise an dem Kiesfilterrohr angeklebt sein kann). Als eine Basiskolonne der Filterrohre können übliche Stahlrohre mit Öffnungen verwendet werden, die aber mit Belagen geschützt werden müssen. Im Hinblick zu einer aggressiven Umgebung und chemischen Auswirkungen setzen sich gegenwärtig mehr Materiale durch, wie korrosionsbeständiger Stahl, Buntmetalle, Steingut, Holz, Plaste, Glast etc.

Anforderungen an die Filterrohre

Die in Wasserbohrungen und Brunnen eingesetzten Filterrohre müssen folgenden Kriterien genügen:

- Wasserzutritt ohne Sand
- Kleine Filtrieröffnungen
- Widerstandsfähigkeit gegen Korrosion und Kruster
- Mechanische Festigkeit
- Wirtschaftlichkeit
- Betriebssicherheit.

Das Grundgerüst eines Filterrohrs ist das **Rohrskellett**, mit dem die Bohrwand gegen Einsturz gesichert wird. Gleichzeitig ist es für Wasser ohne Feststoffpartikel durchlässig. Der Typ des Filters, seine Abmessungen und Material, aus dem er gebaut ist, werden je nach der Körnung der wasserführenden Schicht und der chemischen Zusammensetzung des Wassers gewählt.



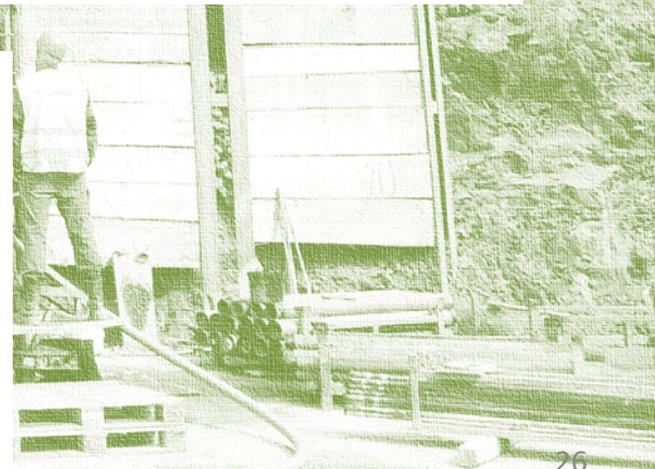
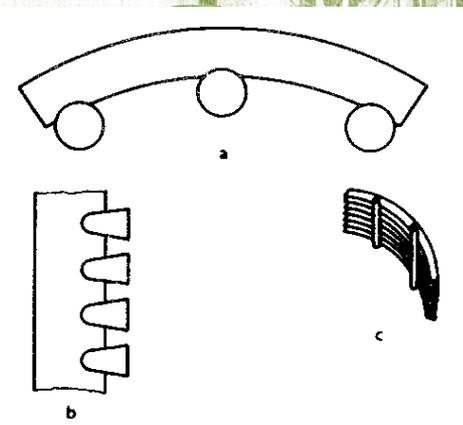
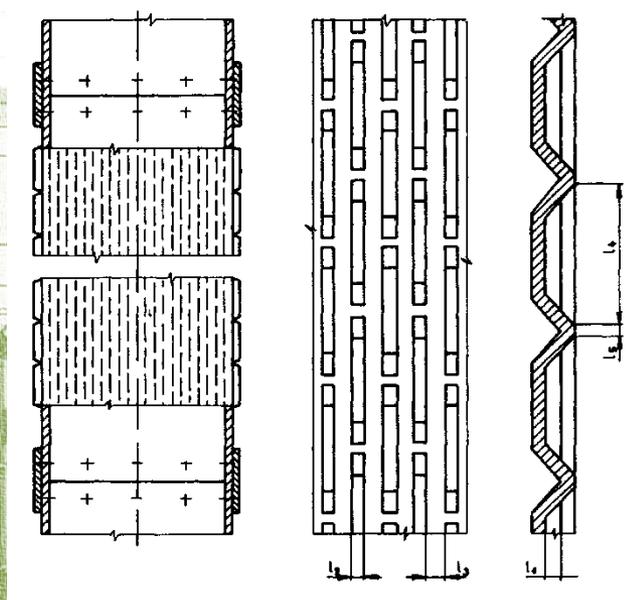
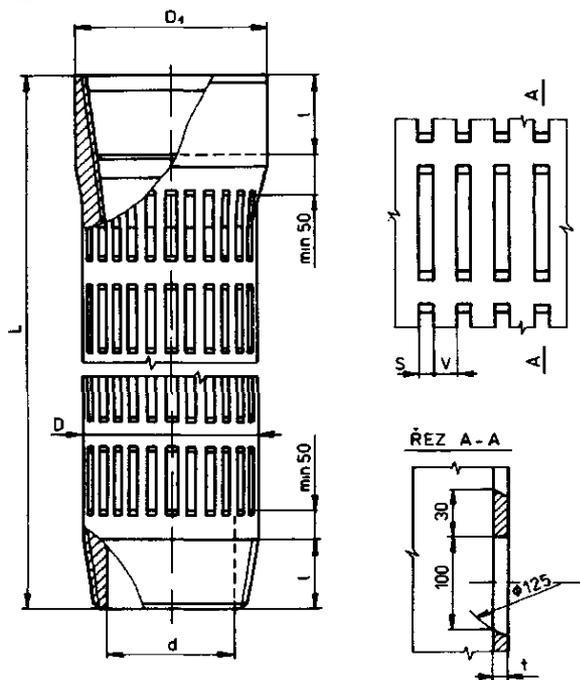
Gemäß dem **Material und Ausführung des Rohrskellets**, seiner Erweiterung durch ein frei oder fest gelagertes Material für seine weitere Verwendung werden Filter folgend unterschieden:

- 1) Filter aus Stahlrohren und Bohrlochrohren (Futterrohre),
 - a) frei
 - b) mit Netz oder Stoffumhüllung
- 2) Filter aus gepresstem Blech
- 3) Filter aus Draht oder Rutenskelett
- 4) Aus synthetischen Materialien gefertigte Schlitzfilter:
 - a) Aus Rohren aus Polyethylen, Polyvinylchlorid und aus Glasfaserschichtstoff
 - b) Aus Polypropylenlamellen
 - c) Mit Polymekrümeln
 - d) Aufgebaut aus runden Glasscheiben oder Kunststoffscheiben
 - e) Aus Polyester-Draht
 - f) Gegossene Filter
- 5) Keramische Filter
- 6) Holzfilter
- 7) Kiesfilter
 - a) mit aufgeklebtem Kies,
 - b) mit Filterkiesschüttung.

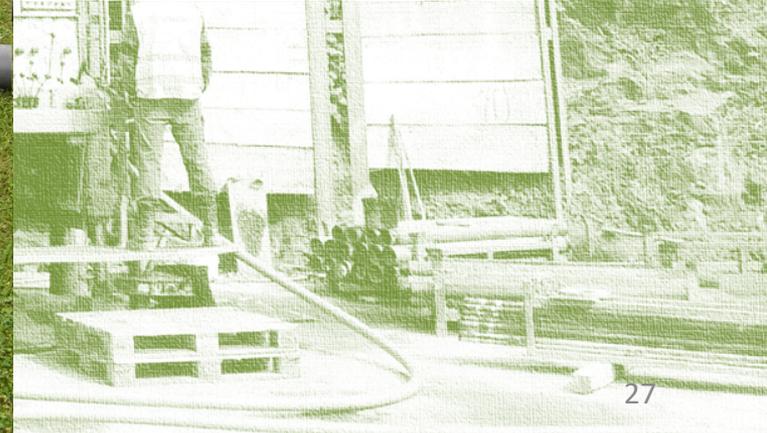
Materialien, die für die Erzeugung von Filterrohren verwendet werden, müssen folgende wichtige Eigenschaften aufweisen:

- a) Stahl: Hohe Festigkeit, eine einfache Materialbearbeitung, eine leichte und sichere, frei hängende Bauweise,
- b) Buntmetalle: Korrosionsbeständigkeit, eine einfache Materialbearbeitung, eine leichte und sichere Bauweise, höhere Anschaffungskosten
- c) Keramische Materialien: hohe Korrosionsbeständigkeit, hohe Druckfestigkeit (ursprünglich als Ersatz für Buntmetalle), niedrige Dehnbarkeit
- d) Holz und ähnliche Materialien: Hohe Korrosionsbeständigkeit, eine einfache Materialbearbeitung, eine leichte Bauweise bei Einhaltung der Dichte $\geq 1\,000\text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$,
- e) Synthetische Materialien: Hohe Korrosionsbeständigkeit, eine einfache Materialbearbeitung, eine leichte Bauweise bei Einhaltung der Dichte $\geq 1\,000\text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$,
- f) Sonderausführung: Kombination von unterschiedlichen Materialien, z.B. Stahl mit Kunststoffbelag, glasfaserbewehrter Kunststoffharz etc.

Filter aus Stahlrohren und Bohrlochrohren



Filter mit aufgeklebten Filterkies



Kiesfilter

Eine **Filterkiesschüttung** besteht aus Sand mit frei gewählter Körnigkeit. Dadurch wird eine hohe Arbeitsleistung bei niedrigem hydraulischem Widerstand und einer langfristigen Betriebssicherheit erreicht. Dieser Typ des Filters zeichnet sich durch einen niedrigen Grad der chemischen sowie mechanischen Selbstdichtung aus.

Die **Effizienz der Arbeit einer Wasserbohrung mit einem Kiesfilter** hängt vom folgenden ab:

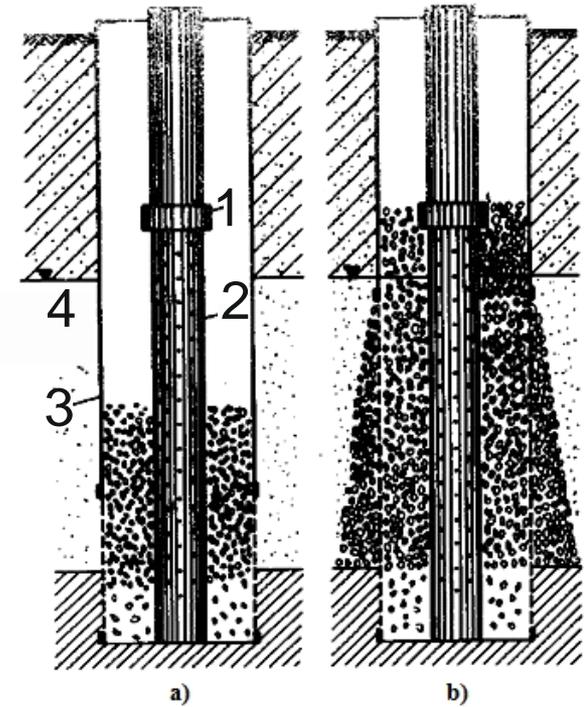
- Filterlänge
- Mächtigkeit der Filterkiesschüttung
- Art und Körnigkeit der Filterkiesschüttung

Die grundlegenden Konstruktionselemente wirken sich maßgeblich auf die Eintrittsgeschwindigkeit des Filtrierungsflusses und der Ergiebigkeit der Bohrung aus. Grundsätzlich gilt, dass die Durchlässigkeit der Filter mit Filterkiesschüttung wesentlich höher liegen muss, als die Durchlässigkeit der geförderten Schicht. Dabei darf aber die Durchlässigkeit des Filters nicht ein Auswaschen (Erosion) des Sandes in der wasserführenden Schicht mit einer folgenden Verstopfung der Filter verursachen. In diesem Zusammenhang ist der **Körnungsaufbau** der Filterkiesschüttung entsprechend einzustellen, um den hydraulischen Widerstand zu reduzieren und gleichzeitig das Auswaschen des Sandes der wasserführenden Schicht zu vermeiden.

Kiesfilter

Nach dem Einbau des Filters in die Sohle der Bohrung erfolgt die **Aufschüttung des Filterkieses**. Bei geringen Tiefen erfolgen diese Arbeiten in der Regel durch eine **einfache Schüttung in den Kreisring** mit einer folgenden Kontrolle mit Hilfe von Stäben. Üblicher ist aber ein Verfahren, indem in den Kreisring zwischen dem Filter und dem Bohrlochrohr **Rohre mit einem Durchmesser von 50 – 38 mm** eingebaut werden. **Mit Hilfe dieser Rohre wird dann der Kreisring in kleinen Teilmengen mit klassiertem Kies verfüllt.**

Je nach dem Fortschritt der Verfüllungsarbeiten wird das Bohrlochrohr in kurzen Abständen hochgezogen, sodass sich die Verfüllung während der ganzen Zeit im Kreisring zwischen dem Filterrohr und dem Bohrlochrohr befindet. Es wird empfohlen, während der Verfüllungsarbeiten die Bohrlochrohrkolonne zu drehen. Die Verfüllung des Kreisrings wird um 5 bis 10 m höher aufgeschüttet, als sich der aktive Teil des Filters befindet. Ein Teil der Füllung gelangt nämlich durch den Filter und wird folgend abgetragen..



Kiesfilter a) der Teil des Filter vor Einbau der Umschüttung, b) nach dem Einbau der Umschüttung - 1 linke Muffe, 2 - perforierter Rohrfilter, 3 - Bohrlochverrohrung, 4 - Grundwasserspiegel

Messungen in hydrogeologischen Bohrungen

Zu den grundlegenden Verfahren der modernen Hydrogeologie, mit denen die Filterleistung der wasserführenden Schichten bestimmt wird, gehören die Hebung von Flüssigkeiten, Reduzierung des Wasserspiegels, Messungen des Wasserspiegels oder Messungen des Drucks in der Bohrung nach der Einstellung der Wasserhebung.

Der ***Einsatz der einzelnen Prüfverfahren in hydrogeologischen Bohrungen ist sehr unterschiedlich***. Es kommt auf die mechanischen Eigenschaften des durchgebohrten Gesteins, auf die entsprechende Auskleidung der Bohrung und letztendlich auf die am Tester eingesetzten Geräte an. Es handelt sich insbesondere um:

- Messungen hydromechanischen Eigenschaften des Gesteins
- Bestimmung der physikalisch-chemischen Eigenschaften des Wassers in einzelnen Abschnitten der Bohrung entweder durch eine direkte Messung oder durch Probenahme (z. B. Temperaturen, pH-Wert, etc.)
- Kombination der dargestellten Messverfahren

Beispiel eines Aufbaus einer Testanlage

Die Testanlage basiert auf der Bauweise der in der Erdölindustrie verwendeten Testanlagen. Die Anlage ist für einen Pumpversuch während der Abteufung der Bohrung mit einer Tonspülung im Festgestein und unverrohrten Bohrungen bestimmt. **Die Testanlage besteht aus sechs grundlegenden Teilen:**

Stütze (1) mit Filter (3)

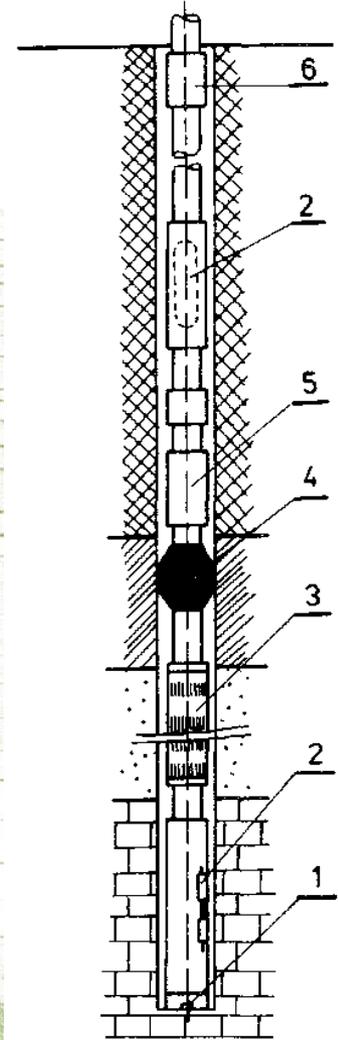
Tiefenmanometer (2) mit innerer Aufzeichnung (befindet sich in dem beprobten Teil des Bohrloches und ist mit einem Packer isoliert)

Packer (4) (in Folge der Masse der Werkzeuge dehnt er sich und trennt somit den beprobten Teil des Bohrloches ab)

Verbundenes Ventilsystem (5)

Zweiter Tiefenmanometer, der sich im inneren eines Versenkrohrs über dem Hauptventil befindet

Schwimmendes Sperrventil (6)



Horizontale Entwässerungsbohrungen

Horizontale Entwässerungsbohrungen werden im Bauwesen und in der Geotechnik verwendet. Sie können bei Gründungen von Bauwerken oder im Rahmen einer Stabilisierung der **Rutschungsgebiete** eingesetzt werden, die eine Bedrohung für Verkehrsbauten sowie andere Bauwerke darstellen.



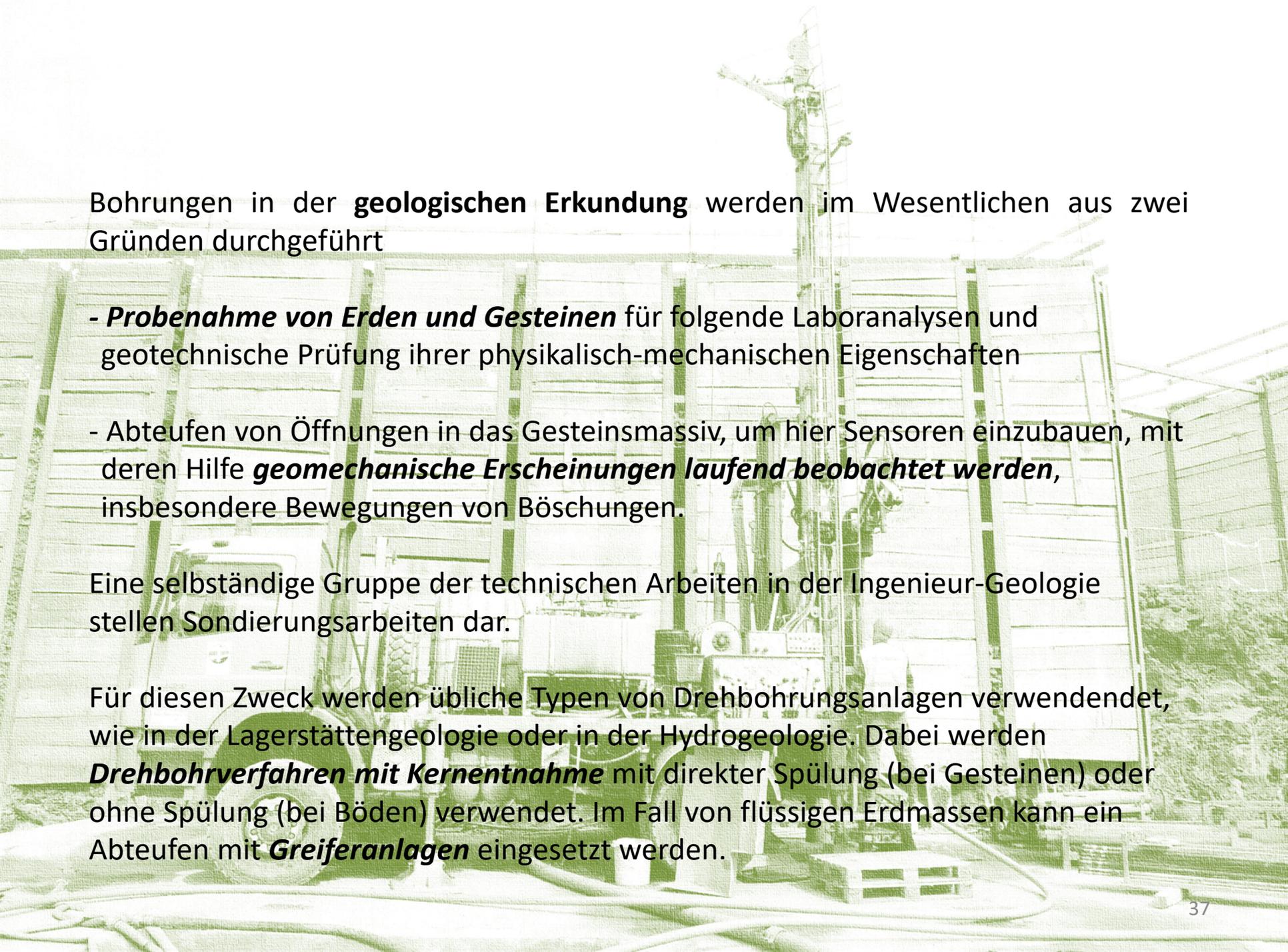






Bohrungen und Erkundungsarbeiten in der Ingenieurgeologie und in der Geotechnik





Bohrungen in der **geologischen Erkundung** werden im Wesentlichen aus zwei Gründen durchgeführt

- **Probenahme von Erden und Gesteinen** für folgende Laboranalysen und geotechnische Prüfung ihrer physikalisch-mechanischen Eigenschaften
- Abteufen von Öffnungen in das Gesteinsmassiv, um hier Sensoren einzubauen, mit deren Hilfe **geomechanische Erscheinungen laufend beobachtet werden**, insbesondere Bewegungen von Böschungen.

Eine selbständige Gruppe der technischen Arbeiten in der Ingenieur-Geologie stellen Sondierungsarbeiten dar.

Für diesen Zweck werden übliche Typen von Drehbohrungsanlagen verwendet, wie in der Lagerstättegeologie oder in der Hydrogeologie. Dabei werden **Drehbohrverfahren mit Kernentnahme** mit direkter Spülung (bei Gesteinen) oder ohne Spülung (bei Böden) verwendet. Im Fall von flüssigen Erdmassen kann ein Abteufen mit **Greiferanlagen** eingesetzt werden.

Bohrungen zur Feststellung der Böschungstabilität

Bohrungen dienen gegenwärtig als ein sehr wichtiges Instrument zum **Einbau von Aufnahmegeräten im Gestein, mit denen Verformungen des Gesteins erfasst und ausgewertet werden können**. Natürlich werden auf diese Bohrungen besondere Anforderungen gestellt. Folgend sollen Verfahren dargestellt werden, die zur **Messung von Verformungen und Bewegungen von Böschungen** verwendet werden:

- genaue Inklinometrie
- Porendruckmessungen
- Extensometer (für horizontale sowie vertikale Bohrungen)
- brüchige Bandleiter
- geoakustische Messungen der Bohrlöcher
- Messungen lateraler Böschungsbewegungen

Bohrungen, die zur **Beobachtung der Stabilität von Felswänden und Hängen** eingesetzt werden, werden mit **üblichen Drehbohranlagen mit Kernentnahme**, mit Spiralbohrern, im Verfahren der Drehbohrung mit Kernentnahme und direkter Spülung einschließlich des Verfahrens des Seilfreifallbohrverfahren abgeteuft.

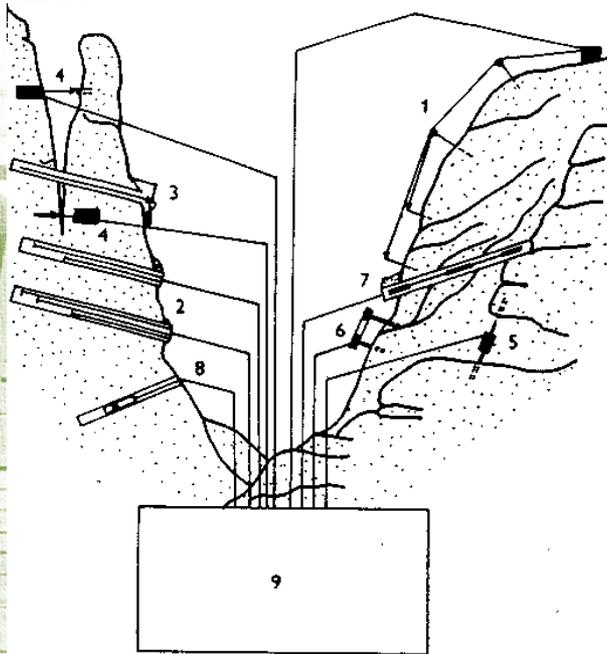
Inklinometrie

Aus der Sicht der Bohrung werden auf eine **inklinometrische Bohrung** keine besonderen Anforderungen gestellt. Es handelt sich um Bohrlöcher mit einem Durchmesser von 112 mm, bzw. 93 mm. Hier muss eine direkte Durchgängigkeit aus der Sicht der folgenden Auskleidung mit Polyethylenrohren sichergestellt werden.

Wichtig ist hier die richtige Auskleidung des Bohrloches sowie der Einbau der Bohrlochrohre. Insbesondere ist folgendes zu gewährleisten:

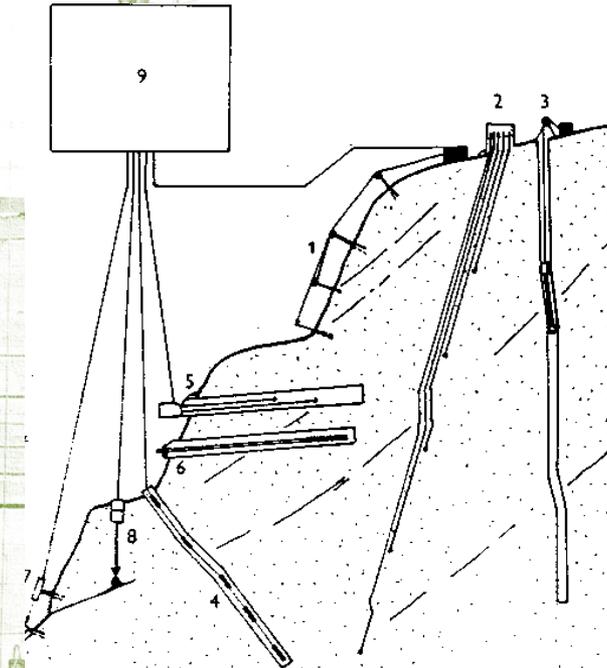
- ein präzises Zusammenpassen der Nut der einzelnen Rohre, gleichzeitig muss der Grundsatz eingehalten werden, dass die gedachte, durch zwei gegenüberliegende Nuten durchgelegte Ebene mit der vorausgesetzten Richtung der Hangbewegung identisch sein wird
- im Fall von Vertikalbohrungen muss eine höchstmögliche senkrechte Lage der Rohre sichergestellt sein (die Interpretation der Ergebnisse bei vollkommen senkrechten Bohrungen ist im Unterschied zu Schrägbohrungen nicht mit Fehler belastet)
- eine Verunreinigung des Inneren der Bohrlochrohre ist zu vermeiden
- es ist auf die Wasserundurchlässigkeit der Rohrverbindungen zu achten.

Das Ergebnis einer inklinometrischen Bohrung sollte ein ausgekleidetes Bohrloch mit gestaltetem Bohrlochkopf sein, das für die Durchführung von Messungen vorbereitet ist.



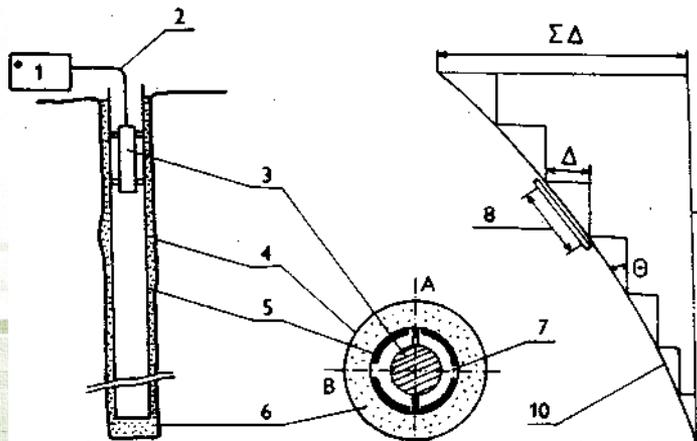
Verfahren zur Beobachtung der Verformungen von Felsenwänden und Überhänge

- 1 – Oberflächen-Drahtextensometer, 2 – Mehrstufiger Stangenextensometer, 3 – mechanischer Bewegungsindikator, 4 – elektrischer Bewegungsindikator mit Fernsignalisierung 5 – Messgerät zur Bestimmung des Grenzwertes der Felsenblockverschiebung, 6 – Dreidimensionale Messung der Verschiebung auf der Gleitfläche, 7 – Kettendeflektometer, 8 – Sensor zur Aufnahme der im Gestein entstehenden Geräusche, 9 – Auswertungseinheit



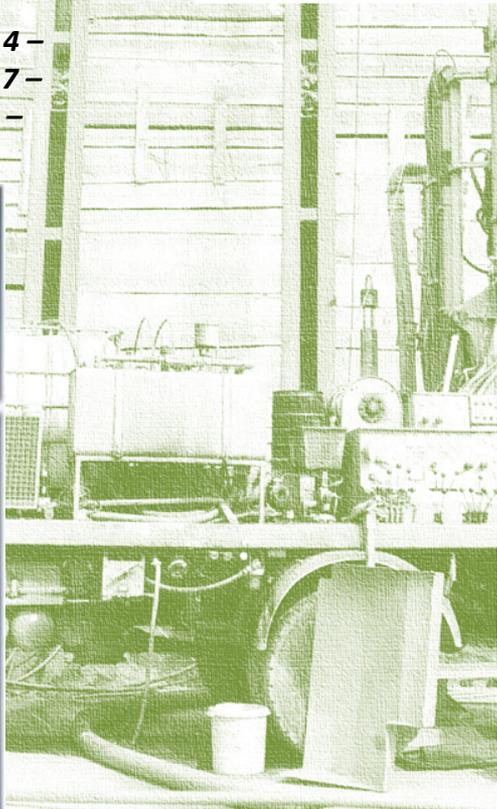
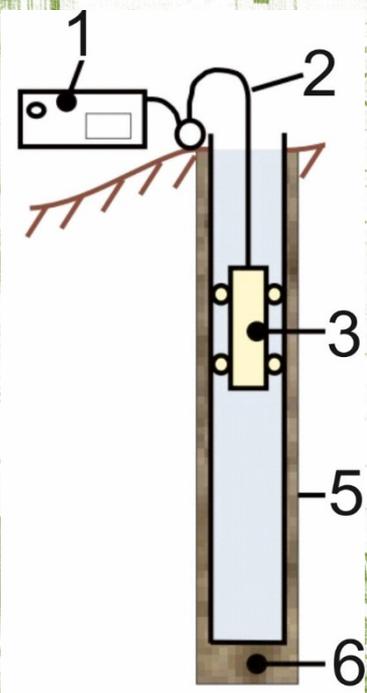
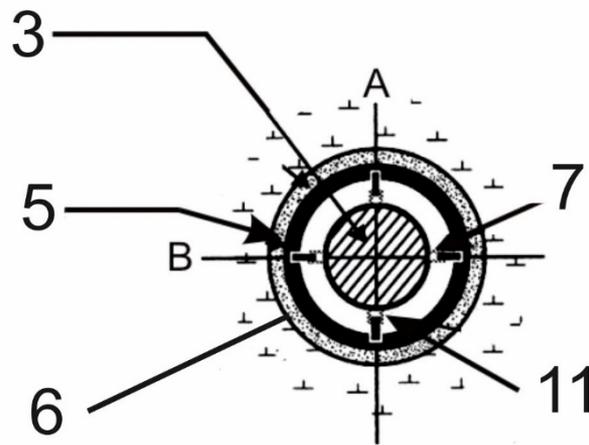
Verfahren zur Beobachtung der Boshöngsverformungen und Rutschungen

- 1 – Oberflächen-Drahtextensometer, 2 – Drahtextensometer zur Verortung der Gleitzonen, 3 – genaue Inklinometrie, 4 – Kettendeflektometer für die Messung von Quersetzungserscheinungen, 5 – Mehrstufiger Stangenextensometer mit mechanischer Aufzeichnung, 6 – Messgerät zur Bestimmung der Bewegung auf Gleitflächen, 7 – Messung der Ankervorspannung, 8 – Wasserwaage zur Messung horizontaler Bewegungen, 9 – Auswertungseinheit



Prinzip der genauen Inklinometrie.

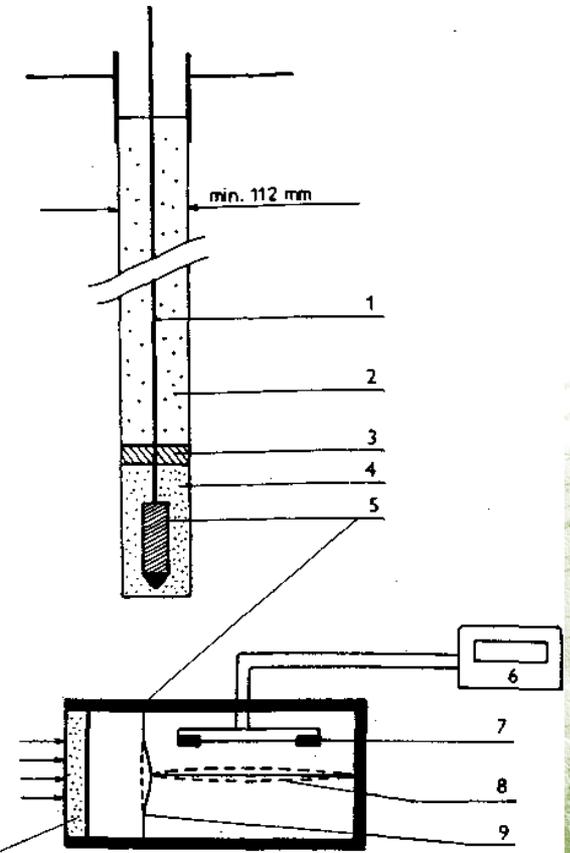
- 1 – Auswertungseinheit, 2 – Kabel, 3 – Sonde, 4 – Bohrloch, 5 – Bohrlochrohr, 6 – Injektionsgut, 7 – Führungsnut, 8 – Intervall der Messungen, 9 – Referenzprofil, 10 – Gemessenes Profil



Porendruckmessung

Die Messungen werden zum Zweck einer **Kontrolle des Verlaufes des Porendrucks** durchgeführt, zum Beispiel im Untergrund von Erddämmen während ihrer Errichtung und Betrieb, Prüfung der Spannungsprognosen im Inneren der Erdbauwerke, Ermittlung der Druckveränderungen im Laufe der Zeit im Vorfeld der Abbaubereiche der Tagebaue und Beobachtung der Standsicherheit von Böschungen.

Die Einrichtung besteht aus einem Sensor, einem Kabel und einer Auswertungseinheit. Das Prinzip der Erfassung beruht auf der **Abhängigkeit der Schwingungszahl einer Saite von der Größe ihrer Spannung**. Ein Ende der Saite wird an eine Membrane befestigt, das zweite Ende an das Gehäuse des Sensors. Der Wasserdruck wird auf die Membrane übertragen, deren Durchbiegung eine Veränderung der Spannung der Saite, also eine Veränderung der Frequenz ihrer Resonanz zur Folge hat. Die Veränderungen des Porendrucks entsprechen der zweiten Potenz der Frequenz der Vibration. Im Hinblick dazu, dass die Sonde mit dem Sensor einen Durchmesser von 6 cm hat und für ihren Einbau im Bohrloch eine Umschüttung notwendig ist, beträgt der **minimale Durchmesser des Bohrloches 112 mm**.



Porendruckmessungen

- 1 – Kabel, 2 – Wasserdichter Bohrlochverguss, 3 – Bentonitdichtung, 4 – Sandumschüttung, 5 – Porendrucksensor, 6 – Auswertungseinheit, 7 – Elektromagnet, 8 – Vibrationssaite, 9 – Membrane, 10 – Filter

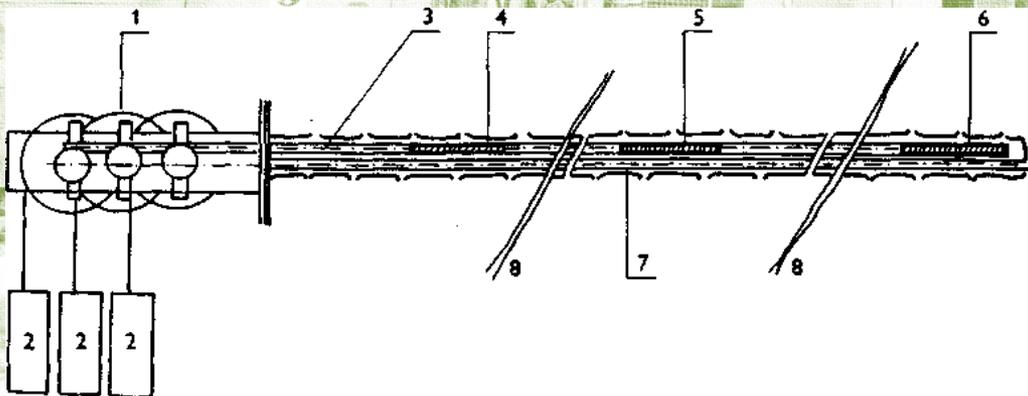
Extensometrie

Drahtextensometer

Das Gerät wird zur Bestimmung der **Größe der Verformungen und Störungszonen im Hangkörper, in Tiefbauwerken, in Aufschüttungen etc. verwendet.**

Ein **Mehrstufiger Extensometer** besteht aus:

- Einem Voranker (ermöglicht eine Befestigung des Ankersystems vor seiner Zementierung)
- Einem Grundanker, der auf einem Rohr befestigt wird, das den Druck der Einführungsrohre übernimmt,
- Üblichen Anker (ihre Anzahl hängt von dem Bedarf der Messungen ab). Diese werden zwischen dem Grundanker und dem Messkopf verteilt und sind für die niedrigeren Ankerstufen durchgängig. Jede Ankerstufe ist mit dem Kopf des Extensometers verbunden. Der eigentliche Messkopf besteht aus einer entsprechenden Anzahl von Rollen, die mit den Ankerstufen verbunden sind und aus äußeren Rollen, mittels denen die einzelnen Saiten mit Hilfe von Lasten gespannt werden und aus Messgeräten und Sensoren zur Erfassung der Größe der Bewegung.

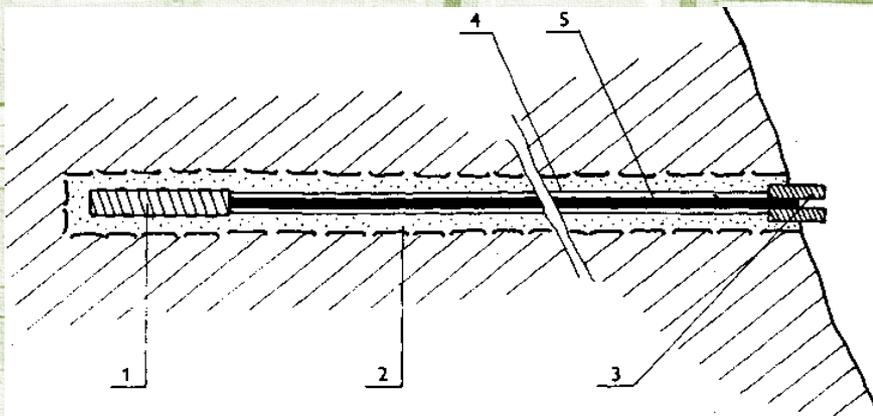


Schema eines Mehrstufigen Extensometers

- 1 – Kopf mit Rollen, 2 – Auflast, 3 – Saite,
- 4 – üblicher Anker, 5 – Grundanker,
- 6 – Voranker, 7 – Injektionsrohr, 8 – Verwerfungszonen

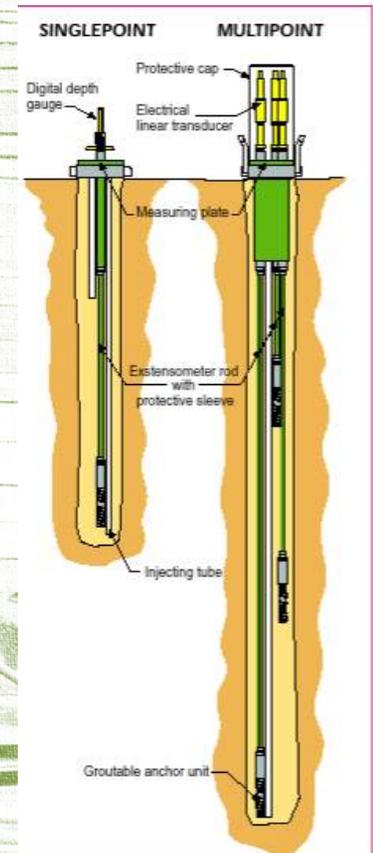
Stangenextensometer

In dieser Bauweise eines Extensometers werden die Saiten durch eine **Glasfaserstange** ersetzt. Dadurch werden Probleme mit der Korrosion der Saite des Drahtextensometers vermieden. Gleichzeitig müssen die Anker nicht vorgespannt werden, weil die Bewegungen der Extensometerstange direkt mit einem mechanischen Messgerät ermittelt werden. Die gesamte Anlage bildet eine Einheit und ermöglicht somit eine sehr einfache Handhabung, insbesondere für den Einbau in das Bohrloch werden keine Bohrinstrumente benötigt.



Stangenextensometer

1 – Anker, 2 – Zementierung, 3 – Kopf
(mechanische Zeichnung der
Bewegungen der Stange), 4 – Kabel, 5 –
Glasfaserstange

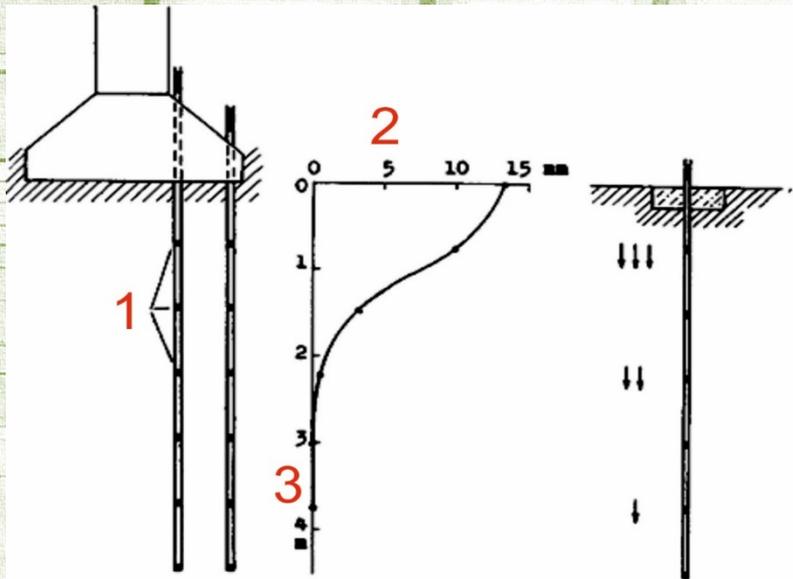


Senkrechter Extensometer für geringe Tiefen

Ziel der Messungen:

Messungen der Setzungen des Baugrundes in unterschiedlichen Tiefen und **Bestimmung der Tiefe der Verformungszone unter dem Bauwerkfundament.**

Messungen **senkrechter Verformungen des Baugrundes** in Folge der Schrumpfung durch Austrocknung, Schwellung und Schwankungen des Grundwasserspiegels.



Technische Parameter des Systems:

Maximale Bohrtiefe: 4 m

Maximale Anzahl der Tiefenmarken: 7

Genauigkeit der Messung: $\pm 0,2$ mm

Geschwindigkeit der Ablesung 1

Bohrung etwa 5 Minuten

Messungen mit einem senkrechten Extensometer in kleinen Tiefen. 1 Tiefenmarken, 2 Setzungen, 3 Teufe

Senkrechter Extensometer für große Tiefen

Ziel der Messungen:

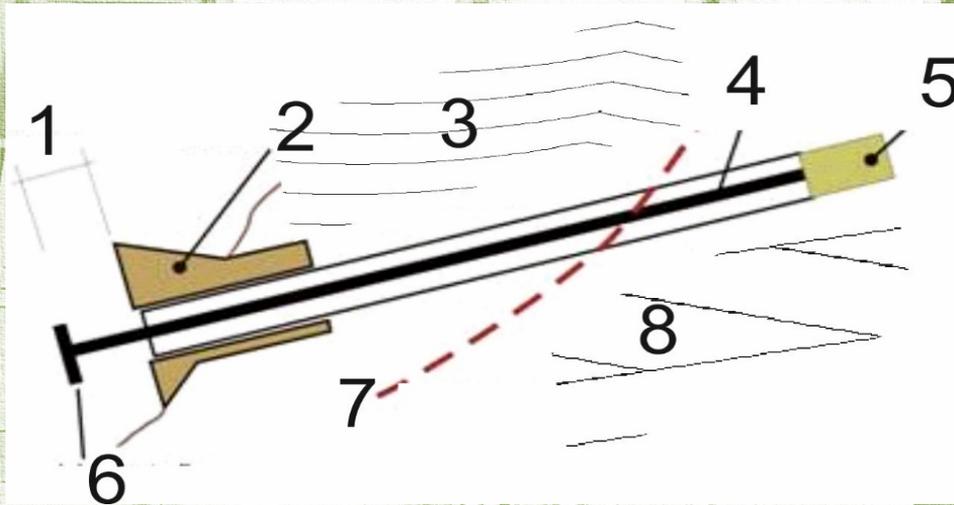
Bestimmung des Verlaufes der Zusammendrückung des Baugrundes in die Tiefe und ***Bestimmung der Tiefe der Verformungszone unter dem Bauwerkfundament.*** Einsatz unter Grundplatten, unter Aufschüttungen, bzw. in Aufschüttungen und in Bergbauhalden. .

Technische Parameter:

- Maximale Bohrtiefe: 100 m
- Durchmesser des Bohrloches: 90 – 100 mm
- Anzahl der Tiefenmarken: beliebig
- Genauigkeit der Ablesung hängt von der Genauigkeit der Messeinrichtung



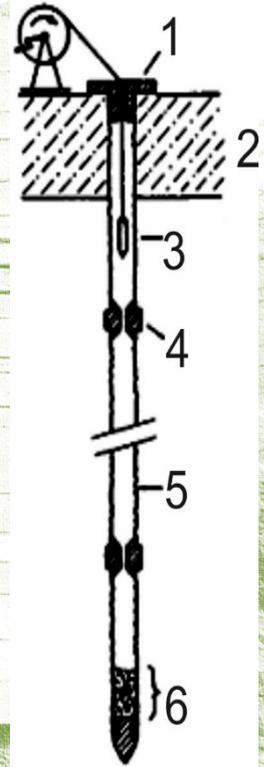
Senkrechter Extensometer für große Tiefen



Prinzip eines Stangenextensometers. 1- Laufleiste, 2 Kopf des Extensometers, 3 instabiler Fels, 4 Stange, 5 Anker, 6 Kopf der Stange des Extensometers, 7 Gleitfläche, 8 stabiler Fels

Senkrechter Extensometer für Bohrungen mit größeren Teufen

1 Kopf,
2 Grundplatte,
3 Auf einem Band herabgelassene magnetische Sonde,
4 Tiefenmarke,
5 Schlauch Futterrohr,
6 Auflast



Sondierungsarbeiten

In diese Gruppen gehören **gebohrte und eingeschlagene Sonden mit Austragung des Gesteinsguts**. Sie werden je nach Bedarf in Abhängigkeit von dem Zweck der Erkundung, der Geländegestaltung und der Zugänglichkeit des Geländes, der Mächtigkeit, Zusammensetzung und Verflüssigung der Abdeckung verteilt. **Eingeschlagene** Sonden werden weiter folgend unterteilt:

- Manuell eingeschlagene (Rohr)Sonden,
- Rüttelsonden (manueller Bohrhammer),
- Übliche Rammsondierung.

Oberflächenabgrabungen

Hierbei handelt es sich um manuell oder maschinell, von der Oberfläche aus durchgeführte Abgrabungen, wie gegrabene Sonden, Schurfgräben und Aufgrabungen, Schürschäfte, die zur Überprüfung der Ergebnisse geophysikalischer oder geochemischer Arbeiten, für die Verfolgung der Aufschlüsse der Lagerstättenkörper, Verwerfungsstrukturen und Kontakte des Gesteins verwendet werden. Sie werden je nach Bedarf in Abhängigkeit von dem Zweck der Erkundung, der Geländegestaltung und der Zugänglichkeit des Geländes, der Mächtigkeit, Zusammensetzung und Verflüssigung der Abdeckung verteilt.

Gegrabene Sonden - je nach der Art der Grabung (manuell, maschinell) in der Regel viereckige Form, bei größeren Tiefen ist eine Bewehrung notwendig, eine direkte geologische Dokumentation, Probenahme, Feldversuche etc.)





Vorteile:

- **Schnell**
- **Relativ geringer Preis**
- **Großes geprüftes Volumen**
- **Räumliche Sicht**

Nachteile:

- **Große Beeinträchtigung der Oberfläche**
- **Beschränkte Tiefe**
- **Dokumentation manchmal schwierig**

Nutzung:

- **Auf- und Anbauten**
- **Flachgründungen, kleine Bauwerke**
- **Versickerungsgruben**
- **Eisenbahn**
- **Lagerstätteengeologie**



- **Schürfgräben und Schürfschächte** – werden überwiegend maschinell abgeteuft, in einer Breite von etwa 0,5 až 1,5 m; schräge Wände müssen nicht verpfählt werden; eine geneigte Sohle ermöglicht Wasserabfluss, es ist eine zusammenhängende geologische Dokumentation des Profils selbst unter erschwerten Bedingungen möglich, Überprüfung der Tiefe des Felsuntergrundes, Probenahme, Feldversuche, Vorsicht – Gefahr für die Standsicherheit der Böschung



Vor- und Nachteile – ähnlich, wie im vorherigen Fall



Einsatz:

Lagerstättengeologie

***Überprüfung der Oberfläche und
Qualität des Felsuntergrundes***

Prüfung der Abbaumöglichkeiten

- **Schürfschächte** – ähnlich wie gegrabene Sonden, sie reichen aber in wesentlich größere Teufen (bis 30 m); werden meistens maschinell abgeteuft – mit Greifern, Fräsen aber auch vertikale Bohrungen mit großem Durchmesser; Einsatz bei Anspruchsvollen Bauwerken in Kombination mit z. B. Stollen.





Vorteile:

- **Großes geprüftes Volumen**
- **Räumliche Sicht**

Nachteile:

- **Sehr hoher Preis**
- **Anspruchsvolles und aufwendiges Bauwerk**
- **Arbeitsschutz**



Unterirdische Abgrabungen

Es handelt sich um manuell oder maschinell vorgetriebene unterirdische Hohlräume, die insbesondere in der Lagerstätten erkundung, bei der Akkumulation komplizierterer morphologischer und qualitativer Typen, Beobachtung von Lagerstättenaufschlüssen, Verwerfungsstrukturen und Kontakte des Gesteins, oder für die Entnahme von großvoluminösen Proben eingesetzt werden. Sie bieten detaillierte und objektive Erkenntnisse, sind aber mit hohen finanziellen und zeitlichen Ansprüchen verbunden. Im Rahmen der geologischen Erkundung werden Schürfschächte, Gruben, Stollen, Querschläge, Strecken, tonnlägige sowie schwebende Grubenwerke verwendet, die in einem sparsamen Profil getrieben werden.

Neben den eigentlichen geologischen Voraussetzungen und Bedingungen der Lagerstätte hängt ihr Einsatz von der Geländegestaltung, der Mächtigkeit der Deckschichten, Zugänglichkeit und letztendlich auch vom Wert des Rohstoffes, bzw. dem Aufwand ab.



Einsatz:

- Lagerstättengeologie
- Tunnel- und Tiefbau
- Untersuchungen des felsigen Untergrundes, der Verwerfungen, der Abbaumöglichkeiten

Vorteile:

- Detaillierte und objektive Erkenntnisse
- Großes geprüftes Volumen
- Räumliche Sicht

Nachteile:

- Sehr hoher Preis
- Anspruchsvolles und aufwendiges Bauwerk
- Arbeitsschutz

Oberflächensondierungen

In sämtlichen Abschnitten einer geologischen Erkundung kommen Sondierungsarbeiten zum Einsatz. Hierher gehören insbesondere Bohrungen, eingeschlagene Sonden mit oder ohne Austrag des Bohrgutes, Lastproben sowie spezielle Feldversuche. Sie werden je nach Bedarf und in Abhängigkeit von dem Zweck der Erkundung, der Geländegestaltung, der Zugänglichkeit, Mächtigkeit und Verflüssigung der Deckschicht verteilt.

Eingeschlagene Sonden – hierher gehören:

Mit Austrag des Bohrgutes:

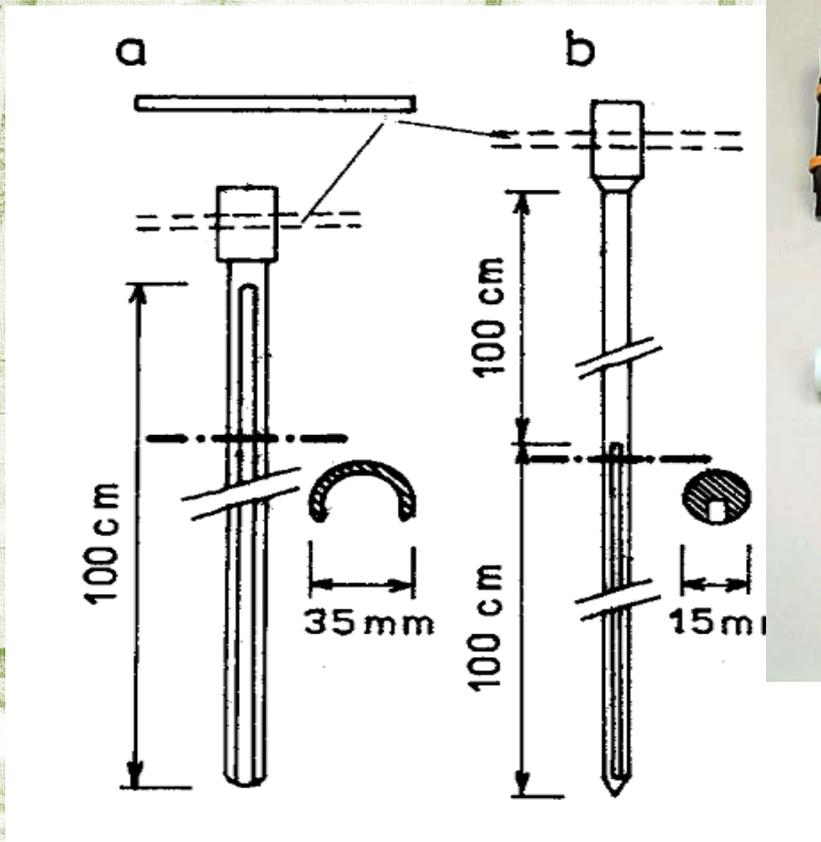
- Manuell eingeschlagene (Rohr)Sonden
- Rüttelsonden (manueller Bohrhammer)
- Übliche Rammkernsondierung

Ohne Austrag des Bohrgutes:

- Dynamische Rammkernsondierung
- Schwerkraftrammsonden
- Statische Rammsonden



- **Manuell eingeschlagene (Rohr)Sonden** - Teufen 1 bis 2 m, Durchmesser 2 bis 4 cm, in lockeren Sedimenten ohne größere Körner kann somit ein petrographisches Richtprofil gewonnen werden, die Körnung, Feuchtigkeit etc. beurteilt werden. Es handelt sich um ein nicht übliches Verfahren, das dann zum Einsatz kommt, wenn die Erkenntnisse über die Böden nicht anderweitig gewonnen werden können.





Vorteile:

- **Billig**
- **In einem unwegsamem Gelände**

Nachteile:

- **Geringe Aussagefähigkeit**
- **Beschränkungen durch die Geologie**
- **Geringe Reichweite**

Einsatz:

- **Environmentale Geologie**
- **Flache und einfache Bauwerke**
- **Unwegsamem Gelände - Rutschungen**

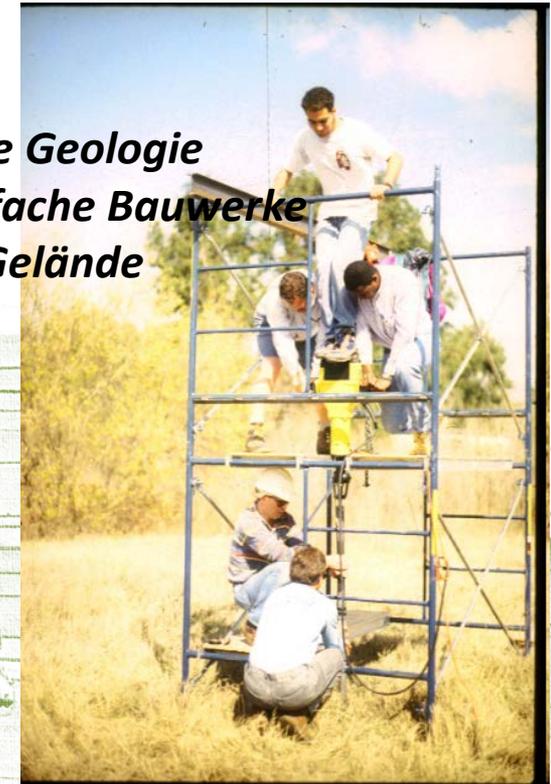
- **Rüttelsonden (manueller Bohrhammer)** – Rüttelanschlag eines 0,2 bis 1 m langen, mit länglichen Ausschnitten oder vollkommen geschlossenen, auf Stangen befestigten Kernrohres mit einem Durchmesser von 35 až 146 mm; geeignet für Tiefen von 1 bis 6 m; mit Ausnahme von harten Tonerden und groben Kiesböden für kleinere Tiefen zur Bestimmung lithologischer Grenzen und ihrer Korrelationen geeignet (wird durch Kernbohrungen ergänzt); die Proben können in Folge des Rüttelverfahrens verdichtet werden.





Einsatz:

- **Environmentale Geologie**
- **Flache und einfache Bauwerke**
- **Unwegsames Gelände**
- **Eisenbahnbau**



Vorteile:

- **Billig**
- **In unwegsamem Gelände**
- **Es können relativ ungestörte Proben gewonnen werden**

Nachteile:

- **Geringe Aussagefähigkeit**
- **Beschränkungen durch die Geologie**
- **Flache Tiefen**



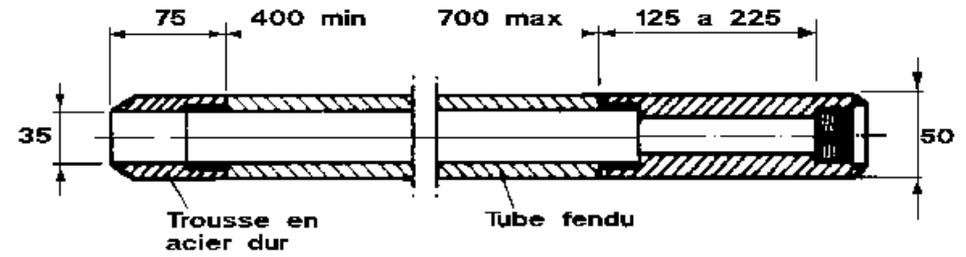
- **Übliche Rammkernsondierung** - Rüttelanschlag eines 0,2 bis 1 m langen, mit länglichen Ausschnitten oder vollkommen geschlossenen, auf Stangen befestigten Kernrohres mit einem Durchmesser von 35 až 146 mm; geeignet für Tiefen bis mehrere viele Meter; mit Ausnahme von harten Tonerden und groben Kiesböden für kleinere Tiefen zur Bestimmung lithologischer Grenzen und ihrer Korrelationen geeignet (wird durch Kernbohrungen ergänzt); die Proben können in Folge des Rüttelverfahrens verdichtet werden (Hersteller: Geoprobe, Pagano, MBZR, Simco)



Übliche Rammkernsondierung – Prinzip des Verfahrens

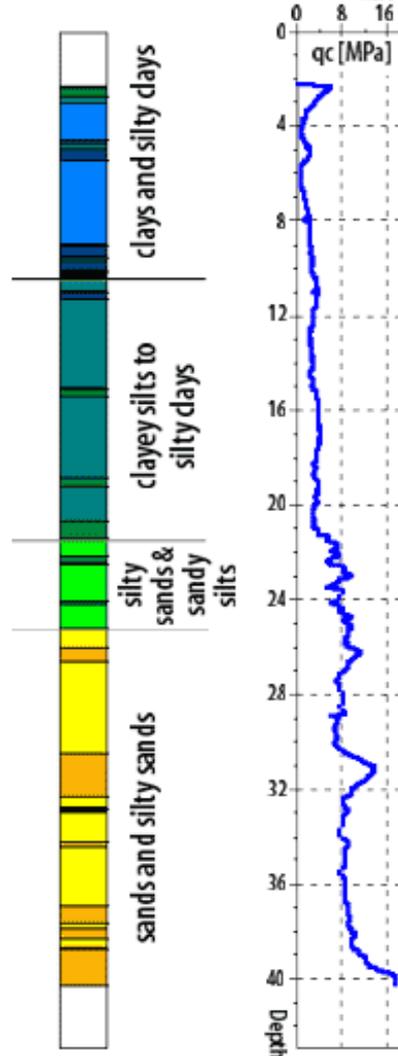
Das Ziel ist die Bestimmung des charakteristischen Widerstandes des Bodens am Ort gegenüber einer dynamischen Penetration des Entnahmegertes (ausnahmsweise auch eines vollen Kegels) und dem Gewinn von Bodenproben.

Das Gewicht der Ramme beträgt 63,5 kg, die Fallhöhe des Rammjärs auf die Einschlagfläche am oberen Stangenende beträgt 760 mm. Der Penetrationswiderstand N, der für das Einschlagen des Entnahmegertes um 300 mm notwendig ist.



◆ Übliche Rammkernsondierung – Ergebnisse

- Langfristig abgeleitete und überprüfte, gut korrelierende Beziehungen
- Im Unterschied zu anderen Rammverfahren besteht die Möglichkeit einer visuellen Kontrolle der Bodenproben



Vorteile:

- **Gute Korrelation**
- **Schnelle Durchführung**

Nachteile:

- **In der Tsch. Rep. wenig vorhanden**
- **Beschränkungen durch die Geologie**
- **Insbesondere für Sande**
- **Empirische Ableitung der Parameter**
- **Höherer Preis**

Einsatz:

- **Feinkörnige Sedimente**
- **Schlecht zugängliches Gelände, Rutschungen**
- **Bestimmung der Verformungsparametern**

Bohrungen in der Geotechnik

In der Geotechnik werden Verfahren der Bodenmechanik, der Gesteinsmechanik, der Ingenieur-Geologie und weiterer Fachbereiche in den Bereichen des **Bauwesens, Rohstoffabbau und Umweltschutz** eingesetzt. Diese Verfahren können mit folgenden Tätigkeiten beschrieben werden:

a) Bestimmung physikalischer Parameter der Erdmassen und des Gesteins mit Hilfe von Versuchen und Messungen einschließlich der Entwicklung von geeigneten Verfahren für die Untersuchung und ihre Auswertung, auch unter Berücksichtigung der Natur des entsprechenden Problems und der konkreten geologischen Situation.

b) Lösungen der Standsicherheit natürlicher sowie künstlicher Böschungen in Böden und im Gestein, einschließlich der Erarbeitung von Vorschlägen zur Sanierung von Rutschungen. Es handelt sich zum Beispiel um die Bestimmung stabiler Hangneigungen an Straßen, Eisenbahnstrecken, im Tagebau etc. Zur Sicherung der Felsenhänge können auch Anker eingesetzt werden.

c) Lösungen für unterirdische Bauwerke (Tunnelbau, Schächte) unter Berücksichtigung auch ökologischer Aspekte in Fällen wie zum Beispiel Endlager radioaktiver Abfälle, Aschenablagerungen, Deponien etc.

d) Beurteilung dynamischer Auswirkungen, die sich auf Erdbauwerke sowie Bauwerke auswirken und Erarbeitung von Vorschlägen zur Reduzierung dieser Auswirkungen

e) Bestimmung von Grenzwerten des Bauuntergrunds, einschließlich Vorschläge geeigneter Arten der Gründung und Berechnungen der Tragfähigkeit und der Setzungserscheinungen.

Geotechnische Feldversuche

Moderne Baugründungen bedürfen so viel wie möglich zahlenmäßige **Angaben über die Festigkeit und Zusammendrückbarkeit sowie die Durchlässigkeit des Baugrundes und Grenzen, in denen sich die Verschiebungen bewegen werden, insbesondere die Setzungen der geplanten Bauwerke.** Für die moderne geotechnische Erkundung ist eine Bestimmung der **charakteristischen Bodeneigenschaften** meistens nicht ausreichend. Diese werden im Labor auf zerstörten oder auch unzerstörten Proben bestimmt. Die grundlegende Anforderung bei komplizierteren Bauwerken ist die Bestimmung mechanischer Bodeneigenschaften, auf Basis deren Kenntnis der **Bezug zwischen der Spannung, Verformung und der Zeit des entsprechenden Erdkörpers – des Baugrundes** abgeleitet werden kann. Am bedeutendsten ist für die Baugründung die **Zusammendrückbarkeit und die Scherfestigkeit des Baugrundes.** Um die grundlegenden mechanischen Bodeneigenschaften bestimmen zu können, werden **geotechnische Versuche** durchgeführt, d. h. Feldversuche in situ, die entweder **im Laufe der Sondierungen im Bohrloch** oder direkt **auf Böden im Baugrund** durchgeführt werden.

Dabei handelt es sich um folgende Methoden:

- Bestimmung der Zusammendrückbarkeit von Böden und Gesteinen mit Hilfe eines Pressimeters
- Dehnungsmessungen
- Belastungsproben mit Hilfe einer Presse
- Messungen der Spannung des Gesteinsmassivs
- Statische und dynamische Rammkernsondierungen
- Plattenversuche,
- Scherversuche,
- Wasserdruckversuche.

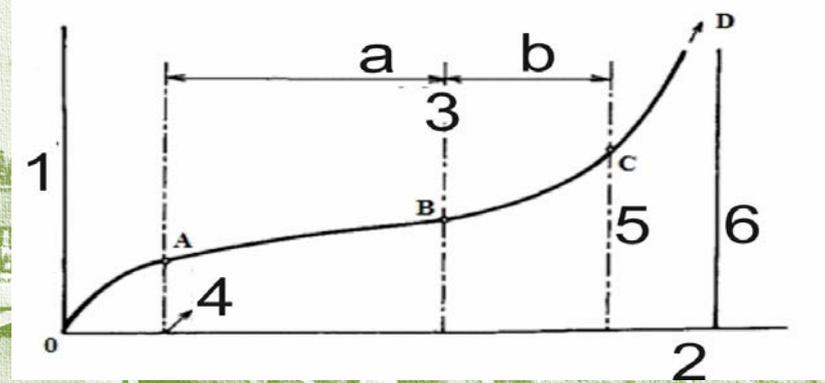
In den Bohrungen werden insbesondere **Verformungsverfahren** eingesetzt (Pressiomertie, Belastungsproben, Dehnungsmessungen) sowie **Spannungsversuche** (triaxiale Messungen). Insbesondere die ersten drei Verfahren stellen hohe Ansprüche an die **Qualität der Ausführung des Bohrloches und die Einhaltung der Toleranz seines Durchmessers**. Die Sonden des Pressimeters, Dilatometers sowie der Presse sind sehr empfindlich hinsichtlich einiger Inhomogenitäten im Bohrloch (zum Beispiel Veränderung des Charakters des Gesteins, Verwerfungszonen, Hohlräume), die eine Beschädigung und Versagen zur Folge haben können. Deshalb sind diese Auswirkungen zu vermeiden. Vor jeder Messung der entsprechenden Abschnitte des Bohrlochs sind die optimalen Stellen für die Messungen der geologischen Eigenschaften zu bestimmen, an denen diese Gefahr nicht besteht.

Pressiometrie

Das Ziel ist eine **Messung der Verformungen von Böden und weichem Fels**, die in Folge der Ausdehnung einer Membrane in Folge von Druck entstehen. Es handelt sich im Prinzip um einen **Lastversuch, die direkt im Bohrloch schräg zur seiner Längstachse mit Hilfe einer pressiometrischen Sonde durchgeführt wird.**

Während dem Versuch wird **eine mit einer Membrane bestückte Sonde in den Baugrund eingebaut**, entweder in ein vorher abgeteuftes Bohrloch, oder durch das einbohren oder eindringen der Sonde. Nachdem die Sonde die gewünschte Tiefe erreicht hat, dehnt sich die Membrane aus, bis die höchste Ausdehnung erreicht ist, die für das entsprechende Gerät festgelegt ist. Gleichzeitig werden der Druck und die Ausdehnung festgehalten. Die Ausdehnung wird entweder als ein Radialvershub gemessen oder auf Grundlage der Veränderung des Volumens der Zylindermembrane berechnet.

Der Versuch dient zur **Ableitung der Festigkeit oder der Parameter der Verformung des Baugrundes** oder **spezifischer Parameter der Zusammendrückbarkeit**. Die Ergebnisse können zur **Ableitung der Spannungskurven – Verformung** (Abb.) in feinkörnigen Böden oder weichem Fels verwendet werden.



Verlauf der Verformung der Bohrlochwand 1
Verformung der Bohrlochwand Δdx , 2 Druck p_x , 3
Verformung – a elastisch, b plastisch, 4 Bodendruck für
dem Versuch - Ruhedruck, 5 - Fließgrenze (Dehngrenze),
6 - Grenzlast

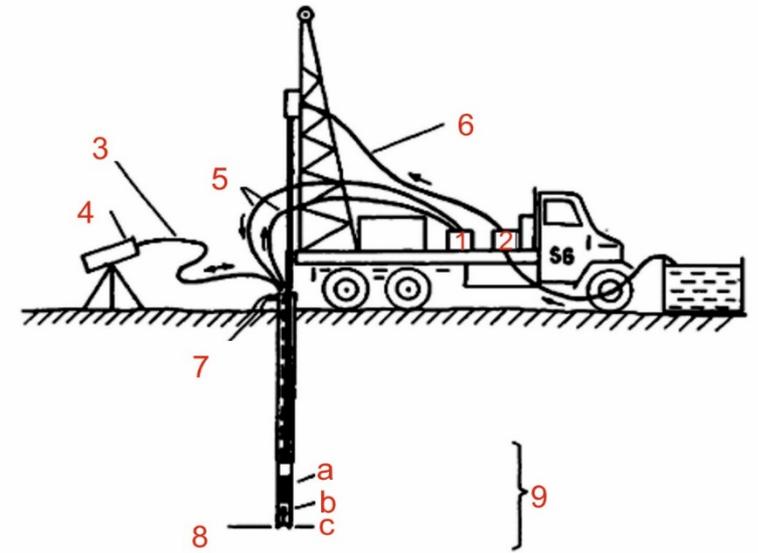
Wesentliche technische Anforderungen an die Anlage:

- Durchmesser des Bohrloches (Durchmesser der Sonde): 132 mm
- Maximale Bohrtiefe: 40 m
- Maximaler Druck des Pressimeters: 3 MPa
- Maximaler Anpressdruck der Bohrkolonne: 50 kN

Der Vorteil des Einsatzes eines pressiometrischen Verfahrens sind hochwertige, gut korrelierbare Ergebnisse, die sonst von der Oberfläche aus praktisch nicht messbar sind.

Zu den **Nachteilen** gehören Ansprüche auf eine genaue Ausführung des Bohrloches, hoher Preis und großer Zeitaufwand, aufwändige Technik und Organisation der Erkundung.

Der Einsatz des Verfahrens dient zur Bestimmung der Verformungsparameter des Bodens, bzw. des Gesteins in situ in großen Tiefen, bzw. mit der Zunahme der Tiefe.



Verfahren mit einem selbstbohrenden Pressiometer 1 Ölpumpe für Hydromotor, 2 Pumpe für Wasserspülung, 3 Wasser zum Messen der Volumenveränderungen, 4 Messtafel, 5 Öl, 6 Spülwasser, 7 Überlauf der Spülung, 8 Einspritzung der Spülung auf die Schneide, 9 Pressiometrisches Wasser – a Messmodul, b Hydromotr, c Mit Hydromotor angetriebene Drehschneide

Dehnungsversuche

Den Versuchen zur Bestimmung der Zusammendrückbarkeit sind die **Dehnversuche** ähnlich. Das Ziel **eines Versuches mit einem flexiblen Dilatometer ist die Messung der Verformbarkeit des Felses und der Böden** auf Grundlage der radialen Ausdehnung eines Bohrabschnittes unter einer gleichmäßigen radialen Last, die mit Hilfe einer zylinderförmigen Sonde aufgetragen wird.

Das Verfahren besteht aus dem Einbau der Sonde in das Bohrloch und der **Messung der radialen Ausdehnung der Bohrung** in festgelegten Zeitabschnitten, oder auf einer semi-verbundenen Art unter Anwendung des bekannten radialen Drucks in der Sonde. Die Sonde des Dilatometers ist mit einer Membrane bestückt. Mittels dieser Membrane wird durch Drucköl oder zusammengedrücktes Gas die Belastung von der Sonde auf die Wände des Bohrloches übertragen. **Die Verformungen der Bohrwände werden mit drei elektrischen Sensoren erfasst**, die in unterschiedlichen Höhenebenen, 75 mm von einander und um 120° gegenseitig verdreht verteilt werden. Veränderungen der Bahn jedes Sensoren, der durch den Mantel der Belastungssonde getragen wird, werden selbstständig erfasst. Die Genauigkeit beträgt 0,025 mm. Zum Beispiel mit dem Dilatometer des Typs Socossor kann ein Druck von bis zu 30 MPa ermittelt werden, die Tiefenreichweite der Sonde beträgt 50 m.

Aus den ermittelten Werten der Verformung und Belastung werden Diagramme zusammengestellt. Folgend werden aus ihren Belastungs- bzw. Entlastungsästen in den einzelnen Richtungen die **Verformungsmodule und Elastizitätsmodule** bestimmt.



Das wichtigste Ergebnis des Versuches ist ein pressiometrisches Verformungsmodul $E_{def, p}$, das jedes Mal auf Grundlage einer linearen pseudoelastischen Phase des Verformungsdiagramms abgeleitet wird (und somit hängt der Maximalwert der Verformungsmodule von den Spannungsbereichen ab). Dieses wird folgend berechnet:

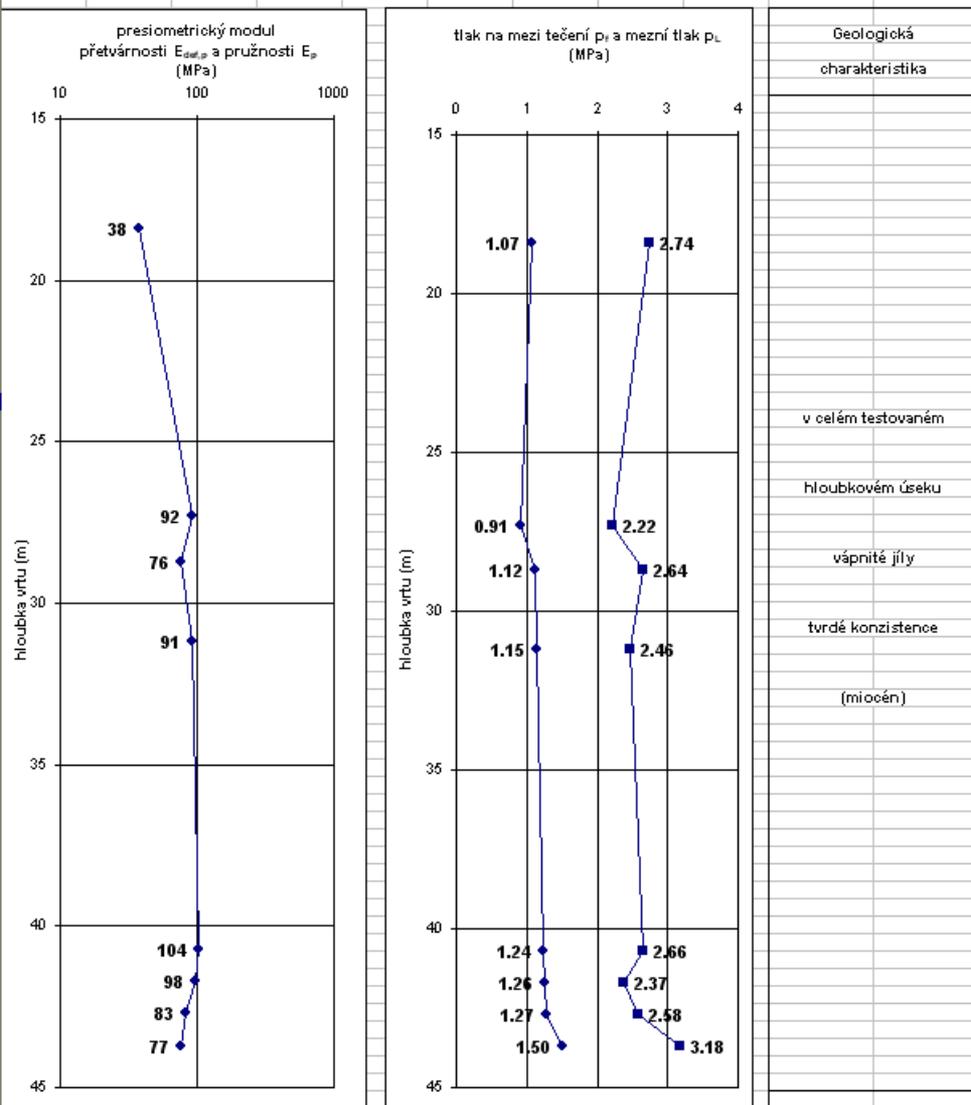
$$E_{def, p} = 2(1+n)(v_0 + v_m) \cdot Dp / Dv$$

In dem :

- v_0 grundlegendes Volumen des mittleren Teils einer leeren Sonde
- v_m Volumen des in die Messzelle unter mittlerem Druck p_m eingetriebenes Wasser
- Dp / Dv Wirkungslinie des Verformungsdiagramms in linearer Phase
- n Poissonzahl

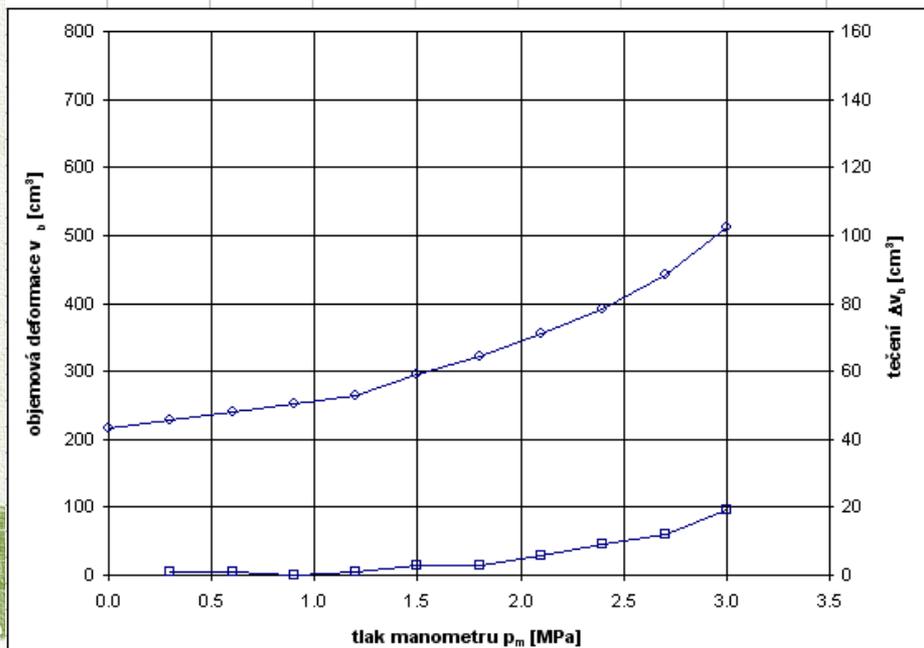


Obr. 1 PRŮBĚH PRESIOMETRICKÝCH CHARAKTERISTIK VE VRTU Press-1



PRESIOMETRICKÁ ZKOUŠKA č. 8

akce:	OSTRAVA - JINDŘICH PLAZA
vrt č.:	Press-1
hloubka (m):	43.7
zkoušený materiál :	vápnný jíl, tvrdé konzistence (miocén)
úroveň vody (m):	-
typ a průměr sondy:	Ménard NX, 74 mm, pryž tl. 3 mm vyztužená tkaninou
zkoušky řídil:	K. Michalec
dne:	20.XII.2007
vyhodnotil:	Ing. J. Hudek



Meze kvazilineárního úseku	$p_{1m} = 0.60$	$p_{2m} = 1.20$	[MPa]
	$V_1 = 240$	$V_2 = 265$	[cm³]
Presiometrický modul přetvárnosti	$E_{detp} = 77.0$	*	[MPa]
Presiometrický modul pružnosti	$E_p =$	*	[MPa]
Tlak v klidu	$p_0 = 0.62$		[MPa]
Tlak na mezi tečení	$p_t = 1.50$		[MPa]
Mezní tlak	$p_l = 3.18$		[MPa]

Ein Beispiel einer Messeinrichtung für Dehnungsversuche ist das Gerät des Typs Socossor. Eine optimale Bohrung für diesen Versuch ist eine Kernbohrung mit \varnothing 101 mm. Eine Sonde mit einem Durchmesser von 95 mm ist mit Sensoren ausgestattet, die Verformungen in einem Umfang von 25 mm aufnehmen können. Trotzdem ist der Einsatz des Gerätes im Hinblick zum Durchmesser des Bohrloches sehr beschränkt, weil Bohrwerkzeuge mit \varnothing 101 mm in der Tsch. Republik nicht üblich vorhanden sind und in einem weniger hochwertigen Gestein es nicht mehr entsprechend ist (im Hinblick zu dem hohen Belastungsdruck von bis zu 30 MPa).



Die Vorteile des Verfahrens beruhen im Gewinn hochwertiger Angaben zu den Verformungsparametern des Gesteins und des Bodens sowie in einer schnellen Durchführung des Verfahrens (gegenüber Laborbedingungen). Nachteile sind der Aufwand hinsichtlich der Zeit, Technik und Organisation der Erkundung (in dem Fall, wenn es im Rahmen der Bohrung durchgeführt wird) und ein relativ hoher Preis. Das Verfahren kann sehr gut für die **Bestimmung der Verformungsparameter von Gestein und Erdstoffen in situ** genutzt werden und das auch in größeren Tiefen.

Lastversuche

Lastversuche werden im Bohrloch durchgeführt. Die Einrichtung besteht aus einer Sonde, einer hydraulischen und elektrischen Leitung, einer Pumpe mit einem Manometer und aus einem digitalen Singalisierungsgerät. **Die Sonde ist praktisch eine hydraulische Presse.** Zwei zylinderförmige Lastplatten sind 205 mm lang und 54 mm breit. Diese Platten werden durch drei hydraulische Zylinder gespreizt. **Die gegenseitige Bewegung dieser Platten** (d.h. die Bahn, in der sie in die Bohrlochwand hineingedrückt werden) **wird durch zwei Sensoren erfasst.** Die Sensoren sind an beiden Enden der Platten installiert. Durch eine manuelle Hochdruckpumpe wird Druck erzeugt, mit dem diese beiden Platten auseinander gedrückt werden. Dieser Druck wird während dem Versuch durch einen genauen Manometer abgelesen. Die Sonde ist mit der Pumpe durch zwei Druckschläuche verbunden, diese dienen nicht nur zur Ausdehnung der Sonde, sondern auch zum Zusammendrücken der Sonde in den ursprünglichen Durchmesser. In einem elektrischen Kabel wird das Signal geleitet, dass die Bewegung beider Sensorer angibt. Auf Grundlage von Diagrammen können folgend Werte des Verformungsmoduls der Belastungsastes und die Werte des Elastizitätsmoduls des Entlastungsastes abgeleitet werden

*Einrichtung für die Durchführung des Versuches
(1 – Sonde, 2 – Kabel, 3 – Messgerät)*

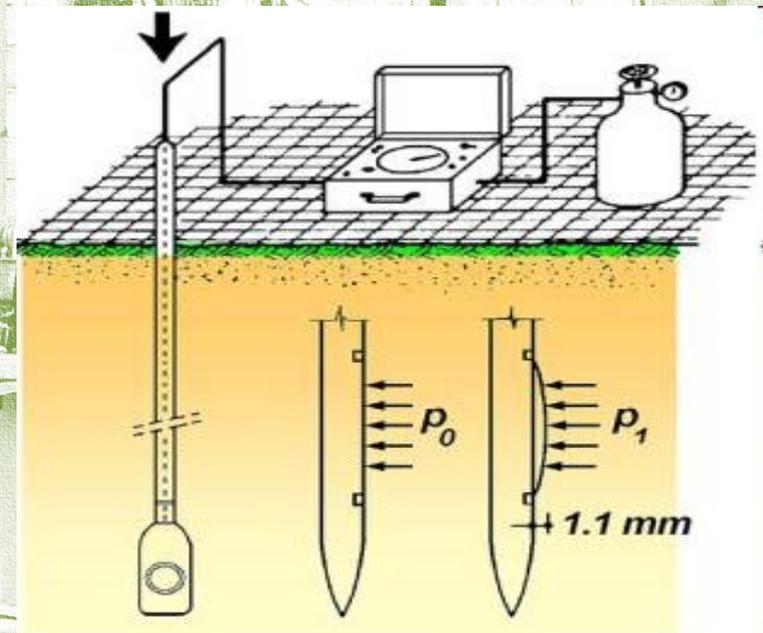


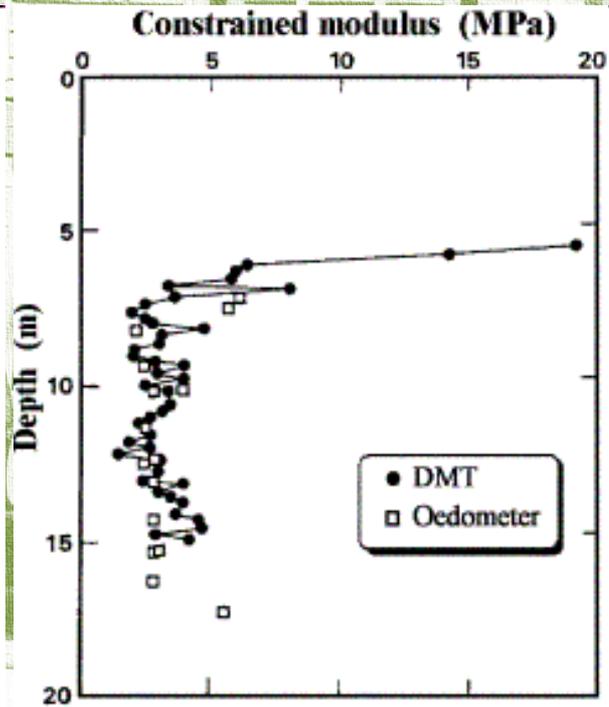
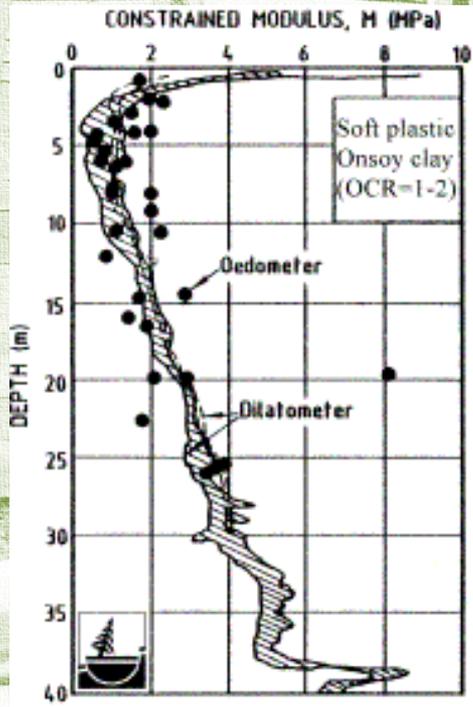
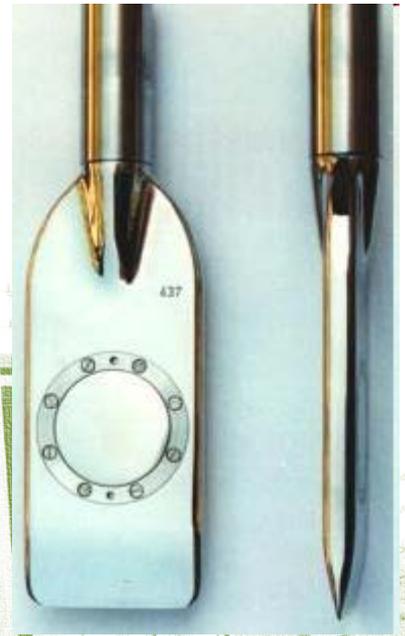
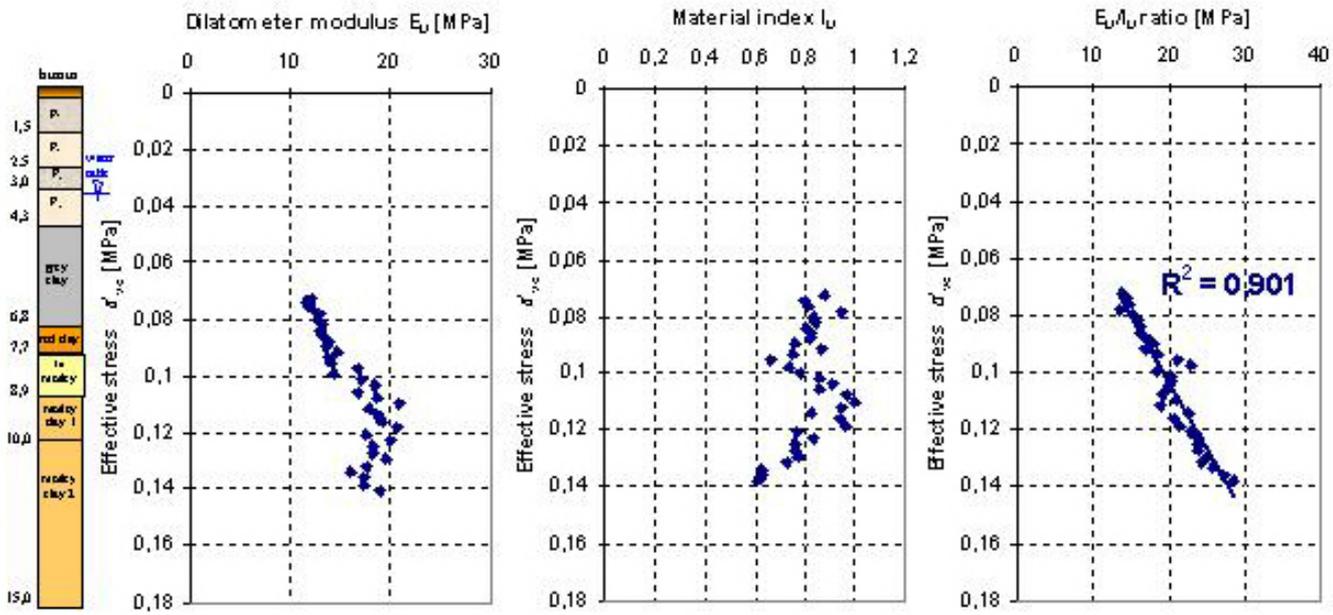
Stahlsonde mit Membrane



Der Versuch besteht aus einer Druckmessung, die dann beginnt, nachdem die Membrane auf Höhe der Schnittfläche ist und ihre Bewegung beginnt und wenn das Eintreiben im Mittelpunkt der Membrane den Wert 1,10 mm erreicht hat. Der Versuch ist in gewählten Tiefen oder auf eine semi-verbundene Art durchzuführen. Die Ergebnisse dienen dazu, Kenntnisse über die **Lagerungsverhältnisse, den Spannungszustand in situ, die Verformungseigenschaften sowie die Scherfestigkeit** zu erhalten. Dieses Verfahren sollte insbesondere in Tonen, Stauberden und Sanden, deren Körner im Vergleich mit den Abmessungen der Membrane klein sind, eingesetzt werden.

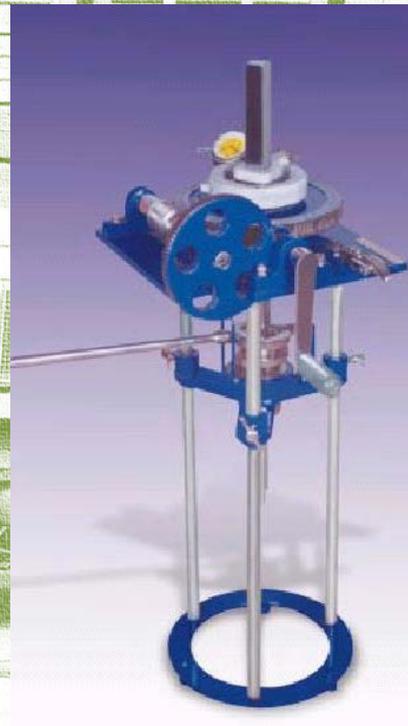
Der Vorteil dieses Verfahrens beruht im Gewinn von hochwertigen Angaben über die Verformungsparameter und Scherparameter, zu den **Nachteilen** gehören der Zeitaufwand, der technische Aufwand, eine aufwändige Organisation und ein relativ hoher Preis.



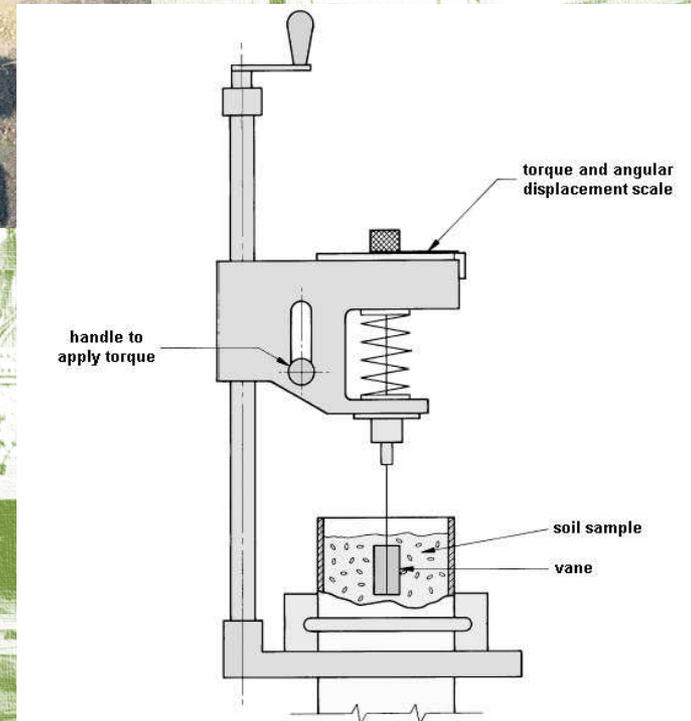


Drehsondierung mit Flügelsonden

Das Ziel eines *Feldversuches mit einer Flügelsonde* ist die Messung *des Widerstandes gegen Umdrehungen in feinkörnigen Böden in situ*, um ihre *nichtentwässerte Festigkeit und Sensitivität* bestimmen zu können. Der Versuch dient zur Bestimmung der *Scherfestigkeit und Tragfähigkeit der Erdmassen* in Böden mit weicher Konsistenz, d.h. zur Bestimmung der Spitzenkohäsion c_u bei einem inneren Reibungswinkel $\varphi_u = 0$. Zur technischen Ausrüstung wird auf einem tragfähigen Boden eine Bohranlage in Kombination mit der Abteufung der Bohrung verwendet. In einem nicht tragfähigen Gelände wird eine Vorbohrung mit einem Handbohrer vorgeschaltet, bzw. im Fall von sehr weichen Erdmassen ohne Vorbohrung nur mit dem Einsenken des Flügels. Die Flügelsonde wird in den Boden eingetrieben. Es wird der *Drehmoment gemessen*, der für ihre Umdrehung während dem Abscheren des Bodens notwendig ist. Die Durchmesser der eingesetzten Flügelsonden betragen 50,8 mm und 76,2 mm (2" und 3").



Eine Drehsondierung wird durch das drehen einer in den Boden eingetriebenen Flügelsonde durchgeführt, die aus vier Platten besteht, die zueinander um 90° verdreht sind. Eine Drehsondierung kann auch zur Bestimmung der **nichtentwässerten Festigkeit fester Tone, Stauberden und glazialer Tone** verwendet werden. Die Verlässlichkeit der Ergebnisse der Prüfung hängt vom Bodentyp ab.



Rammsondierung

Die Rammsondierung ist ein ***schnelles Verfahren zur Bestimmung geotechnischer Eigenschaften von Böden***. Ihre ***Vorteile*** sind folgende:

- Eine Lösung des Problems der Entnahme von ungestörten Bodenproben, insbesondere aus Tiefbohrungen,
- Insbesondere im Fall eines heterogenen Untergrunds,
- Wenn keine Möglichkeit besteht, den Baugrund in kurzer Zeit durch Tiefbohrungen zu erkunden,
- Im Fall von Baugründungen auf eingerammten Rammpfählen (die Rammsondierung ist hier ein Modellversuch für das Einrammen eines vorgefertigten Rammpfahls)

Zu den ***Nachteilen*** gehören:

- Für das Verfahren müssen Standards entwickelt werden hinsichtlich:
 - a) Einrammen der Elemente,
 - b) Technologischer Verfahren,
 - c) Technischer Einrichtungen, mit denen die entsprechende Kraft zum Einrammen des Rammelementes in den Boden erzeugt wird
- Das Verfahren bietet zuverlässige Ergebnisse nur dann, wenn die allgemeine Charakteristik des Bodens bekannt ist oder anderweitig überprüft wurde

Einsatz:

1) Ergänzung der ingenieur-geologischen Erkundung, um das **Bohrnetz zu verdichten** (bzw. der Grabungen): Bestimmung der **Schnittstellen zwischen einzelnen Schichten**; eine bessere Interpolation der Ergebnisse der Bohrerkundungen; Bestimmung von Stellen mit extremen Bodeneigenschaften; Bestimmung von Schnittstellen, Hindernissen, Hohlräumen, Grundwasserspiegel unter den geplanten Objekten).

2) Ein Verfahren zur qualitativen und quantitativen **Bestimmung der physikalisch-mechanischen Eigenschaften von Böden**: Lagerungsdichte, Verformbarkeit, Scherfestigkeit, Verformungsmodul – auch wenn nur in einem vergleichenden Verfahren

3) Ein Verfahren zur **Bestimmung der Tragfähigkeit und der notwendigen Pfahlänge** – dies ist von größter Bedeutung, es handelt sich um eine Modellierung des Verfahrens zum Einrammen von vorgefertigten Rammspfählen; bzw. die erste Phase der vorgerammten Pfähle,

4) Ein Verfahren zur Bestimmung der Mächtigkeit von Aufschüttungen, Bestimmung der **Tiefe des verwitterten Felsuntergrundes und der Verwitterungsstufe**, Prüfung der Verdichtung einer Aufschüttung, Kieselpolster etc. sowie Bestimmung von nicht tragfähigen Flächen im Bodenprofil oder **Bestimmung von Gleitzonen in Rutschungen**.

Es werden zwei Verfahren der Rammsondierung je **nach der Zufuhr der Energie** zum eingerammten Element unterschieden:

Dynamische Rammsondierung - Einrammen mit einem Schlaghammer – Schläge

Statische Rammsondierung – Erzeugung eines anhaltenden Drucks

Dynamische Rammsondierung

Prinzip des Verfahrens:

- Die **Rammsonde wird mit einem Schlaghammer unter der selben Fallhöhe eingerammt**, es werden die Eindringtiefe und die Schlagzahl aufgenommen.
- Ein einfaches Verfahren – **das meistverbreitete Rammverfahren**, in unterschiedlichen Ländern prinzipiell identisch, aber mit unterschiedlichen Standards – der Nachteil sind nicht vergleichbare Ergebnisse.
- Mit Hilfe einer Rammsondierung kann der sog. **Penetrationwiderstand der Umgebung** bestimmt werden, der zur Unterscheidung der Schnittstellen der geologischen Schicht und Bestimmung ihrer geotechnischen Eigenschaften dient. Mit dem Verfahren kann die Tiefe für die Pfahlgründung, bestimmt werden, die Verdichtung des Bodens für den Bau“, bzw. Abbau überprüft werden, etc.

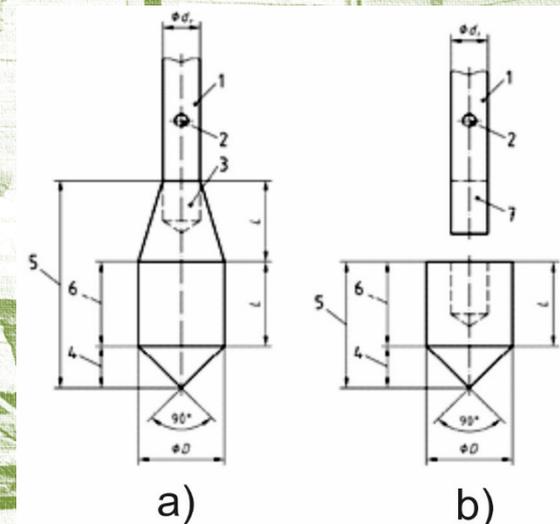
In der Tsch. Rep. wird die Rammsondierung gem. Der Norm ČSN EN ISO 22476-2 durchgeführt. Je nach dem Wert der spezifischen Arbeit pro Einschlag werden durch diese Norm folgende vier Verfahren beschrieben:

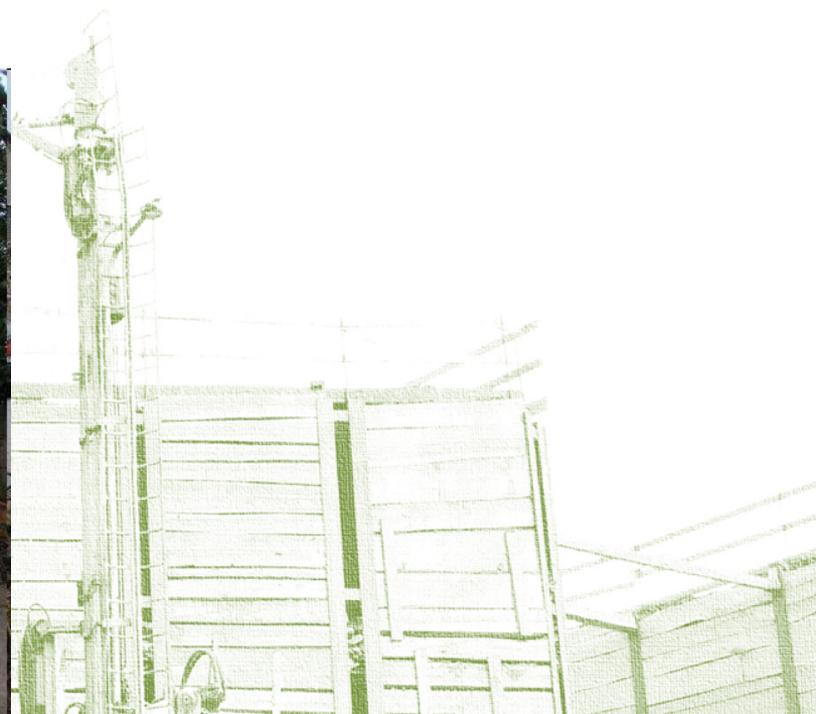
- Leichtes dynamisches Rammverfahren (DPL)
- Mittleres dynamisches Rammverfahren (DPM)
- Schweres dynamisches Rammverfahren (DPH)
- Sehr schweres dynamisches Rammverfahren (DPSH)

In dem Verfahren wird in den Boden automatisch ein Gestänge mit einer kegelförmigen Sondierspitze mit einem Spitzendurchmesser von 43,7 mm und einem Spitzenquerschnitt von 15 cm² eingetrieben, der Scheitewinkel beträgt 90 Grad. Zum Einrammen wird ein 50 kg schwerer Rammbar verwendet, der aus einer Höhe von 0,5 m fällt. Der Durchmesser des Gestänges beträgt 32 mm, die Länge einer Stange ist 1 m. Auf der ersten Stange wird eine Sondierspitze mit einer Rille oder eine festgeschraubte Sondierspitze befestigt. Mit einer Sondierspitze mit einer Rille kann die Mantelreibung vermieden werden, die bei dem Herausziehen des Gestänges entsteht. Die Bedienung des Rammbars ist voll automatisch und sichert eine Unterbrechung nach dem Einrammen des Gestänges jede 10 cm. Auf einem Zähler oder durch die Bedienung des Gerätes wird die Anzahl der Anschläge gezählt, die für das Eindringen des Gestänges um 10 cm (N10) notwendig sind.



Typen der zur dynamischen Sondierung verwendeten Kegelspitzen a) Kegeltyp 1 - Fester Kegel, v) Kegeltyp 2 - Freier Kegel, 1 - Verlängerungsstange, 2 - Einspritzöffnung, 3 Gewindeanschluss, 4 Kegelspitze, 5 Mantel, 6 Einsteckverbindung, L Mantellänge, D Basisdurchmesser



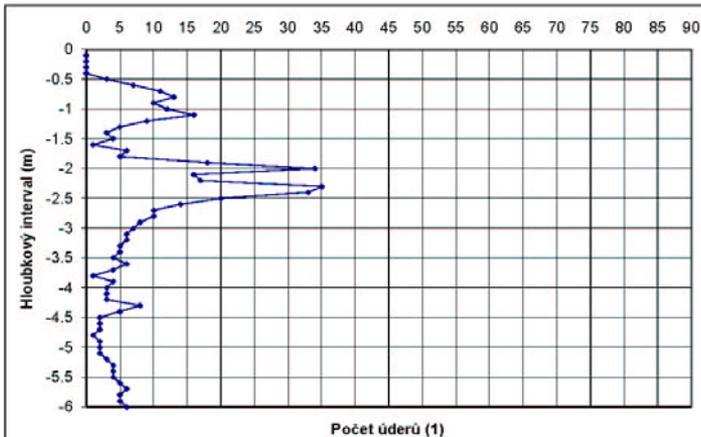


K-GEO s.r.o. Ostrava

Příloha č. 3.1

Akce: **Ostrava - Poruba, areál FNO, vstupní objekt**
 Zakázkové číslo: 2 009 051
 Číslo sondy: **DPS-1**
 Hloubka předkopu: 0.40m
 Místo: interiér vstupního objektu - hala
 Datum: 18.5.2009

DYNAMICKÁ PENETRAČNÍ ZKOUŠKA



Hl.int.	Prům.N ₁₀	Q _{dyn} [MPa]	I _d [%]	Profil
0.0-0.4	0	0.07		předkop - konstrukční vrstvy podlahy
0.4-3.7	11	15.85	0.4-0.8	navážkový polštář
3.7-6.0	4	5.37		ledovcové hlíny a písky se štěrky.příměsí
sonda ukončena v hl. 6.00m				

Vysvětlivky:

- Hl.int. - interpretovaný hloubkový interval
- prům.N₁₀ - průměrný počet úderů
- Q_{dyn}[MPa] - průměrný dynamický odpor na hrot
- I_d[%] - relativní ulehlost
- Profil - interpretovaná geologická vrstva

Nach dem Bohren ist die dynamische Rammsondierung vermutlich die am meisten verbreitete Erkundungsmethode. Ihre **Vorteile** können folgend beschrieben werden: geringere Kosten gegenüber Bohrarbeiten, eine schnelle Durchführung des Versuches auch in einem schwierig zugänglichen Gelände, eine sehr wirksame Methode in Kombination mit sonstigen Erkundungsverfahren. Die **Nachteile** sind eine schwierige Interpretation, notwendige Erfahrungen für die Durchführung des Versuches, lithologische Einschränkungen für den Einsatz des Verfahrens und eine empirische Ableitung der Ergebnisparameter.

Einsatz des Verfahrens – Reduzierung der Kosten der Erkundung, Bestimmung der Lagerungsdichte und Verdichtung der Böden, Bestimmung der Verformungsparameter, Prüfung des Gesteins im Untergrund, Anwendbarkeit auch in unwegsamem Gelände, wie zum Beispiel bei Erkundungen von Rutschungsgebieten. Das Verfahren kann mit Erfolg auch bei Erkundungen im Bereich der Eisenbahn eingesetzt werden.

Auswirkungen auf den Verlauf eines dynamischen Rammverfahrens

Die Ergebnisse können durch folgende Faktoren beeinflusst werden:

- Geotechnische Auswirkungen in Folge der Abhängigkeit des Penetrationswiderstandes von der Scherfestigkeit des Bodens auf der Ebene der Spannung in der Tiefe der Penetration;
- Auswirkungen von Geräten.

Diese Tatsachen sind bei der Auswahl und dem Betrieb von Geräten in Betracht zu ziehen. Dadurch kann eine fehlerhafte Interpretation der Ergebnisse verhindert werden; genauso sollen auch Ergebnisse direkter Erkundungen zur Verfügung stehen (zum Beispiel von Probenahmen nach prEN ISO 22475-1).

Unter denselben Bedingungen gilt folgendes:

- a) der Penetrationswiderstand nimmt mit zunehmendem Dichtegrad des Bodens steiler zu, als linear; somit kann eine durch zum Beispiel eine Tiefenverdichtung verursachte Veränderung des Dichtegrades mit Hilfe eines dynamischen Rammverfahrens festgestellt werden,
- b) der Penetrationswiderstand von scharfkantigen Böden oder Böden mit einer rauen Oberfläche ist höher, als von Böden mit einer runden und glatten Oberfläche,
- c) das Vorkommen von Findlingen kann zu einem bedeutenden Anstieg des Penetrationswiderstandes führen,
- d) die Körnung (Koeffizient der Gleichkörnigkeit und die Kornverteilungskurve) wirken sich auf den Penetrationswiderstand aus,
- e) der Penetrationswiderstand kann in Folge einer Verdichtung wesentlich steigen.

Im Fall von grobkörnigen Böden können sich auf die Ergebnisse der Versuche folgende Tatsachen auswirken: Lagerungsdichte, Korngefüge, Körnigkeit, die Form und Rauheit der Körner, mineralogische Zusammensetzung, Verdichtungsgrad und Verformungsbedingungen im Boden. Ein Beispiel der Auswirkungen des Bodentyps, der Bodengruppen und Bodeneigenschaften auf die Versuchsergebnisse ist unter D.2 bis D.4 dargestellt.

Ein Beispiel der Auswirkungen der Grenzteufe ist unter D.5 dargestellt.

Im Fall von feinkörnigen Böden kann die erfasste Schlagzahl wesentlich durch die Reibung am Gestänge beeinflusst werden. Diese Auswirkungen können durch den Einsatz einer tonhaltigen Spülung und Wasser eingeschränkt werden (s. D.3ú).

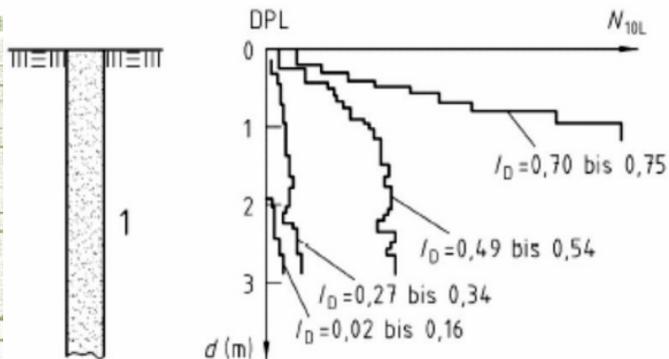
Im Fall von grobkörnigen Böden, unter ansonsten identischen Lagerungsbedingungen, ist die Schlagzahl unterhalb des Grundwasserspiegels geringer; dies wird insbesondere durch einen niedrigen Penetrationswiderstand zum Ausdruck gebracht. Beispiele der Auswirkungen des Grundwassers werden unter D.6 dargestellt.

Im Stauberden kann unter denselben Lagerungsbedingungen die Schlagzahl gleich oder höher sein.

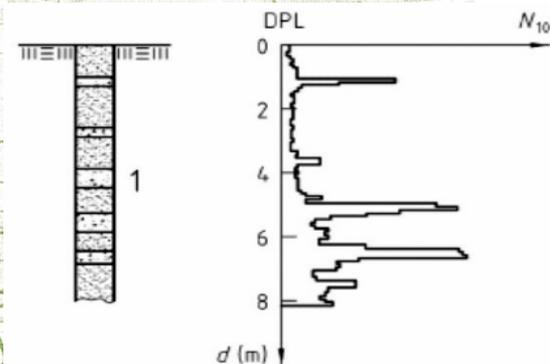
Folgende Einwirkungen werden als Auswirkungen des Gerätes auf den Penetrationswiderstand in Betracht gezogen:

- Durchmesser des Kegels,
- Länge der Stange,
- Ausschlagen der Stange,
- Energieverlust im Vortriebsystem

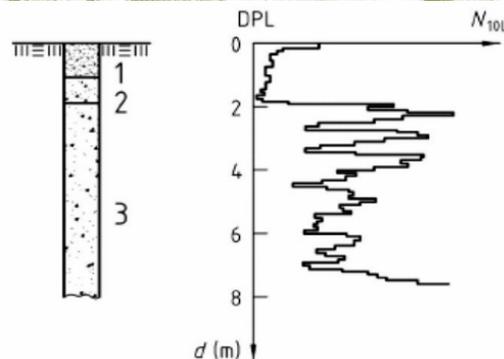
D.1 - Ergebnisse der leichten Rammsondierung (DPL) in der Erdstoffverfüllung und Veränderung des Penetrationswiderstandes in Abhängigkeit vom Dichtegradindex I_D in einer homogenen Erdstoffverfüllung. Die Versuche wurden in einer gegrabenen Sonde durchgeführt, in der schichtenweise mittel- und grobkörnige Sande mit einem verschiedenen Dichtegrad eingebaut wurden. Mit zunehmendem Dichtegrad der Erdstoffmasse nimmt der Penetrationswiderstand deutlich zu, die Unterschiede zwischen den Messungen sind deutlicher ausgeprägt. 1 Mittel- und grobkörniger Sand, I_D Dichtegradindex, d Teufe



D.2 - Anstieg des Penetrationswiderstandes in Stellen an denen sich dünne Geröllschichten befinden. Lokal vorkommende Höchstwerte des Penetrationswiderstands stellen nicht die Messung der Tragfähigkeit der gesamten Schicht dar. 1 Grobkörniger Lehm, feinkörnig mit Kiesschichten, d Teufe



D.3 Veränderungen des Penetrationswiderstands in feinkörnigen und grobkörnigen Erdstoffen, der Umfang der Abweichungen ist im Mies deutlicher ausgeprägt, als im Sand. 1 Sandiger Lehm, 2 Lehm, 3 Kies, d Teufe.

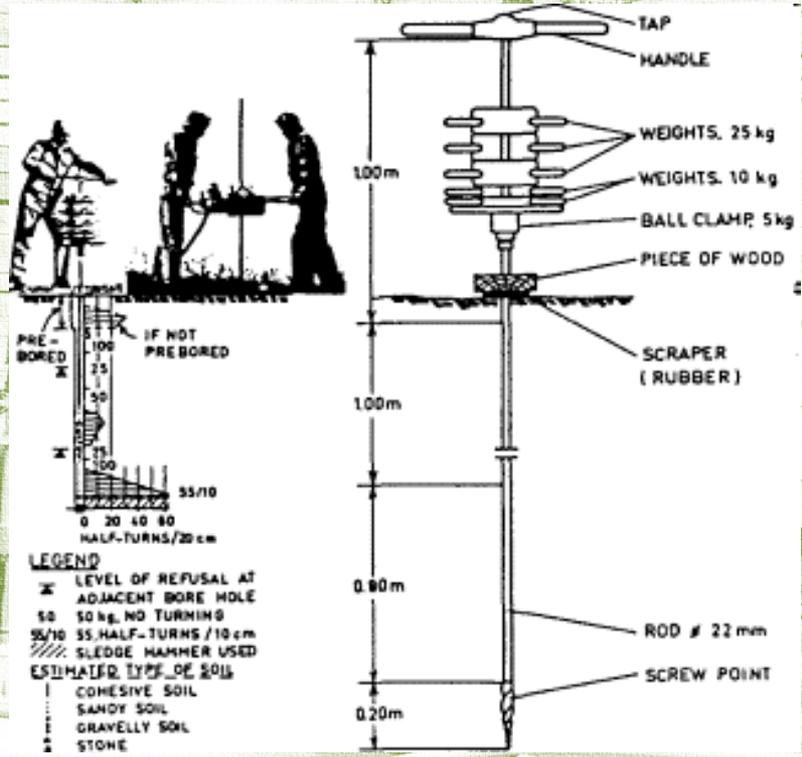


Weight Sounding Test (WST)

- (1) Das Ziel eines Weight Sounding Test (WST) ist die Bestimmung des Widerstandes der Erdmassen in situ gegenüber statischer oder rotierender Penetration durch eine schraubenförmige Spitze.
- (2) Ein WST muss als eine statische Sondierung in weichen Böden dann durchgeführt werden, wenn der Penetrationswiderstand weniger als 1 kN beträgt. Übersteigt der Widerstand den Wert von 1 kN, so muss der Penetrometer manuell oder mechanisch gedreht werden. Dabei ist die Anzahl der Halbumdrehungen zu erfassen, die für das Erreichen der notwendigen Tiefe der Penetration notwendig sind. Es wird eine zusammenhängende Aufzeichnung mit der Tiefe erarbeitet, es werden aber keine Proben gewonnen.
- (3) Ein WST soll insbesondere für das Gewinnen eines stetigen Profils und Indizierung der Schichtenfolge eingesetzt werden. Die Penetrierbarkeit ist sogar in festem Ton und verdichtetem Sand gut.
- (4) Ein WST kann auch für eine Abschätzung der Lagerungsdichte von grobkörnigen Erden verwendet werden.
- (5) Die Ergebnisse können auch zur Bestimmung der Tiefe von stark verdichteten Schichten verwendet werden, die die Länge der Stützpfähle bestimmen.



1920



(3) Die Auswertung von Ergebnissen kann durch folgende Auswirkungen beeinflusst werden:

- Veränderungen des Widerstands mit der Tiefe können von Veränderungen der Schichtenfolge abhängen,
- für sehr flache bis steife Tone ist der Widerstand oftmals geringer, als 1 kN, oder annähernd konstant und es sind weniger als 10 Halbumdrehungen je 0,2 m Penetration notwendig,
- weil sich die Sensitivität des Tons auch auf den Penetrationswiderstand auswirkt, kann die Festigkeit des Tons nicht unmittelbar aus dem Penetrationswiderstand abgeleitet werden, ohne für jede Baustelle eine Kalibrierung durchgeführt zu haben,
- für sehr lockere bis lockere Stauberden und Sandsedimente wird ein vielmehr niedriger und konstanter Penetrationswiderstand ermittelt,
- in einem mittelverdichteten und verdichteten Staub und im feinen Sand wird höherer Widerstand ermittelt (10 Halbumdrehungen bis 30 Halbumdrehungen je 0,2 m), der sich mit der Tiefe nicht verändert,
- in sandigen und kiesigen Sedimenten steigt die Veränderung des Penetrationswiderstands mit den Abmessungen der Körner,
- in verdichteten Sanden und im groben Kies entspricht ein hoher Penetrationswiderstand der Höhe der Lagerungsdichte oder Festigkeit und den Verformungseigenschaften.

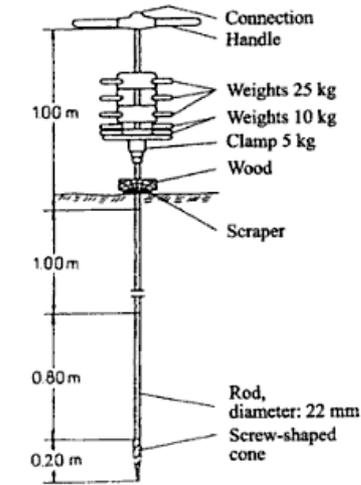


Fig. 15. Test equipment for the manual weight sounding test

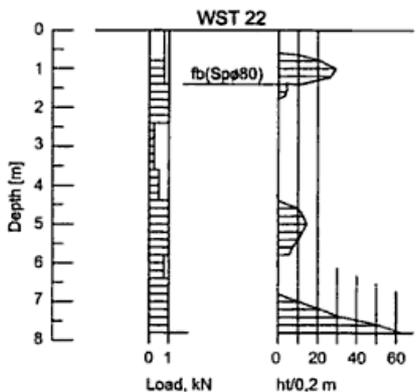


Fig. 16. WST results presentation

WST 22: Weight sounding test,
 Rod diameter: 22 mm
 ht/0.2 m: Revolution per 0.2 m penetration
 fb(Spø80): Pre-boring to the designated depth
 (encrusted surface layer);
 diameter: 80 mm

Weight Sounding Test (WST)

- (1) In diesem Anhang wird auf Grundlage schwedischer Erfahrungen ein Beispiel von Werten des Effektiven Scherfestigkeitswinkel(ϕ') und des entwässerter Youngschen Moduls (E') dargestellt, die auf Basis des im Rahmen eines WST ermittelten Widerstandes abgeschätzt wurden. Dieses Beispiel korreliert den mittleren Wert des Widerstandes in der Schicht während eines WST mit den Durchschnittswerten ϕ' und E' (s. Tab. H.1).
- (2) Sind nur Ergebnisse eines WST verfügbar, so sollen für die Bestimmung der Werte des Gleitwiderstandswinkels und des Youngschen Moduls geringere Werte in Betracht gezogen werden, die der Tab. H.1 zu entnehmen sind.
- (3) Während der Auswertung der Diagramme des Widerstandes im Rahmen eines WST für die Anwendung der Tabelle H.1 sollen nicht die Spitzenwerte berücksichtigt werden, die z. B. durch Steine oder Findlinge verursacht werden. Solche Spitzenwerte sind bei WST in Kiesen üblich.

Dichtegrad	Penetrationswiderstand ^a Halbumdrehung / 0,2	Effektiver Gleitwiderstandswinkel ^b $I^b(\phi')$ [°]	Entwässerter Youngscher Modul ^c (E') [MPa]
Sehr locker	0 – 10	29 – 32	< 10
Locker	10 – 30	32 – 35	10 – 20
Mittig verdichtet	20 – 50	35 – 37	20 – 30
Verdichtet	40 – 90	37 – 40	30 – 60
Sehr verdichtet	> 80	40 - 42	60 - 90

^aVor der Bestimmung des Dichtegrades in Staubböden ist der Penetrationswiderstand durch den Beiwert 1,3 zu teilen.

^bDie oben dargestellten Werte gelten für Sande. Für Stauberden ist eine Reduzierung um 3° vorzunehmen, bei Kies können 2° dazugerechnet werden.

^c E' Annäherung an das zeit und spannungsabhängigen Sekantenmodul Die für ein entwässertes Modul angegebenen Werte entsprechen Setzungen nach 10 Jahren

Einsatz:

- **In feinkörnigen Sedimenten**
- **Zur Bestimmung der Scherparameter**
- **Bestimmung von Verformungsparametern**
- **Unwegsames Gelände – Rutschungen**

Vorteile:

- **Gute korrelierbarkeit**

Nachteile:

- **In der Tsch. Rep. wenig verfügbar**

Plattendruckversuche

Plattendruckversuche mit einer **kreisförmigen Lastplatte** können je nach Energiezufuhr folgend aufgeteilt werden:

- statische Plattendruckversuche
- dynamische Plattendruckversuche

Je nach dem Standort der Platte können Plattendruckversuche folgend aufgeteilt werden:

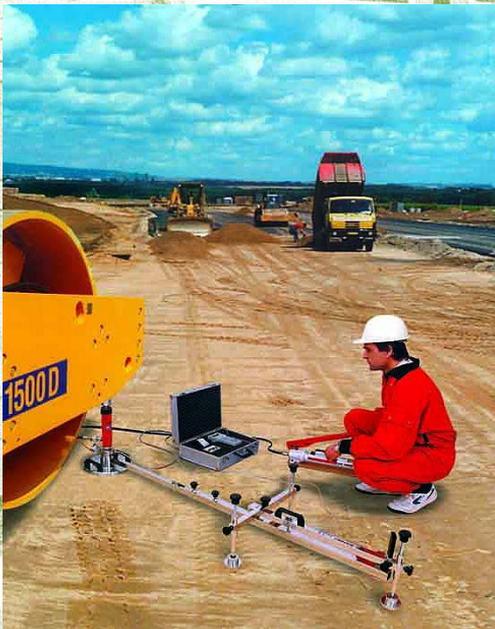
- a) Plattendruckversuche, die auf der Oberfläche durchgeführt werden
- b) Plattendruckversuche, die im Bohrloch durchgeführt werden

Statischer Plattendruckversuch mit einer kreisförmigen Lastplatte

Das Ziel eines Plattendruckversuches mit einer Lastplatte ist die Bestimmung der **senkrechten Verformung und der Festigkeitseigenschaften des Boden- und Felsmassivs** in situ durch das Aufzeichnen der Belastung und der entsprechenden Setzungen während der Belastung des Untergrundes mit einer Lastplatte, mit der die **Belastung des Baugrundes durch die Fundamente des Bauwerkes** erfasst wird. Der Versuch muss auf einer unzerstörten **Oberfläche des Baugrundes** oder auf der Sohle der Abgrabung in einer bestimmten Tiefe, oder auf der Sohle eines Großpfahls, einer Schürfschacht oder einer **Bohrung** durchgeführt werden. Der Versuch wird in allen Böden, Aufschüttungen sowie im Fels verwendet, sollte aber nicht in sehr feinem feinkörnigem Boden eingesetzt werden. Das Verfahren wird gem. EN ISO 22476-13 durchgeführt. Der Durchmesser der Lastplatte beträgt in der Regel 300 mm

Einsatz des Verfahrens:

Eine annähernde Bestimmung der **Tragfähigkeit des Baugrundes**,
eine annähernde Bestimmung der **Lagerungsdichte aufgeschütteter Böden** oder kleinkörniger Steine
im Fall von weniger verformbaren Böden und Halbfelsenböden (mit einer linear-elastischen Charakteristik) Bestimmung des **Verformungsmoduls und des Elastizitätsmoduls**,
in Kombination mit einer folgenden Bestimmung des Volumengewichtes unterhalb der Platte: **Prognose des Volumengewichtes** einer nicht verdichteten Aufschüttung in unterschiedlichen Tiefen unterhalb ihrer Oberfläche,
Bestimmung der Tragfähigkeit des Untergrundes sowie des Untergrundes von Fahrbahnen,
Prüfung der Verdichtung von Aufschüttungen



Beschreibung des Verfahrens:

- der Boden wird in einzelnen Belastungsstufen zusammengedrückt, in einem Diagramm wird die „Belastung – Zusammendrückung“ ausgetragen
- auf jeder Belastungsstufe wird die Belastung solange aufrechterhalten, bis sich die Zusammendrückung stabilisiert hat (d.h. wenn die Veränderung der Zusammendrückung innerhalb von 3 Minuten weniger als 0,05 mm beträgt)
- die gesamte geforderte Zusammendrückung sollte das 1,5-fache der kritischen Zusammendrückung (2-3 mm) betragen

Bei weiteren Varianten der Druckversuche werden unterschiedliche technische Einrichtungen genutzt, wie zum Beispiel:

- a) einen Lasttisch**, der direkt auf die Lastplatte gestellt wird – Lastziegel, Zement, Betonblöcke
- b) eine Lastbrücke** aus Stahlstützen, die mit Ankern im Boden befestigt werden – der Druck wird hier hydraulisch erzeugt.
- c) eine Lastplatte** wird mit einer Presse belastet, die an das Fahrgestell eines vollgeladenen PKW's oder einer Baumaschine gestützt ist.

Grundlegende Anforderungen hinsichtlich einer ordentlichen Durchführung eines Lastversuches:

- a) die Geländeoberfläche in der Umgebung des Versuches muss etwa waagrecht und unzerstört sein,
- b) unterhalb der Lastplatte, die eine ausreichende Steife ausweisen muss, muss die Mächtigkeit der untersuchten Schicht gleich mindestens 2 Durchmessern der Lastplatte sein
- c) die Belastung der Platte soll zügig zunehmen, die Setzungserscheinungen sind bis nach ihrer Stabilisierung zu messen, im Fall von grobkörnigen Böden (Kies) soll der Durchmesser der Lastplatte dem sechsfachen des Durchschnittes des größten Kornes entsprechen.



Der Wert des ersten Astes beschreibt den Typ (Qualität) der verwendeten Aufschüttung, der Wert des zweiten Astes zeigt dann auf die Möglichkeiten einer Nachverdichtung. Das Verhältnis beider Werte 4,0 und weniger wird im Fall einer Steinschüttung im Einklang mit der im Kap. 1.3 erwähnten Norm als eine ausreichende Verdichtung des eingesetzten Materials betrachtet.

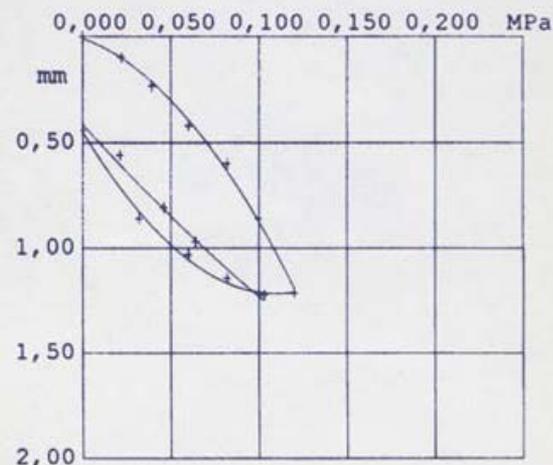


GEMATEST
s.r.o.

www.gematest.cz

Začátek měření: 29.07.98 17:50
 Číslo zkoušky: 05
 Typ zařízení: ECM-Static v.č.006
 Typ zkoušky: DIN 18 134
 Velikost desky: 300 mm
 Převodový poměr: 1:2

Stavba:
 Místo: kolejové lože 4
 Staničení: 525.725
 Vzdál. od osy: osa
 Zemina: HDK Y2-63
 Podloží: D



Stat. modul def.: E01= 23,46MPa
 Stat. modul def.: E02= 28,52MPa
 poměr: E02/E01= 1,22

PROTOKOL O ZATĚŽOVACÍ ZKOUŠCE

Akce:	Dětmarovice - závod 08
C.zakázky :	2 003 121
Č.zkoušky :	A-2
Uložení zatěžovací desky :	povrch hutněného násypu
Místo:	budoucí komunikace
Zatěžovací deska	d=0,300 m F= 706,86 cm ²
Datum:	2.10.2003

MPa	Průměr
0.00	0.000
0.05	0.570
0.10	1.115
0.15	1.650
0.20	2.120
0.00	1.720
0.05	1.850
0.10	1.960
0.15	2.050
0.20	2.180
0.15	2.180
0.10	2.150
0.05	2.050
0.00	1.850

$$E_{def,2} = 97.83 \text{ MPa}$$

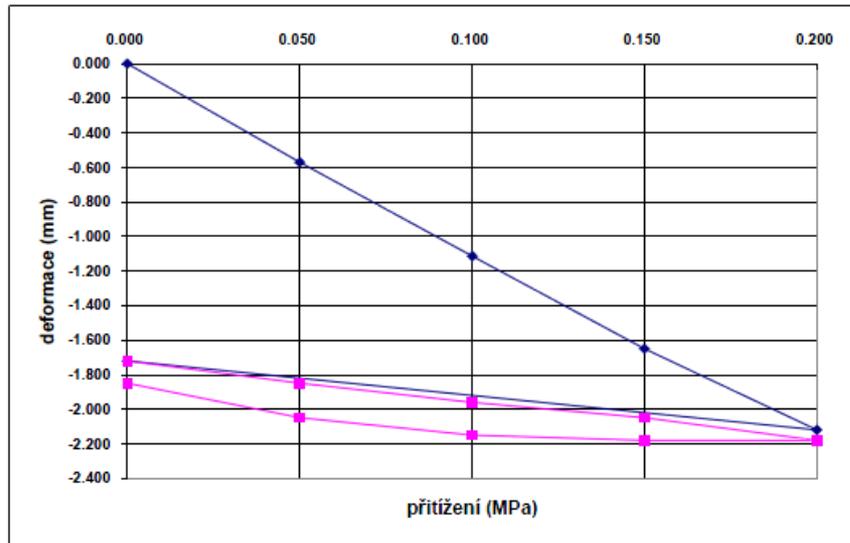
$$E_{def,1} = 1,5 * p * r / y \quad y = 0.00046 \text{ m}$$

$$E_{def,2} / E_{def,1} = 4.609$$

K-GEO s.r.o.
 Masná 1
 702 00 OSTRAVA 1

Akce: Dětmarovice - závod 08
 Číslo zkoušky: A-2
 Místo provedení: budoucí komunikace

E_{def} - modul přetvoření deskou 30 cm



$$E_{def,1} [\text{MPa}] = 21.23$$

$$y [\text{m}] = 2.12000 \quad E_{def,2} / E_{def,1} = 4.61$$

$$E_{def,2} [\text{MPa}] = 97.83$$

$$y [\text{m}] = 0.00046$$

E_{def,1} - statický modul deformace z 1.zatěžovací větve
 E_{def,2} - statický modul přetvoření z 2.zatěžovací větve
 E_{def,2}/E_{def,1} - koeficient zhutnitelnosti

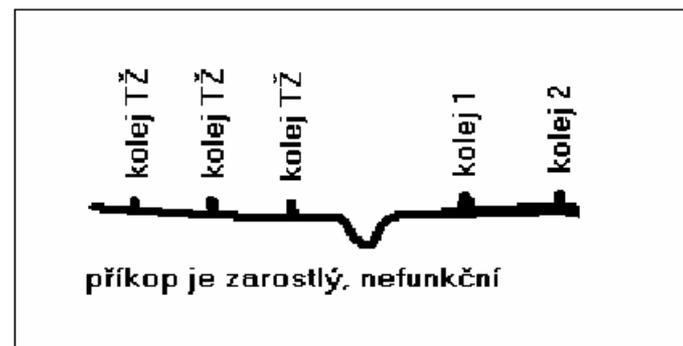


MĚŘENÍ STATICKÉHO MODULU PŘETVÁRNOSTI A GEOLOGICKÝ POPIS KOPANÉ SONDY

KS 315,320/1

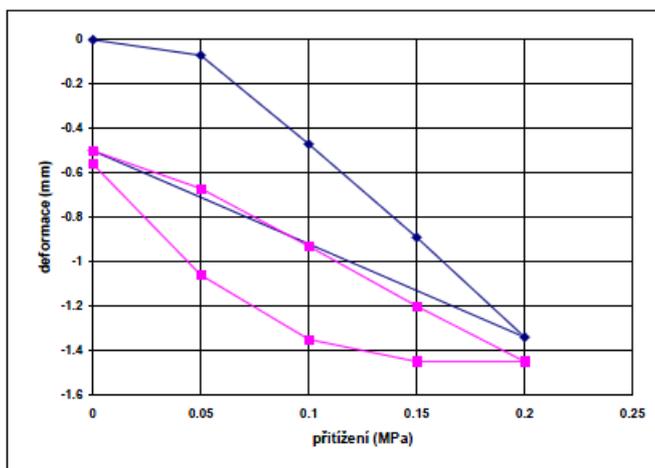
Akce: Český Těšín - Bystřice n. Olší, rekonstrukce koridoru III.
 Č.zakázky : 2 003 115
 Č.zkoušky : 315.320/1
 Staničení km : 315.320
 Označení koleje : 1
 Poloha zatěž. desky vzhledem k ose koleje ve směru staničení: vlevo
 Vzdálenost středu zatěžovací desky od osy koleje : 1.20 m
 Hloubka uložení zatěžovací desky pod úložnou plochou pražce: 0.95 m
 Zatěžovací zkouška provedena na : zemní pláni
 Zatěžovací deska - kruhová d=0,30 m F= 706,86 cm²
 Datum: 21.10.2003

Čas hloubení (min): 90
 Počasí: 4°C, zataženo, déšť
 Úroveň hl. podzemní vody: nezastižena
 Typ vzorku:
 Hloubka odběru vzorku (m):
 Poznámky:
 Schématický náčrtek příčného řezu tělesem:



POPIS KOPANÉ SONDY KS 315.320/1

hloubkový interval (m)	73 1001	73 3050	popis vrstvy
0.00-0.20	Y	3-4	štět čistý, velikost úlomků 3-5cm (40%) a 5-7-10cm (80%), úlomky jsou tvořeny převážně kulmskou drobou
0.20-0.85	Y	3-4	štět znečištěný nesoudržnou zeminou (70%), úlomky převážně vel. 1-3-5cm, oj. 5-7cm, úlomky jsou tvořeny převážně kulmskou drobou, v hloubce 0.80-0.80 je středně silný přítok vody
0.85-0.95	Y/G3	3	štěrka hlinito-písčité, světle hnědá, vel. úlomků do 1cm (80%), 1-3cm (20%), ojediněle až 15cm, valouny jsou převážně opracované, méně poloopracované



MPa	Průměr
0.00	0.000
0.05	0.070
0.10	0.470
0.15	0.890
0.20	1.340
0.00	0.500
0.05	0.870
0.10	0.930
0.15	1.200
0.20	1.450
0.15	1.450
0.10	1.350
0.05	1.080
0.00	0.560

$$E_{def,2} = 47.37 \text{ MPa}$$

$$E_{def,2} = 1.5 * p * r / y \quad y = 0.00095 \text{ m}$$

$$E_{def,2} / E_{def,1} = 1.410526$$

$$E_{def,1} [\text{MPa}] = 33.58$$

$$y [\text{m}] = 0.00134$$

$$E_{def,2} / E_{def,1} = 1.41$$

$$E_{def,2} [\text{MPa}] = 47.37$$

$$y [\text{m}] = 0.00095$$

$E_{def,1}$ - statický modul deformace z 1.zatěžovací větve

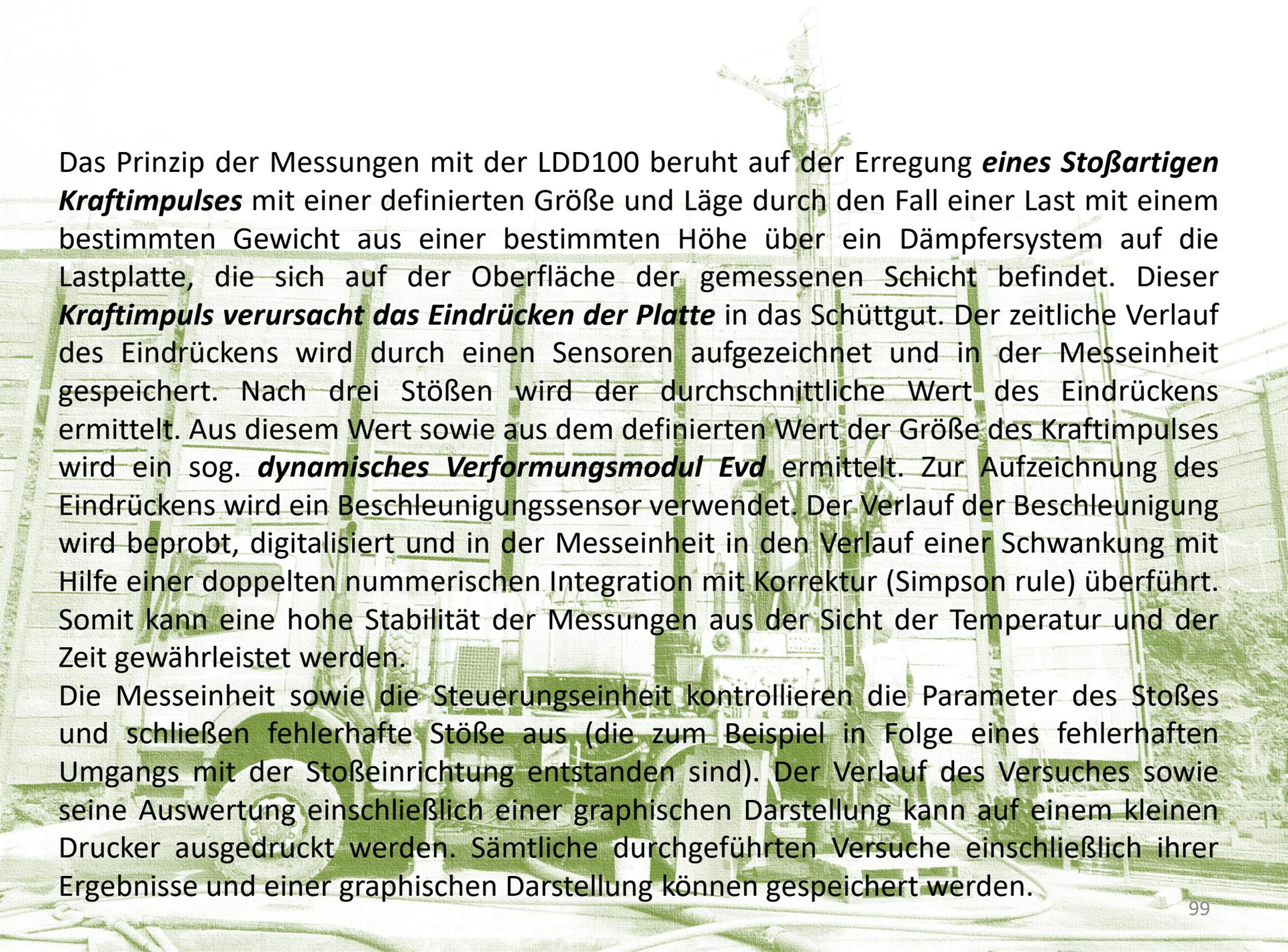
$E_{def,2}$ - statický modul přetvoření z 2.zatěžovací větve

$E_{def,2} / E_{def,1}$ - koeficient ztuhlosti

Dynamischer Lastplattenversuch

Die Einrichtung für einen leichten Lastplattenversuch mit einer kreisförmigen Lastplatte LDD100 ist für eine automatische Überprüfung der Tragfähigkeit der verdichteten Aufschüttung bestimmt. Das Verfahren ermöglicht eine Messung gem. ČSN 72 1006, die auf Einrichtungen der Gruppen B und C gem. ČSN 73 6192 hinweist. Im Hinblick zu der Geschwindigkeit der Auswertung und kleinen Abmessungen verfügt dieses Verfahren über breite Einsatzmöglichkeiten, von Verfüllungen von Aushubarbeiten in den Innenbereichen der Städte bis zum Bau von Autobahnen. Dieses Verfahren kann auch an Orten verwendet werden, an denen ein klassischer Lastversuch nicht durchgeführt werden kann, zum Beispiel in engen Räumen oder in Aushebungen, wo kein großes und schweres Gegengewicht eingesetzt werden kann.





Das Prinzip der Messungen mit der LDD100 beruht auf der Erregung **eines Stoßartigen Kraftimpulses** mit einer definierten Größe und Länge durch den Fall einer Last mit einem bestimmten Gewicht aus einer bestimmten Höhe über ein Dämpfersystem auf die Lastplatte, die sich auf der Oberfläche der gemessenen Schicht befindet. Dieser **Kraftimpuls verursacht das Eindringen der Platte** in das Schüttgut. Der zeitliche Verlauf des Eindringens wird durch einen Sensoren aufgezeichnet und in der Messeinheit gespeichert. Nach drei Stößen wird der durchschnittliche Wert des Eindringens ermittelt. Aus diesem Wert sowie aus dem definierten Wert der Größe des Kraftimpulses wird ein sog. **dynamisches Verformungsmodul E_{vd}** ermittelt. Zur Aufzeichnung des Eindringens wird ein Beschleunigungssensor verwendet. Der Verlauf der Beschleunigung wird beprobt, digitalisiert und in der Messeinheit in den Verlauf einer Schwankung mit Hilfe einer doppelten numerischen Integration mit Korrektur (Simpson rule) überführt. Somit kann eine hohe Stabilität der Messungen aus der Sicht der Temperatur und der Zeit gewährleistet werden.

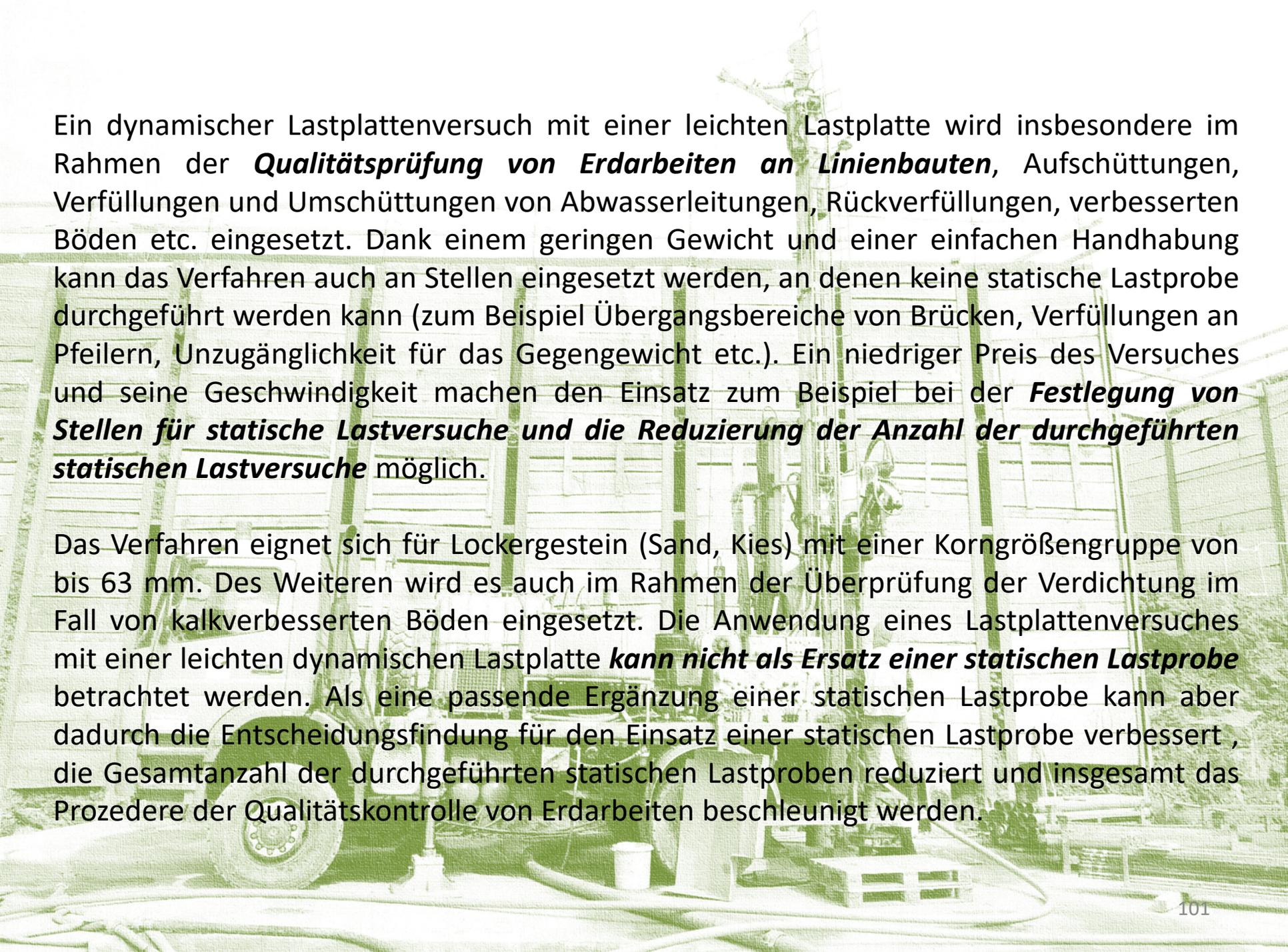
Die Messeinheit sowie die Steuerungseinheit kontrollieren die Parameter des Stoßes und schließen fehlerhafte Stöße aus (die zum Beispiel in Folge eines fehlerhaften Umgangs mit der Stoßeinrichtung entstanden sind). Der Verlauf des Versuches sowie seine Auswertung einschließlich einer graphischen Darstellung kann auf einem kleinen Drucker ausgedruckt werden. Sämtliche durchgeführten Versuche einschließlich ihrer Ergebnisse und einer graphischen Darstellung können gespeichert werden.



Das System der Belastung besteht aus einer **Lastplatte und einer Stoßeinrichtung**. Die Lastplatte ist aus Stahl und mit einem verzinkten Stahlkopf mit eingebauten Beschleunigungssensoren bestückt. Die Stoßeinrichtung besteht aus einer Stahlstange, deren unteres Ende mit einem Dämpfersystem und das obere Ende mit einem Griff mit einem Hebel zur Arretierung der Last in der oberen Lage versehen ist. Das Dämpfersystem verwendet zur Ausformung des gewünschten Kraftimpulses einen Satz Tellerfeder. Zur Befestigung der Stange am Kopf der Lastplatte dient ein zylinderförmiger Kopf. Entlang der Stange bewegt sich eine Stoßlast aus verzinktem Stahl.

Technische Parameter der Einrichtung:

- Gewicht der Platte: 15 kg
- Gewicht der Last: 10 kg
- Fallhöhe: ~ 750 mm
- Umfang der Messung der Zusammendrückung: 0,1 bis 10 mm
- Auflösung: 0,001 mm
- Fehler: max +/- 4 %
- Umfang der Messung Evid: 2 bis 220 MPa
- Betriebstemperatur: (0 bis +45) °C



Ein dynamischer Lastplattenversuch mit einer leichten Lastplatte wird insbesondere im Rahmen der **Qualitätsprüfung von Erdarbeiten an Linienbauten**, Aufschüttungen, Verfüllungen und Umschüttungen von Abwasserleitungen, Rückverfüllungen, verbesserten Böden etc. eingesetzt. Dank einem geringen Gewicht und einer einfachen Handhabung kann das Verfahren auch an Stellen eingesetzt werden, an denen keine statische Lastprobe durchgeführt werden kann (zum Beispiel Übergangsbereiche von Brücken, Verfüllungen an Pfeilern, Unzugänglichkeit für das Gegengewicht etc.). Ein niedriger Preis des Versuches und seine Geschwindigkeit machen den Einsatz zum Beispiel bei der **Festlegung von Stellen für statische Lastversuche und die Reduzierung der Anzahl der durchgeführten statischen Lastversuche** möglich.

Das Verfahren eignet sich für Lockergestein (Sand, Kies) mit einer Korngrößengruppe von bis 63 mm. Des Weiteren wird es auch im Rahmen der Überprüfung der Verdichtung im Fall von kalkverbesserten Böden eingesetzt. Die Anwendung eines Lastplattenversuches mit einer leichten dynamischen Lastplatte **kann nicht als Ersatz einer statischen Lastprobe** betrachtet werden. Als eine passende Ergänzung einer statischen Lastprobe kann aber dadurch die Entscheidungsfindung für den Einsatz einer statischen Lastprobe verbessert, die Gesamtanzahl der durchgeführten statischen Lastproben reduziert und insgesamt das Prozedere der Qualitätskontrolle von Erdarbeiten beschleunigt werden.

Vorteile des Verfahrens:

- Messergebnisse stehen sofort zur Verfügung,
- ein schnelles Verfahren, geringer Preis, Zeiteinsparung,
- kein großer Zeitaufwand, keine aufwändige Technik und Organisation,
- niedriges Gewicht, einfache Handhabung,
- Einsatzmöglichkeiten an schwierig zugänglichen Orten.

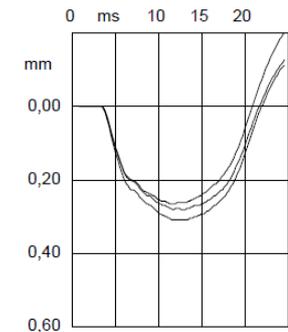
Nachteil: schwierige Korrelation mit statischen Versuchen im Fall einer selbstständigen Ausführung.



Vyhodnocení rázové zatěžovací zkoušky

Začátek měření:	15.09.08 15:04
Číslo zkoušky:	LRZ-1
Typ zařízení:	LDD100 v.č. 187
Poissonovo číslo:	0,25
Stavba:	BONATRANS GROUP, a.s., Bohumín - objekt tlukárny
Místo:	povrch hutněného násypu
Staničení:	
Vzdál. od osy:	
Zemina:	Y/G3
Konstr. vrstva:	struska hutněná na položené geotextilii
Počasi:	zkoušky proběhly v hale
Jméno:	Ing. Dostalík, RNDr. Košář
Pozn.:	

1. ráz	0,311	mm
2. ráz	0,268	mm
3. ráz	0,282	mm
<hr/>		
stř. vých	0,287	mm
Mvd	77,0	MPa



Rückprallhammer

Ein Rückprallhammer (Schmidt-Hammer) dient zur Prüfung der Druckfestigkeit von Beton, Gestein und weiteren Baustoffe. Es handelt sich um ein zerstörungsfreies Verfahren, das auf dem einfachen Prinzip des Rückpralls basiert. Auf einer Skala wird die Kraft (Druckfestigkeit des Untergrundes) dargestellt. Die Rückprallkräfte hängen von der Qualität sowie der Ausprägung der einzelnen Baustoffe ab.

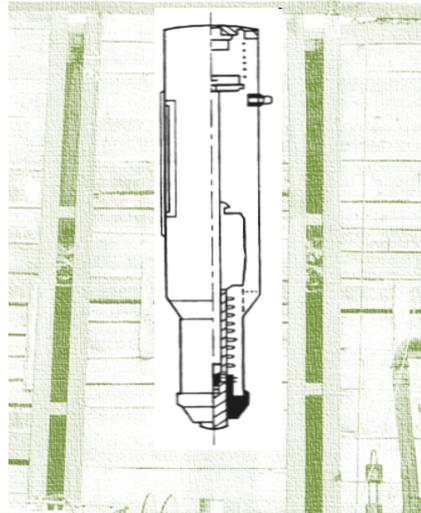
Die Druckfestigkeitsprüfung mit einem Schmidt-Hammer ist das weltweit am meisten verbreitete zerstörungsfreie Verfahren im Bereich der Beton- und Bauelementenprüfung. Genau und schnell muss die Härte des Betons für den Entwurf von Sanierungen älterer Brücken, zur Bestimmung einer ausreichenden Festigkeit für das Spannen, bzw. die Entschalung monolithischer Konstruktionen und Prüfung der Endqualität des Betons auf der Baustelle festgestellt werden.

Mit diesem Härteprüfgerät kann sehr schnell die Härte des Betons selbst an zergliederten Stellen von Betonkonstruktionen gemessen und ein Näherungswert der Druckfestigkeit am Messpunkt bestimmt werden.



Das Prinzip der Messung:

Der Schmidt-Hammer beruht auf dem Prinzip eines zentrischen Stoßes und dem Rückprallprinzip. Nach dem Drücken des Hammers wird durch eine zusammengedrückte Feder ein Stoßbolzen auf den geprüften Beton ausgestoßen. In Folge des Rückpralls des Stoßbolzens wird die Arbeitsfeder gespannt. Je nach der Größe des angezeigten Rückpralls wird die Festigkeit bestimmt.



Bohrungen im Bauwesen



Bohrungen im Bauwesen

Die im Bauwesen eingesetzten Bohrarbeiten werden in zwei Hauptgruppen untergliedert:

- Bohrarbeiten für die Baugründung und im Tiefbau,
- Bohrarbeiten, die bei grabenlosen Verfahren eingesetzt werden.



Bohrarbeiten in der Baugründung und im Tiefbau

Gründe für die *Entwicklung spezieller Methoden der Baugründung* sind insbesondere folgende:

eingeschränkte Platzmöglichkeiten auf Baustellen,
zunehmende Tiefen der Baugruben,
zunehmende Höhen der oberirdischen Teile der Bauwerke,
bau von neuen Verkehrswegen auf der Oberfläche,
bau von anspruchsvollen Ingenieur- und technischen Bauwerken,
das alles ohne Möglichkeit, die besten geologischen und hydrogeologischen
Verhältnisse auszuwählen,
Anteil an den Baukosten 10 – 40%.

Die Ausgangsbedingungen für den Einsatz spezieller Verfahren in der Baugründung und im Tiefbau beruhen darin, dass eine spezielle Ingenieur-geologische, bzw. geotechnische Erkundung auf Folgendes ausgerichtet ist:

- geologische und hydrogeologische Verhältnisse,
- Ermittlung der physikalischen und mechanischen Eigenschaften des Gesteins und Böden mit Hilfe von Proben im Labor
- Durchführung von Feldversuchen, um die Eigenschaften der Böden und Gesteine im Gelände zu ermitteln – **geotechnische Feldversuche**
- Prüfung vorgeschlagener technologischer Verfahren mit Hilfe von Modellen

Die Verfahren in der Baugründung und im Tiefbau werden folgend unterschieden:

- 1) Pfahlgründungen**, insbesondere gebohrte Pfähle, große Pfähle, Vorgerammte Pfähle etc.
- 2) Errichtung von unterirdischen Wänden** im Rahmen von Baugründungen im Talsperrenbau, bei Baugründungen in bebauten Gebieten
- 3) Errichtung von Vorspannanker** zum Schutz tiefer Baugruben mit einer großen Spannweite, zur Bewehrung oder aktiven Stützung zerstörter Teile des Gesteinmassivs etc.
- 4) Dichtung des Gesteins und der Böden mit Dichtungsinjektionen** zur Verbesserung der Eigenschaften des Gesteins und des Bodens
- 5) Abteufen horizontaler Entwässerungsbohrungen, Pfahlwände und Stützmauern** zur Stabilisierung von Rutschungsgebieten, von denen eine Bedrohung für Verkehrs- oder sonstige Bauwerke ausgeht



Pfähle

Schema des Baus eines mit Stahlrohren bewehrten Pfahls mit einem Bohrkopf

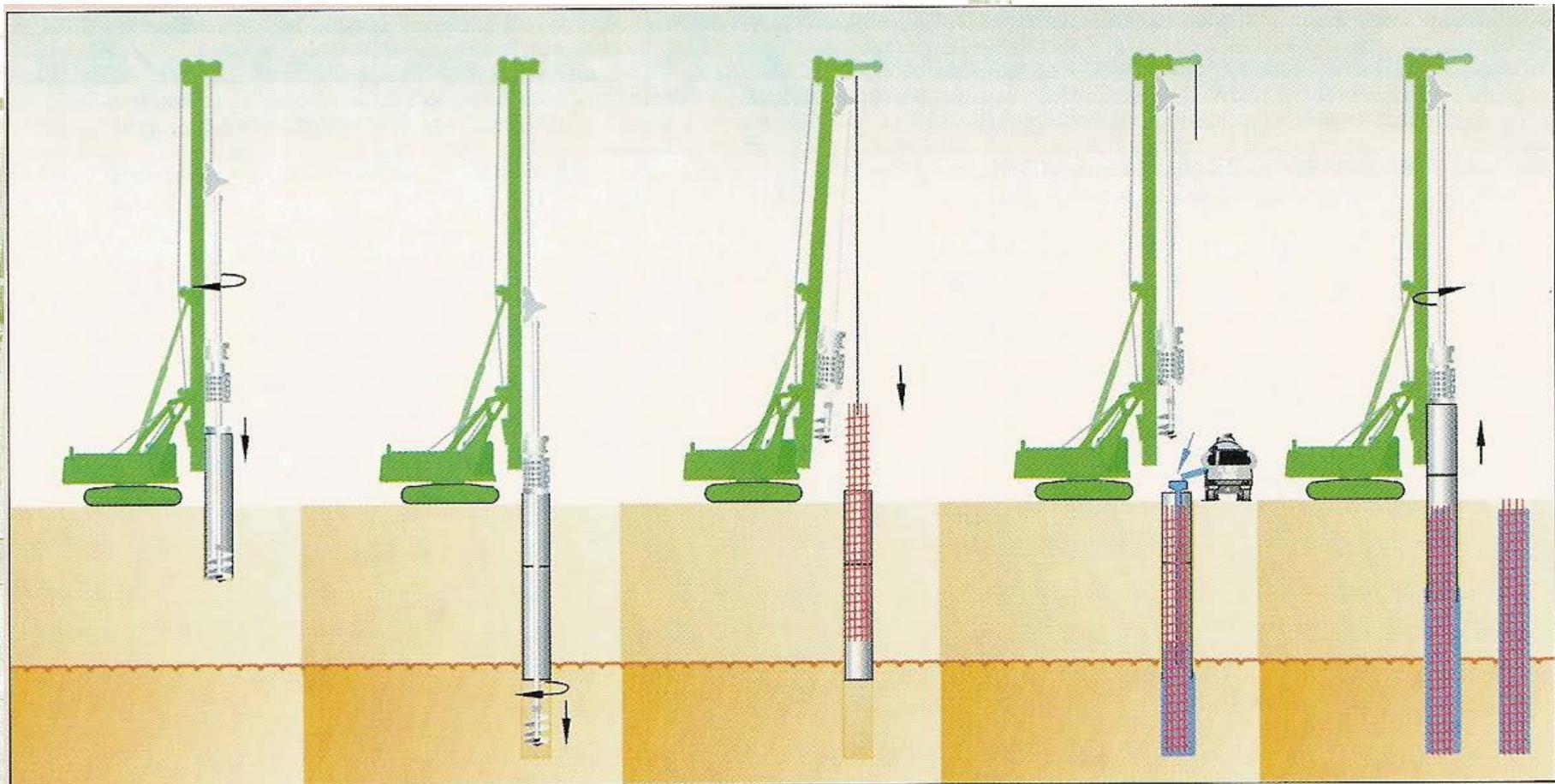


Schéma výroby piloty pažené ocelovými pažnicemi pomocí vrtné hlavy

Schema des Baus eines mit Stahlrohren gebauten Pfahls mit Hilfe einer Bewehrungseinrichtung

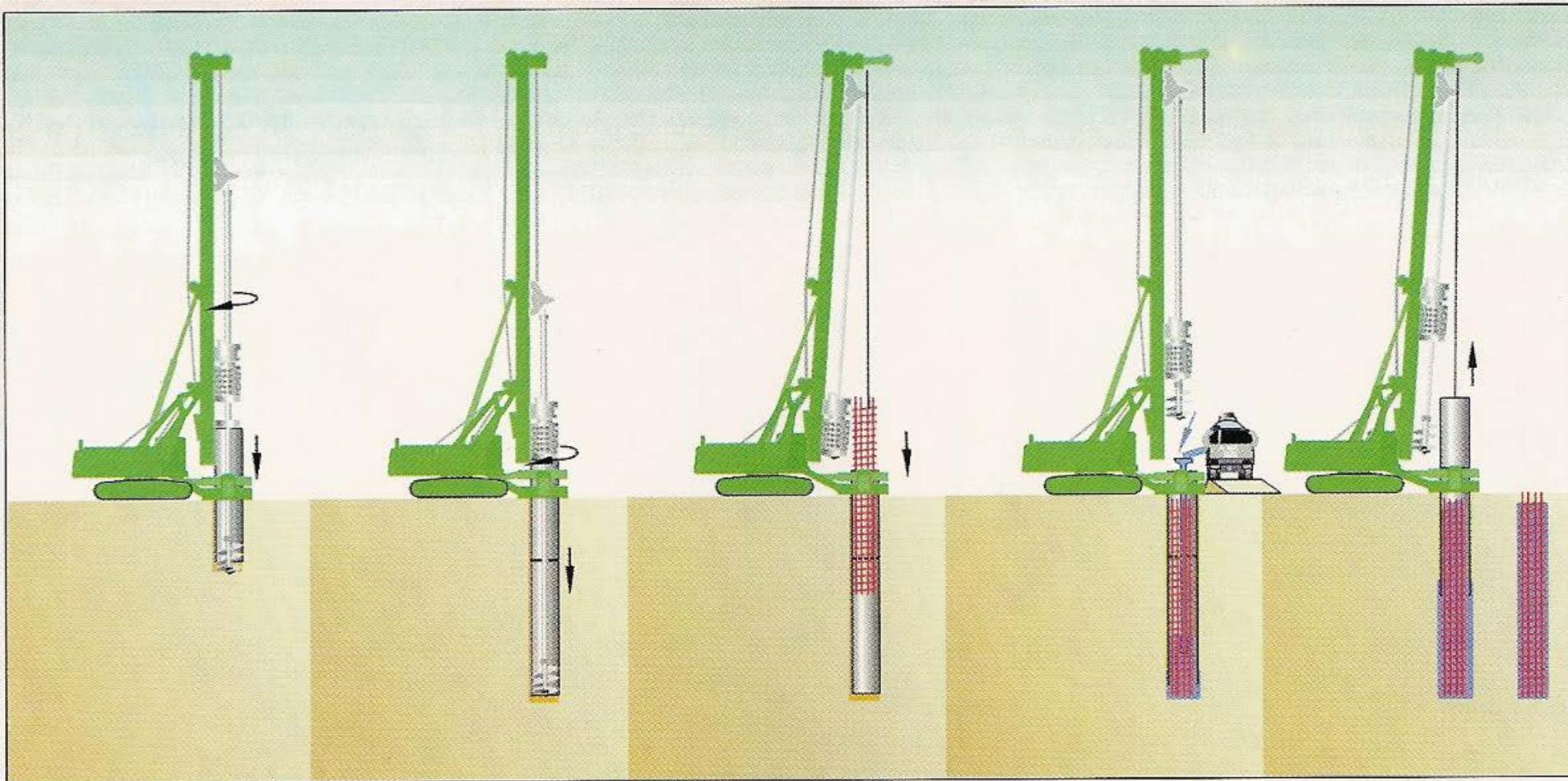


Schéma výroby piloty pažené ocelovými pažnicemi pomocí pažicího zařízení

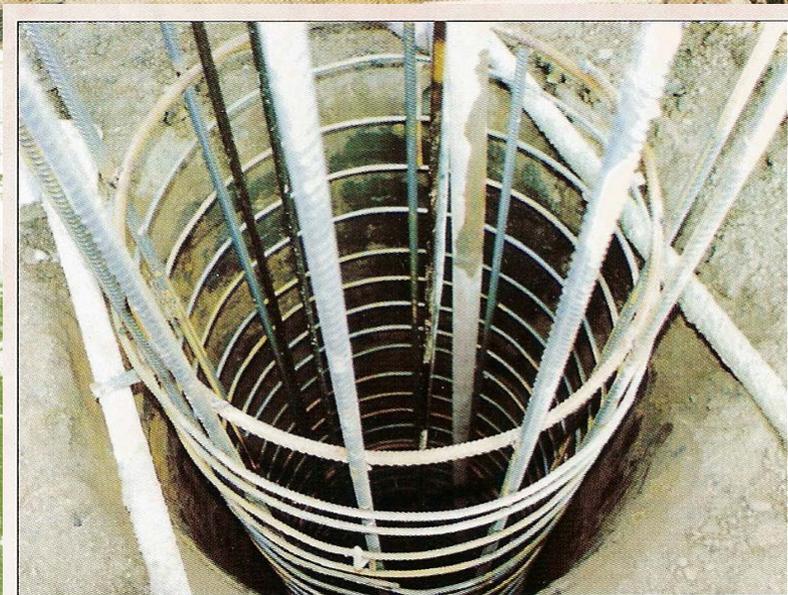
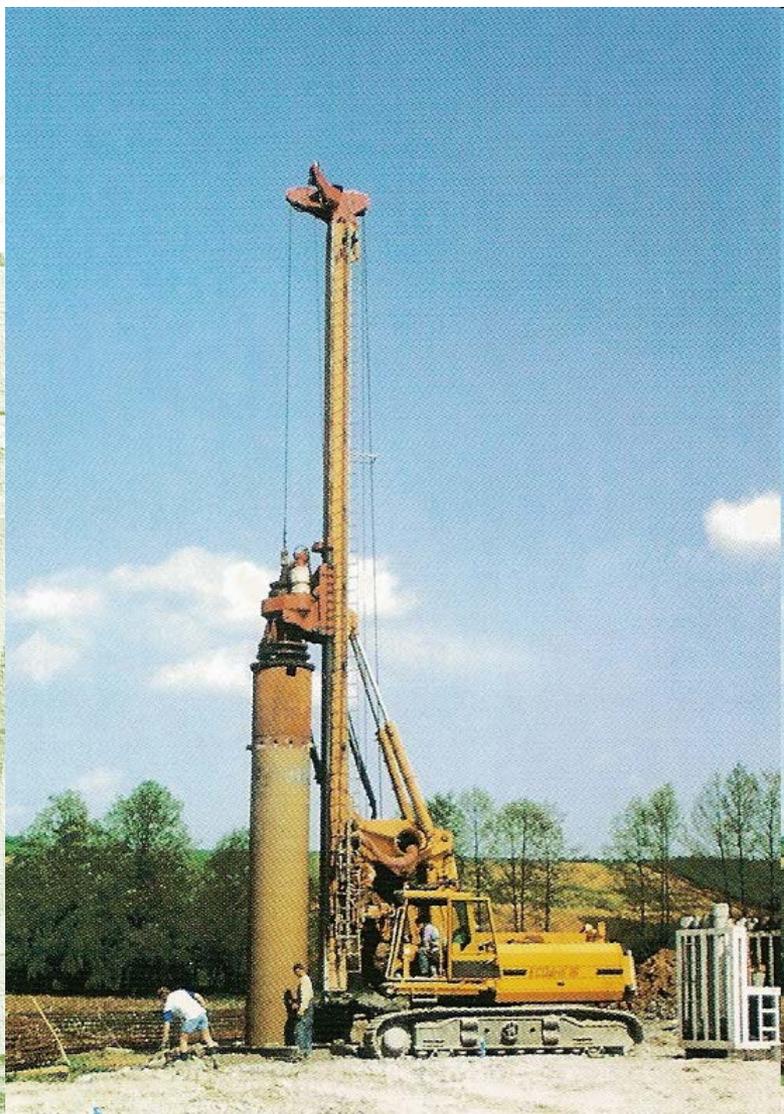




Bohranlage DELMAG RH



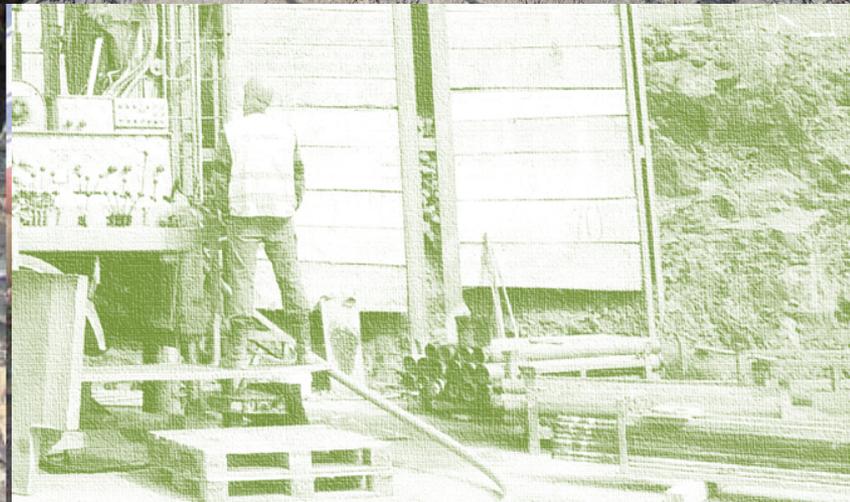
Bohranlage DELMAG RH 1413 bei dem Abteufen von schrägen Bohrungen für Pfähle

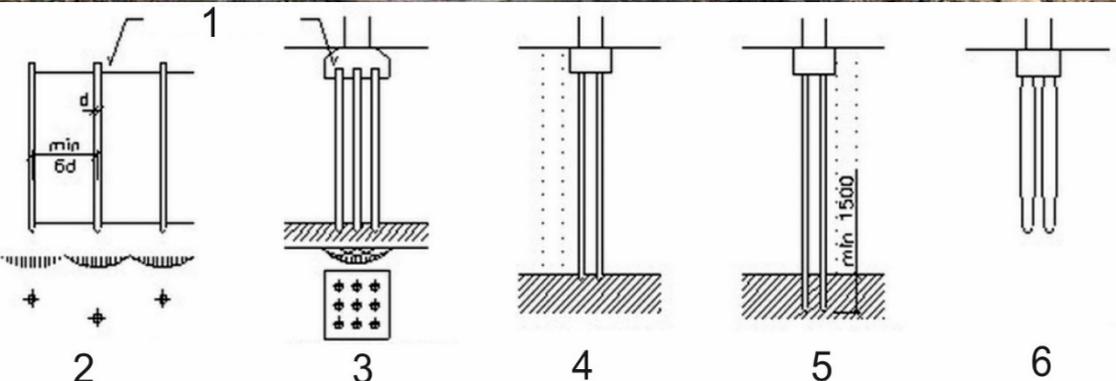


Armokoš piloty osazený ve vrtu

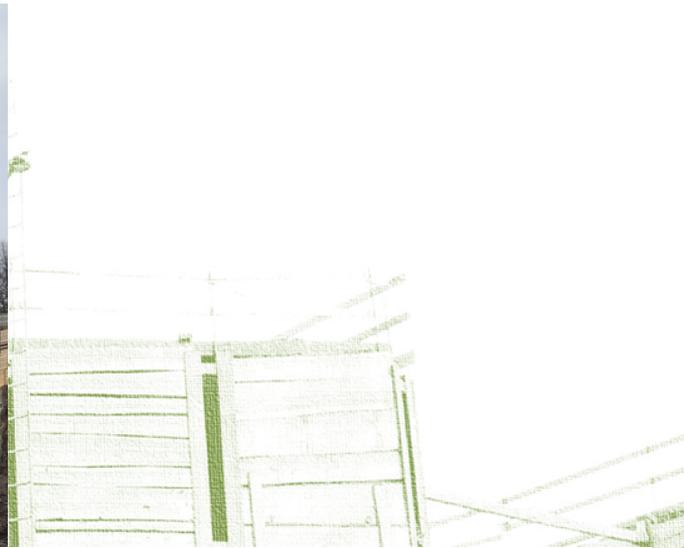






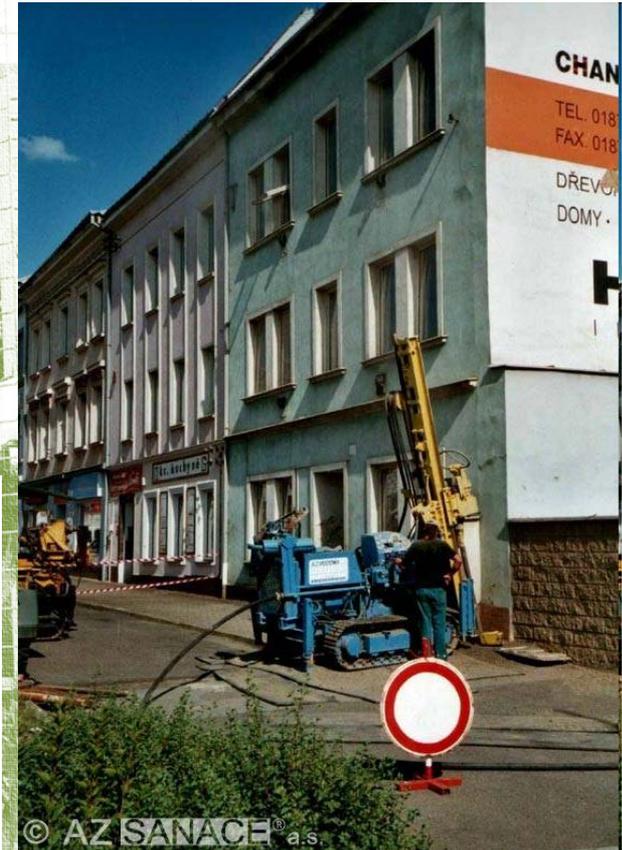
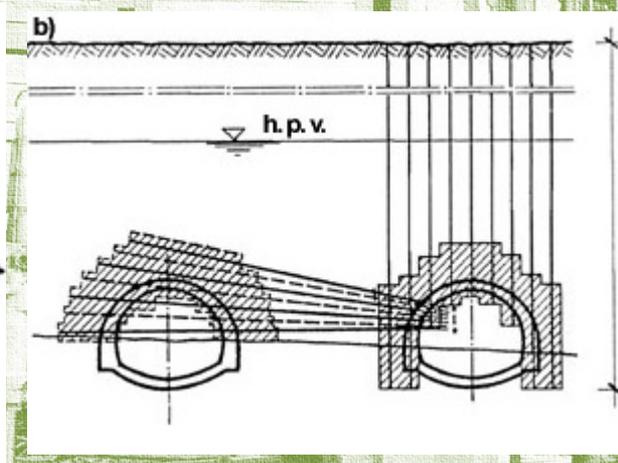
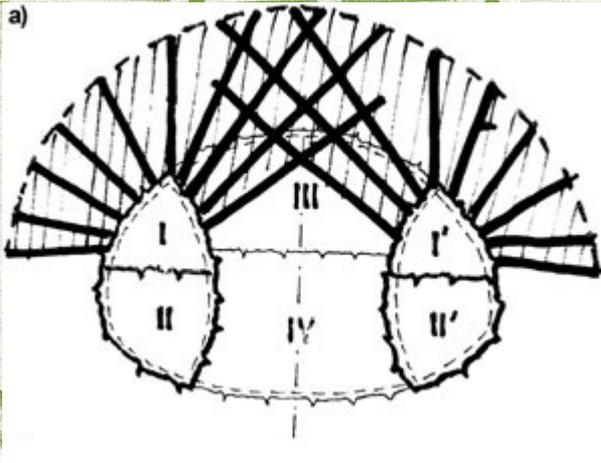


Verteilung von Pfählen nach ihrer gegenseitigen Gruppierung und nach der Art der Belastung 1 Flächenbasis, 2 Einzelstehende Pfähle, 3 Gruppenpfähle, 4 Gerammte Pfähle, 5 Eingespannte Pfähle, 6 Schwimmende Pfähle.



Baugrundinjektionen

Das klassische Verfahren einer Baugrundinjektion ist bereits fast 200 Jahre bekannt. Eine Injektion beruht in der Verfüllung des Porenraumes und der Hohlräume mit einem Injektionsmittel. Durch das Vermischen des Injektionsmittels mit dem gewachsenen Material entsteht ein Material, das über neue physikalische Eigenschaften verfügt. Mit Hilfe einer Injektion werden Eigenschaften des Felsgesteins, des Lockergesteins, manchmal auch des Festgesteins angepasst. Es werden auch verschiedene Baukonstruktionen injiziert. Am meisten werden die Festigkeit und Undurchlässigkeit angepasst. Mit Hilfe einer Injektion kann die Lage instabiler Objekte erfolgreich gesichert werden.



© AZ SANACE a.s.

Mikrophäle

VERFAHREN

1. BOHREN

Das gewählte Bohrverfahren hängt von den geologischen Bedingungen sowie weiteren Umständen des Bauwerkes ab. Am meisten werden Bohrungen im vollen Profil mit einer Ton-Zement-Spülung oder einer Wasserspülung mit einem Durchmesser der Bohrung von 100 bis 250 mm eingesetzt.

2. VERFÜLLUNG

Die Bohrung wird von unten aus mit einem Zementverguss verfüllt.

3. BEWEHRUNG

Im Rahmen des Projektes können verschiedene Typen von Stahldrähten eingesetzt werden, am meisten werden mit einem Gewinde verbundene dickwandige Rohre verwendet, die im unteren Bereich perforiert und mit Gummimanschetten für die Injektion versehen sind.

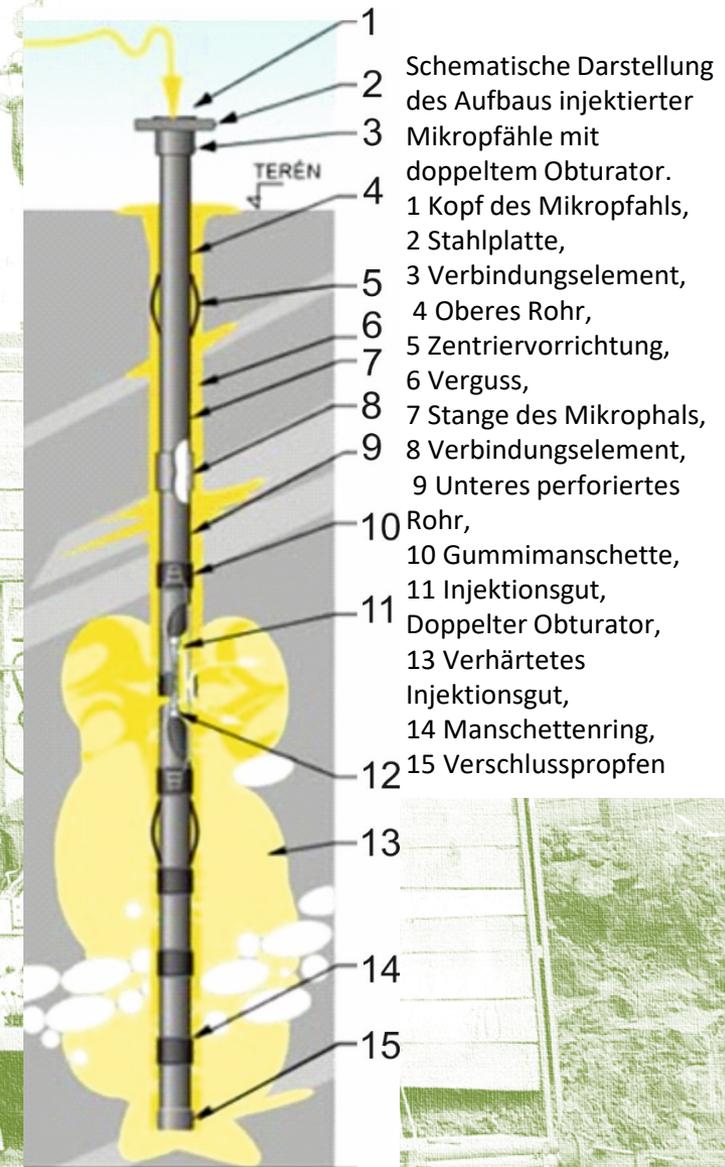
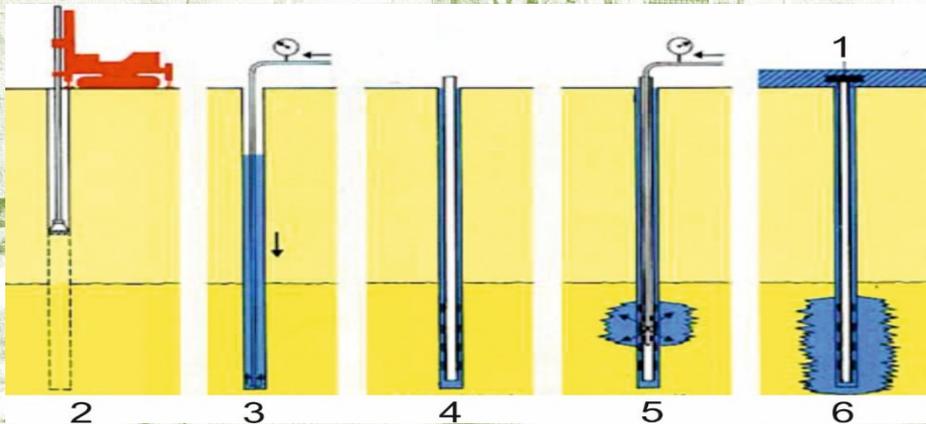
4. INJEKTION

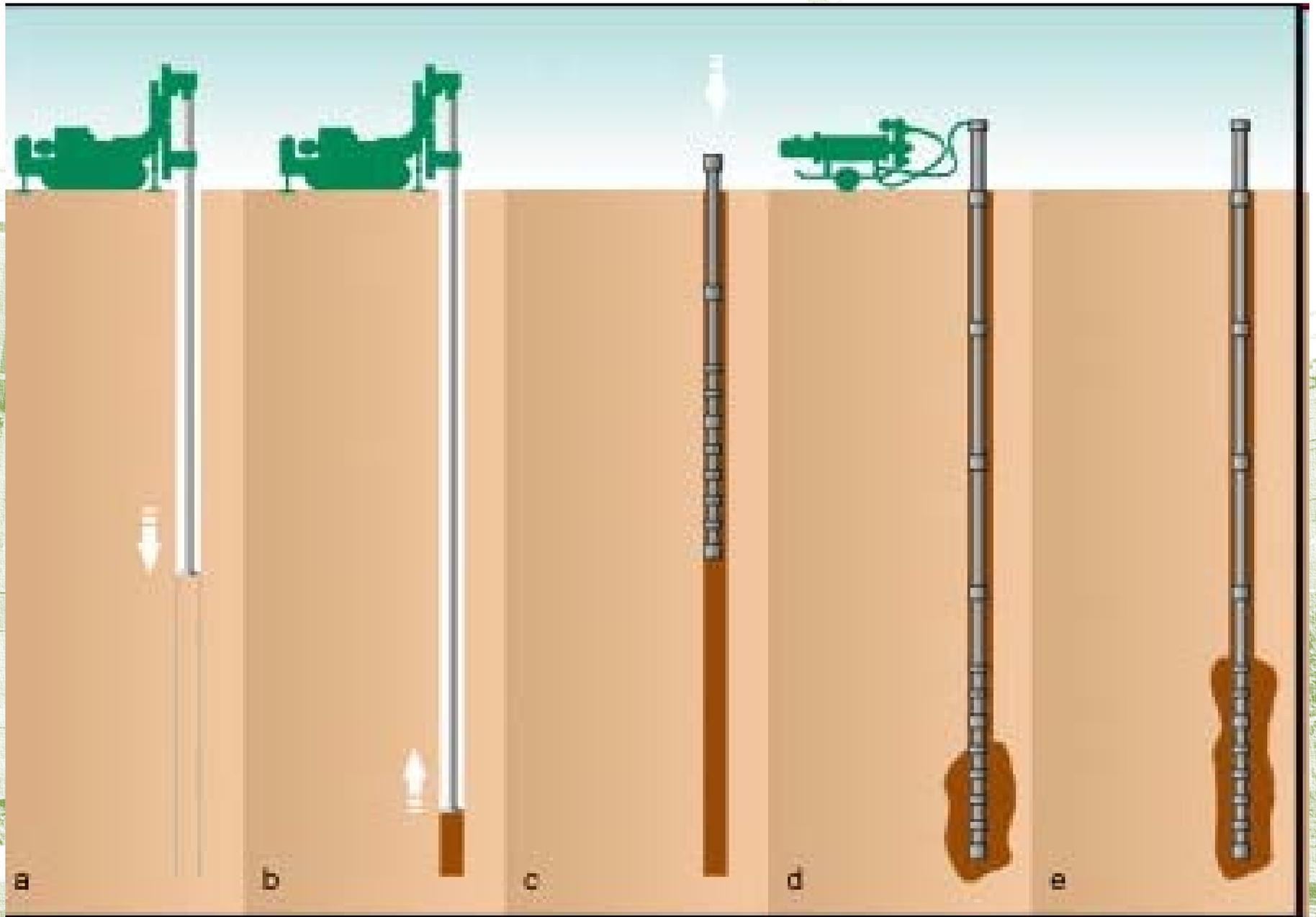
Das Mikrophal wird im Gestein mit einem verpressten Zementgemisch befestigt. Somit wird eine effektive Übertragung der Last sichergestellt.

5. VERBINDUNG MIT DER KONSTRUKTION

Bei Rohrmikrophählen kann die Verbindung mit der Konstruktion einfach mittels eines aufgeschraubten Übertragungskopfes durchgeführt werden.

Bau eines Mikropfahls 1 Flacher Kopf, 2 Bohrung, 3 Auskleidung, 4 Injektion, 5 Anbindung der Konstruktion





EINSATZ

Wegen ihres kleinen Durchmessers und der Möglichkeiten einer schrägen Bohrung können Mikropfähle insbesondere für Sanierungen von Fundamenten bestehender Bauwerke mit Erfolg eingesetzt werden. Sie eignen sich auch als Zuelemente.



Příklad podchycování objektu pomocí mikropilot



Příklad pažení stavební jámy mikropilotovou stěnou

Hauptteile eines eingebohrten und injizierten Mikropfahls des Typs Titan

1, 4 – Gestängeverbinder, 2, 5 – Zentrierungsvorrichtung, 3 – Strömung der Spülung durch den Innenbereich einer hohlen Stange, 6 – hohler Gewindestift des Typs Titan, 7 – Mörtelüberdeckung als Schutz gegen Korrosion (mehr als 25 mm), 8 – Einbohren und Verpressen des Injektionsmittels, 9 – Bohrkronen



DÜSENSTRAHLVERFAHREN

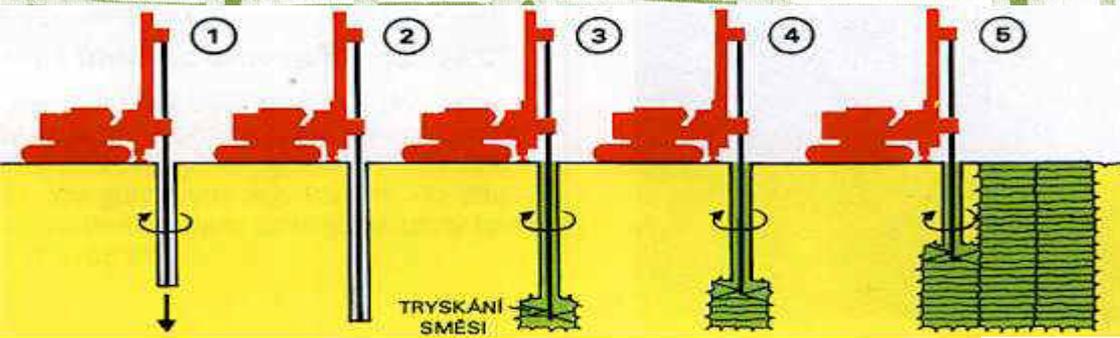
Das Düsenstrahlverfahren (Hochdruckinjektion) ist ein modernes Verfahren zur Verbesserung des Baugrundes. Das Verfahren arbeitet auf Basis der Nutzung der dynamischen Energie eines Strahls des Injektionsguts (meistens Zementgemisch), das unter hohem Druck verpresst wird. Dadurch wird der Boden gelöst und gleichzeitig mit dem Injektionsgut vermischt. Dadurch entsteht vor Ort ein Verbundmaterial, das aus Bodenpartikeln und Zement besteht. Somit können verschiedene Böden verbessert werden, von Ton bis zum steinigen Kies mit entsprechenden Festigkeiten im Umfang von 1 bis 20 MPa

MONOJET-VERFAHREN

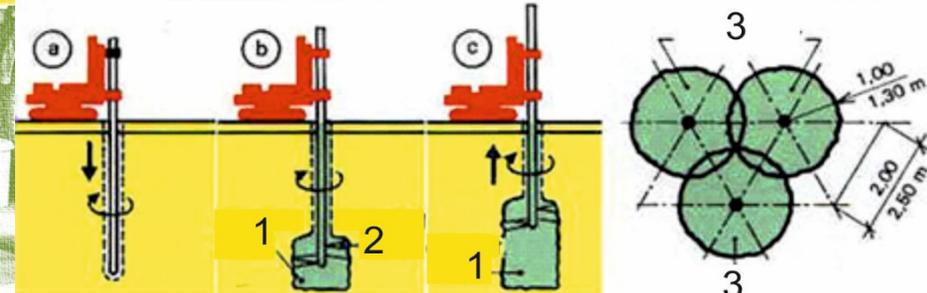
Nach dem Abteufen der Bohrung wird während einer langsamen Bewegung des Gestänges nach oben und seiner langsamen Umdrehung in die Düse das Injektionsgut mit einem Druck von 30 - 50 MPa getrieben. Je nach den Standortbedingungen wird somit eine Säule mit einem Durchmesser von 0,4 – 0,8 m herausgebildet.

DOUBLEJET-VERFAHREN

In diesem Verfahren wird die Wirkung durch koaxial zugeführte Druckluft mit 0,6 – 1,2 MPa verbessert. Der Durchmesser der so erzeugten Säulen erreicht somit 0,7 – 1,6 m



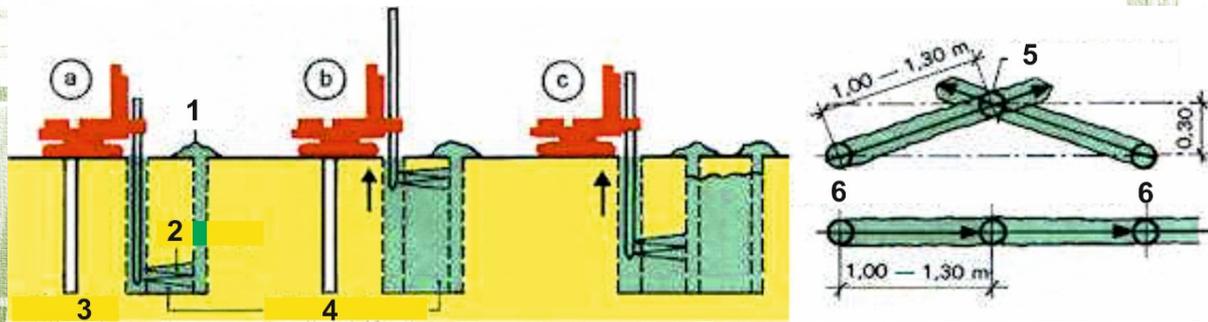
Beispiel der Ausführung des Monojet-Verfahrens 1
Zementgemisch, 2 Spritzen des Gemisches, 3 Injektionsbohrung



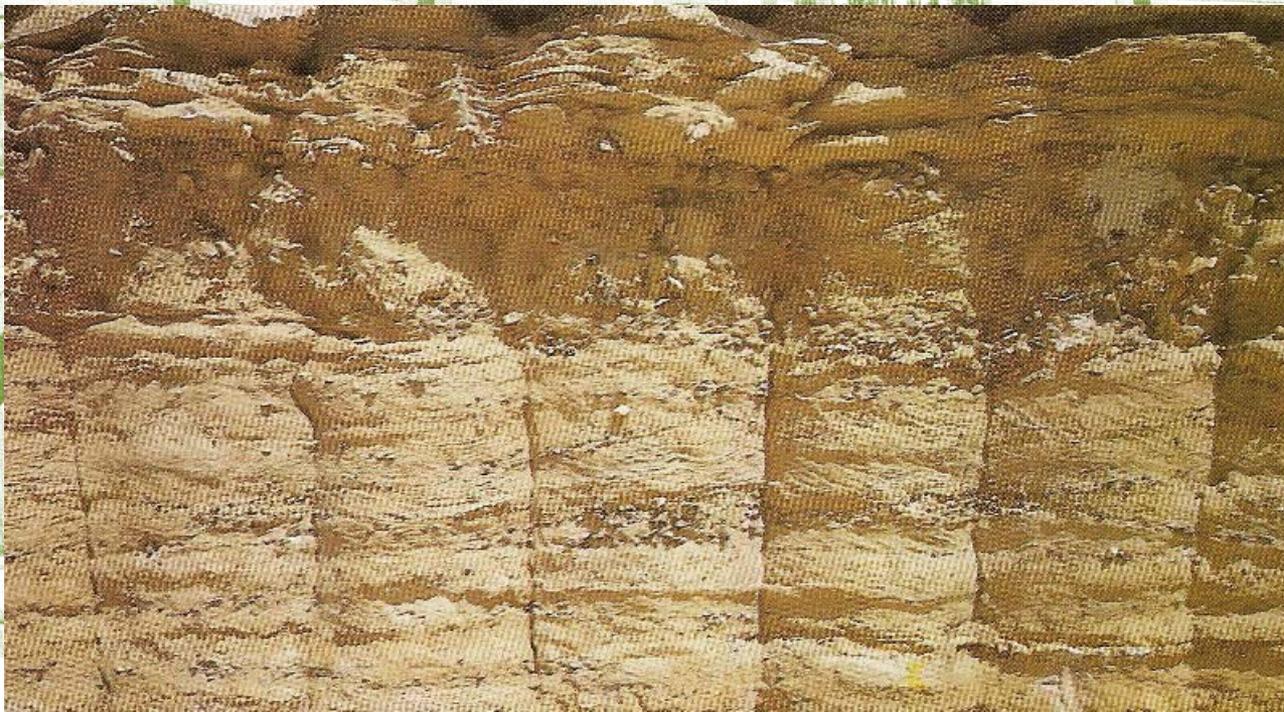
Beispiel der Ausführung des Doublejet-Verfahrens



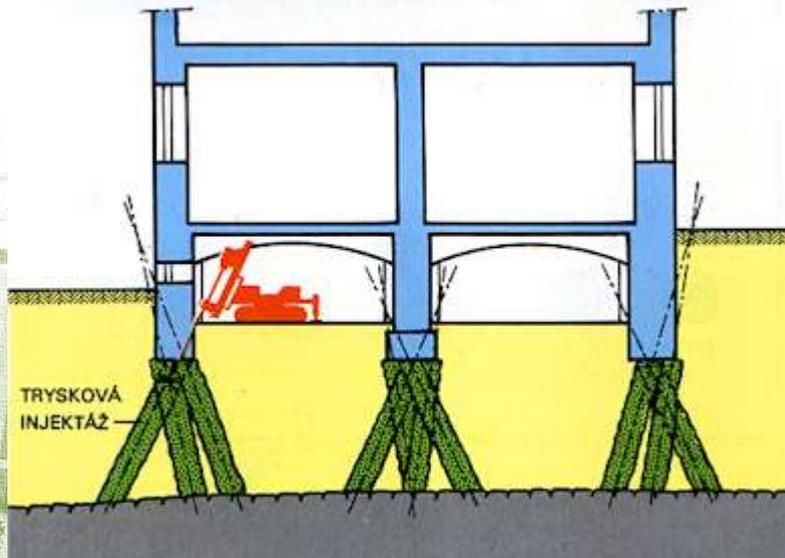
Ähnlich, ohne Umdrehungen des Gestänges während des Hochziehens, können im Boden auch Wandelemente herausgebildet werden, die insbesondere zur Eindämmung der Versickerung geeignet sind..



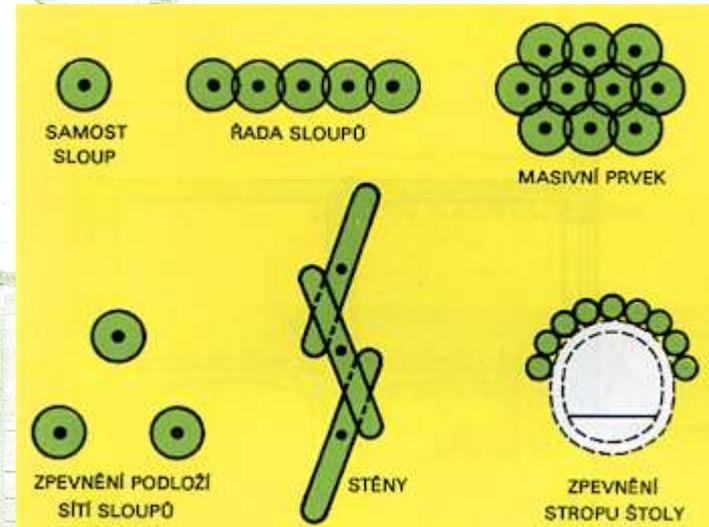
Schema der Ausführung einer Einweginjektion 1 Gemisch, 2 Spritzen, 3 Bohrlochverrohrung, 4 Zementgemisch, 5 Kontrollbohrung, 6 Injektionsbohrung



Beispiele des Einsatzes des Düsenstrahlverfahrens:



Unterfangung bestehender Gebäude im Rahmen der Sanierung

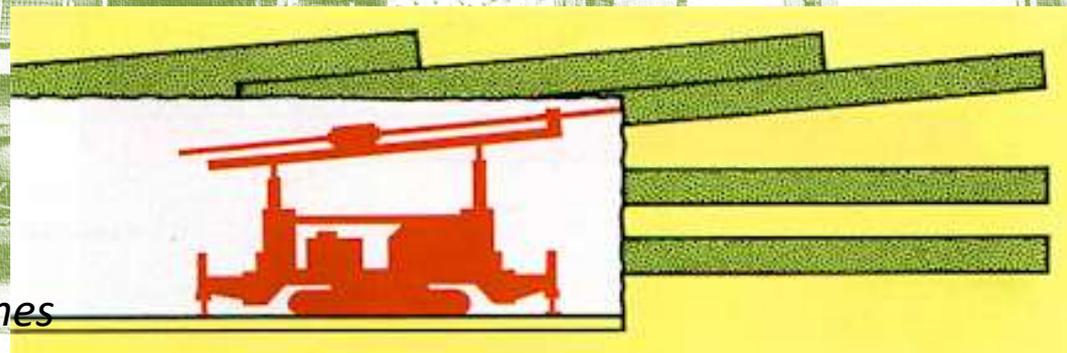


Typische im Düsenstrahlverfahren hergestellten Gründungselemente

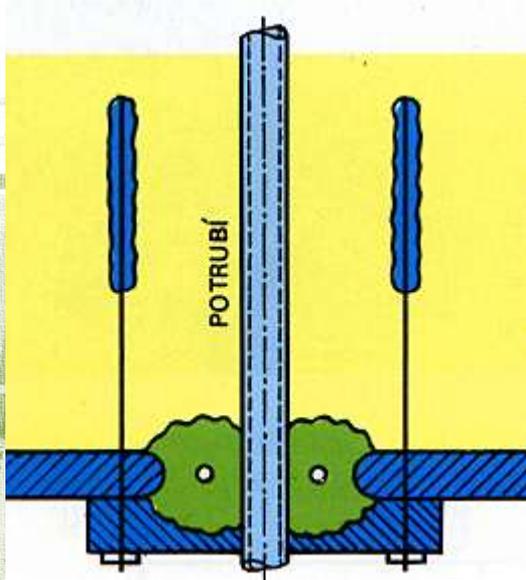


Sicherung der Baugrube und eines anliegenden Objektes

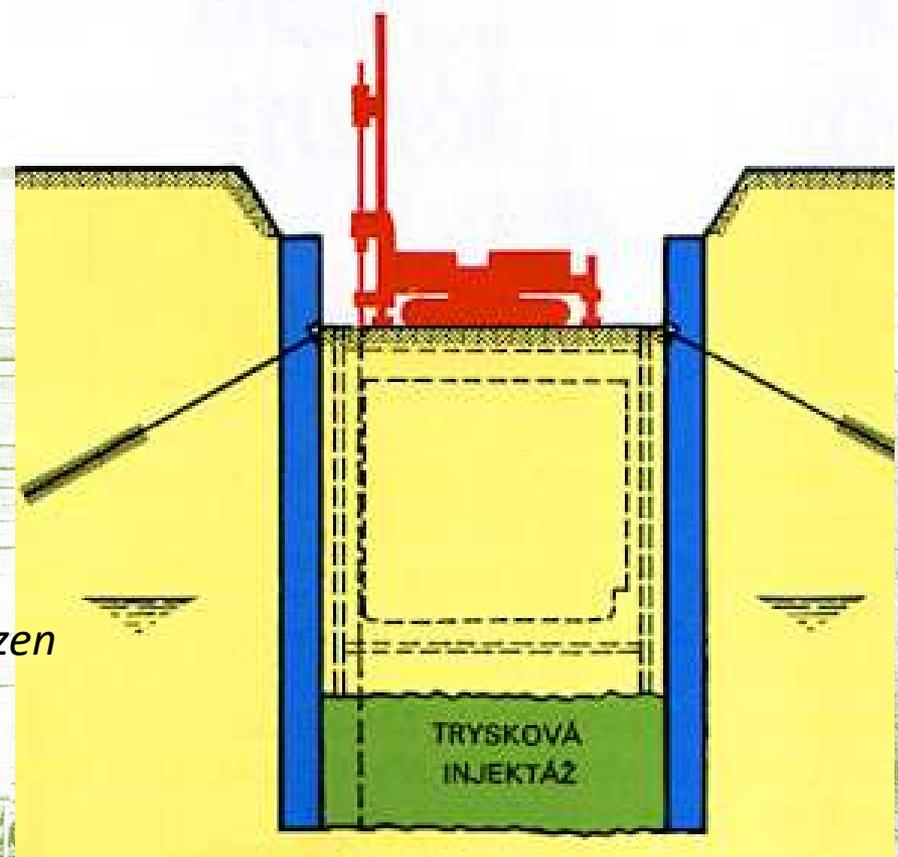
Sicherungsmaßnahmen im Tunnelbau in nicht stabilem Gestein



Beispiele des Einsatzes des Düsenstrahlverfahrens 2

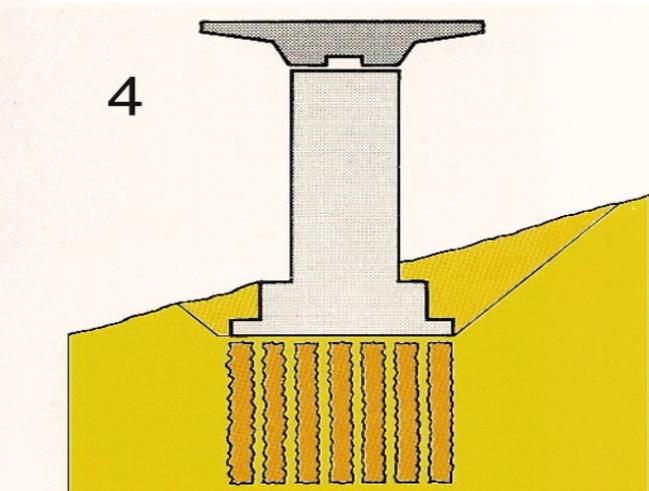
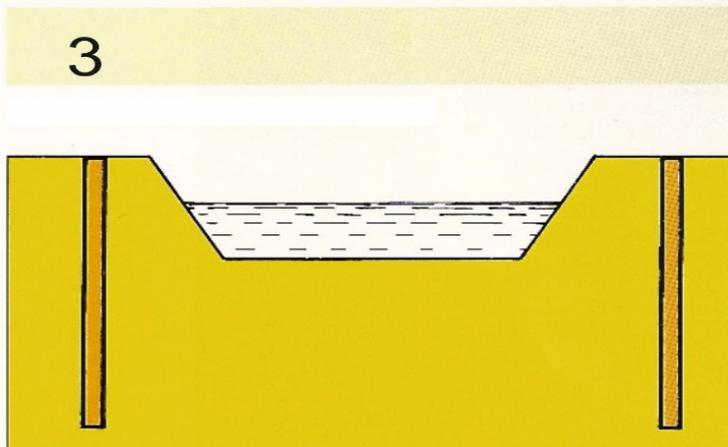
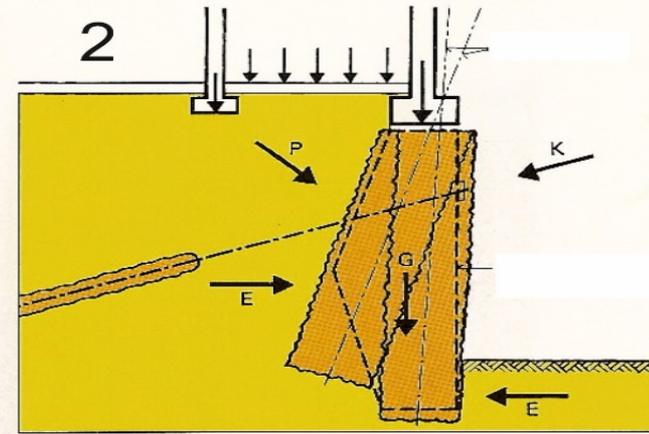
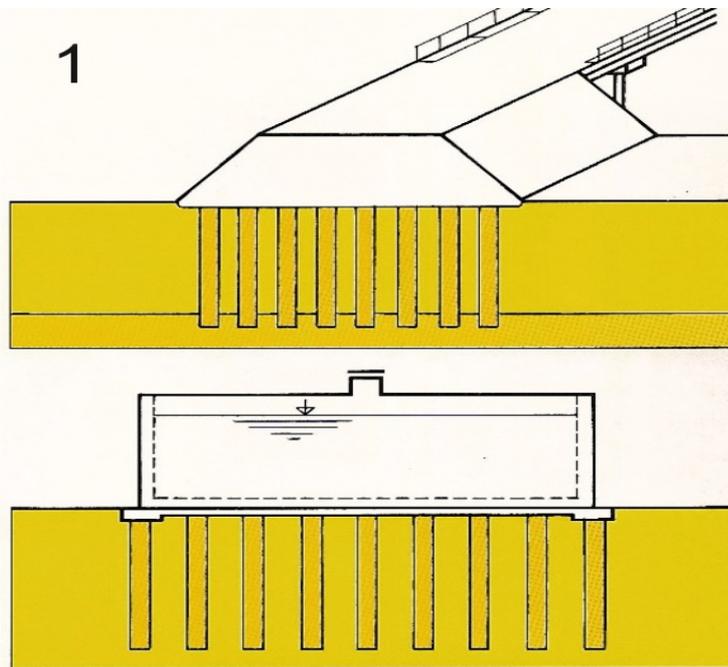


*Abdichtung der Durchgänge von Leitungsnetzen
in einer unterirdischen Wand*

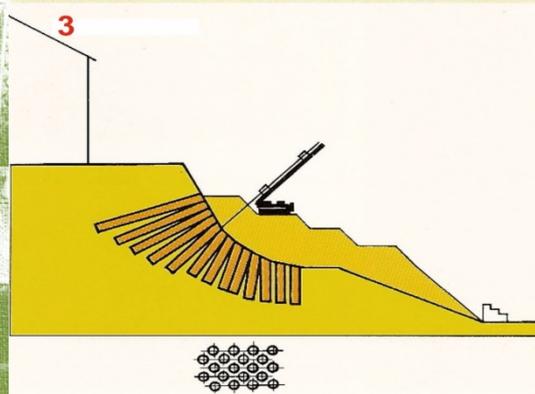
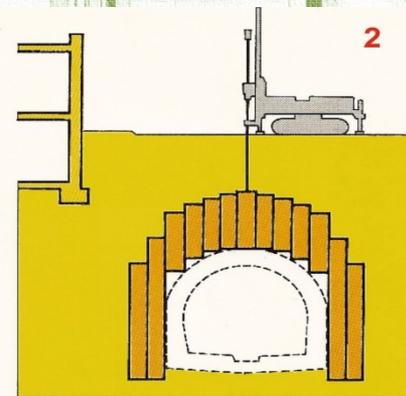
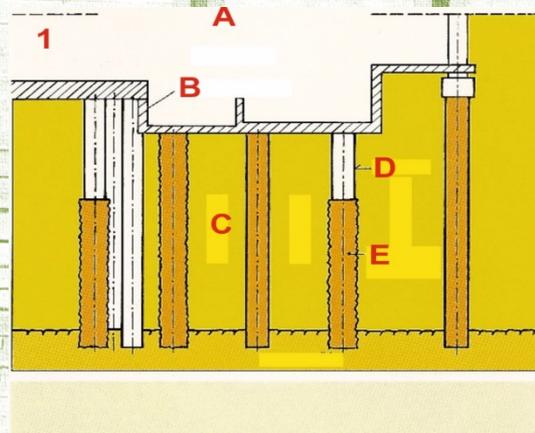


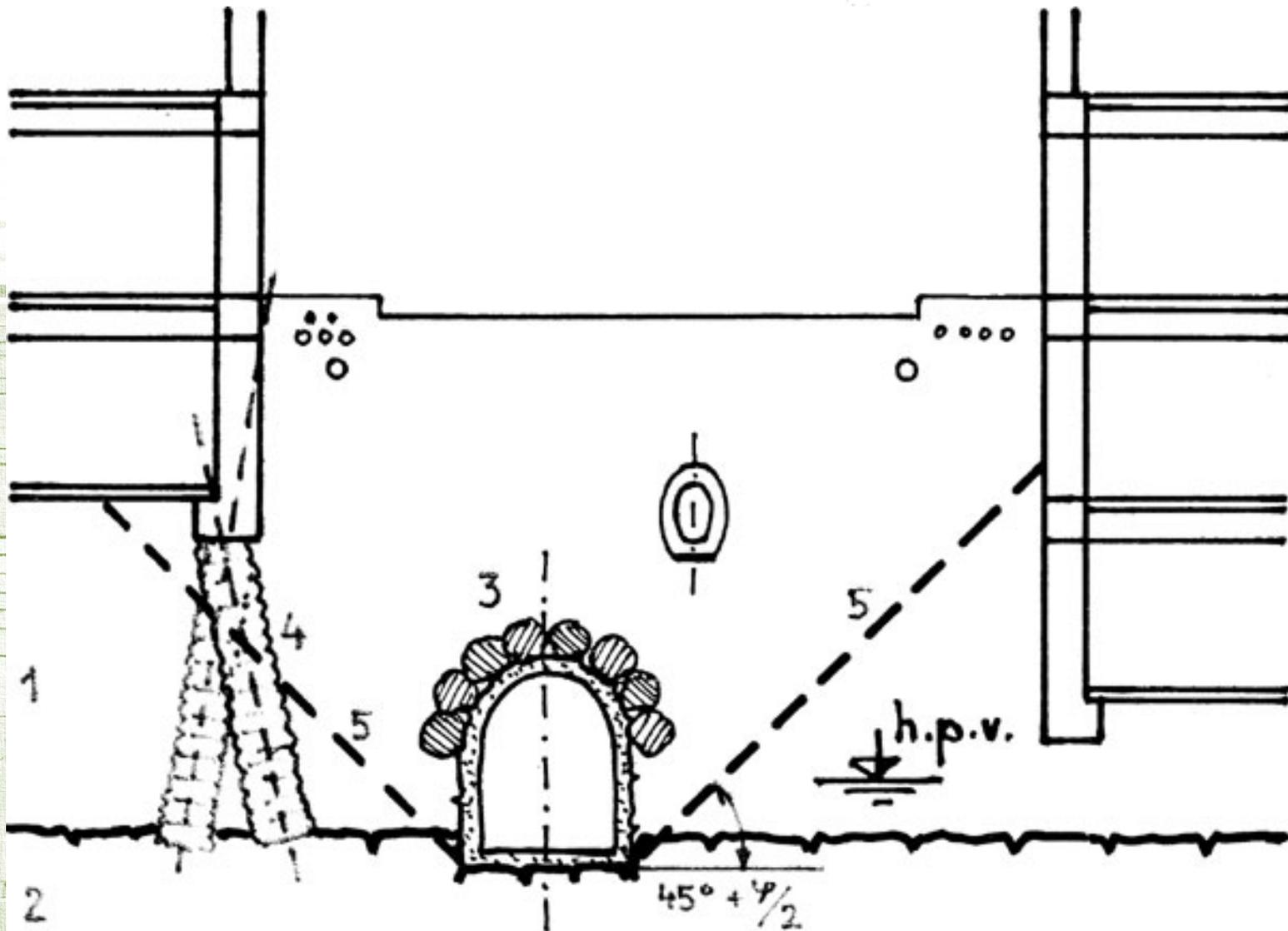
*Sicherung von tiefen Aufgrabungen von
Linienbauwerken*

Beispiele des Einsatzes eines Düsenstrahlverfahrens 1 Konsolidierung verformbarer Böden, 2 Unterfangung von Gebäuden und Baugrubenbewehrung, 3 Dichtungswände an Fließgewässern, 4 Bodenverdichtung des Bauuntergrundes eines Brückenpfeilers



Beispiele des Einsatzes eines Düsenstrahlverfahrens 1 Pfahlgründungen auf Kippen und Halden, A Halle aus Stahlbeton, B Konstruktion C Halde, Kippe, D Pfahl, E Düsenstrahlverfahren, 2 Verdichtung des Bodens für Tunnelvortrieb, 4 Baugrube für ein Hotel - Unterfangung der benachbarten Bauwerke.

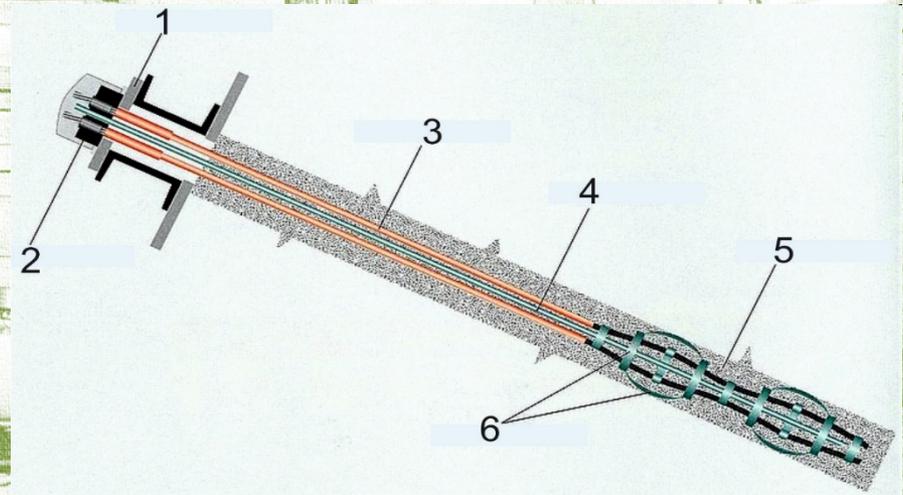




Unterfangung bestehender Fundamente mit einem Düsenstrahlverfahren: 1) Kiessand; 2) Schiefer; 3) horizontale Pfähle; 4) direkte Unterfangung mit Säulen; 5) Ursprüngliche Grenzen der Verformungszone; h.p.v. – Grundwasserspiegel.

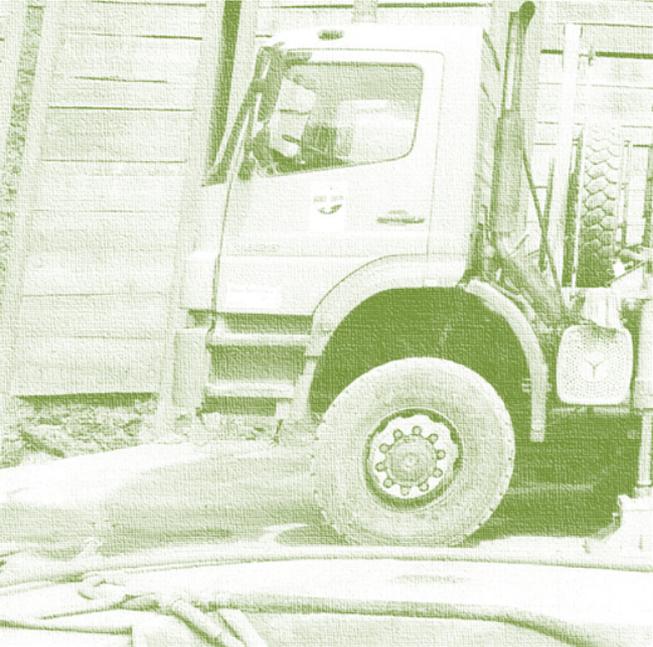
Ankerverfahren

Ein Ankerverfahren wird dort eingesetzt, wo es zweckmäßig erscheint, die Wirkung des Gesteins und die in Folge der Belastung mit Bauwerken oder geotechnischen Konstruktionen erzeugten Spannungen zu nutzen. Mit Hilfe eines Ankerverfahrens werden technische sowie wirtschaftliche Fragen der Spezialbaugründung effektiv gelöst. Die Wirkungen der Ankerkräfte werden im Bezug zu den erwarteten Belastungen durch Konstruktionen geplant. Das Ankerverfahren wird bei der Baugründung in Baugruben, zur Stabilisierung von Böschungen und Stützmauern, im Vortrieb von unterirdischen Grubenwerken eingesetzt.



Beispiel des Aufbaus eines Ankerverfahrens 1
Ausstragungsplatte, 2 Ankerumschnürer, 3 Seil mit PE
Mantel, 4 Injektionsschlauch, 5 Zementmörtel, 6 Distanzkorb







Unterirdische Wände

Je nach Zweck und eingesetztem Material werden unterirdische Wände in Bewehrungswände aus Stahlbeton und Konstruktions- und Dichtwände unterschieden. Als Verfüllung können beliebige Dichtmassen eingesetzt werden. Ein besonderer Typ der unterirdischen Wände sind vorgefertigte Wände. Die Mächtigkeit der unterirdischen Wände beträgt 400 bis 1000 mm.

Stütz- und Konstruktionswände

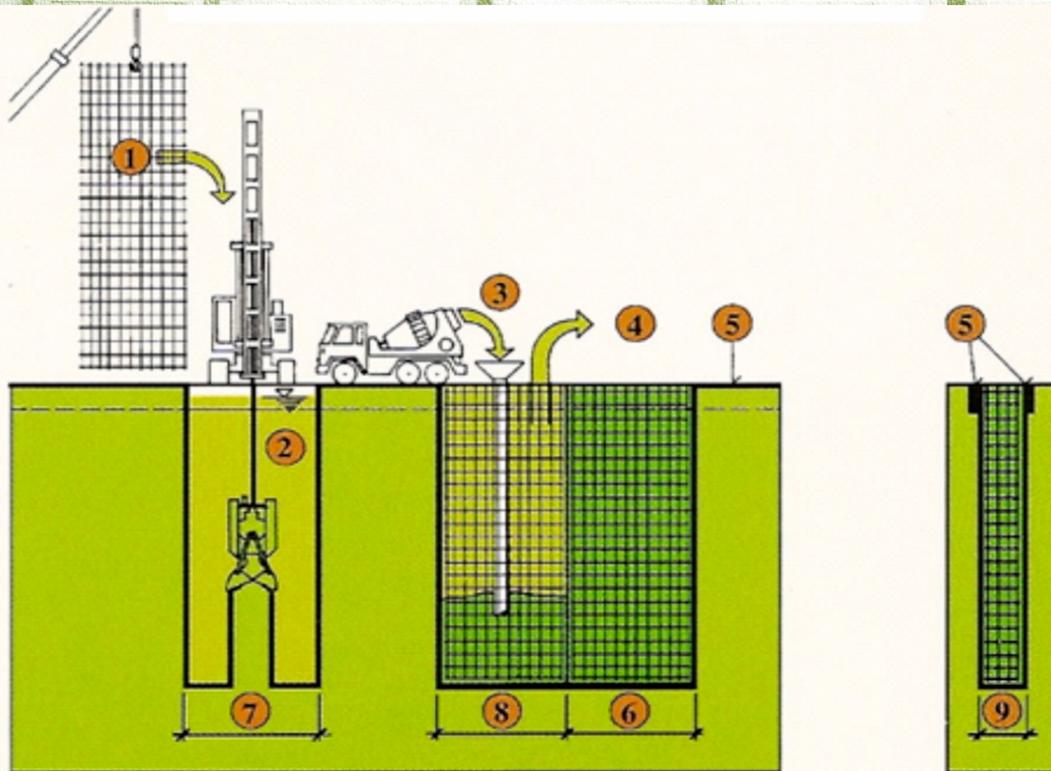
Unterirdische Wände aus Stahlbeton werden als Stützwände tiefer Baugruben bei engen Platzverhältnissen verwendet, insbesondere dann, wenn sich die Sohle der Baugrube unter dem Grundwasserspiegel befindet. Die Wände können in den Untergrund eingespannt, verankert oder gespreizt werden.

Die Furchen der unterirdischen Wände werden überwiegend mit Greifern abgeteuft. Sie werden mit einer Tonsuspension bewehrt, dessen Spiegel in auf einem Niveau zwischen den Leitungsnuten gehalten wird, die eine genaue Führung der unterirdischen Wand gewährleisten. Die Furche wird abschnittsweise abgeteuft, die Länge einzelner Abschnitte beträgt meistens etwa 5 m. In dem abgeteuften Abschnitt wird in die Furche eine Bewehrung eingebaut. Folgend wird der Abschnitt verbetoniert. Dadurch entsteht eine sog. Lamelle der unterirdischen Wand. In dieser Lamelle werden Durchführungen, Nischen und Übergriffe errichtet, um weitere Konstruktionen anbinden zu können.

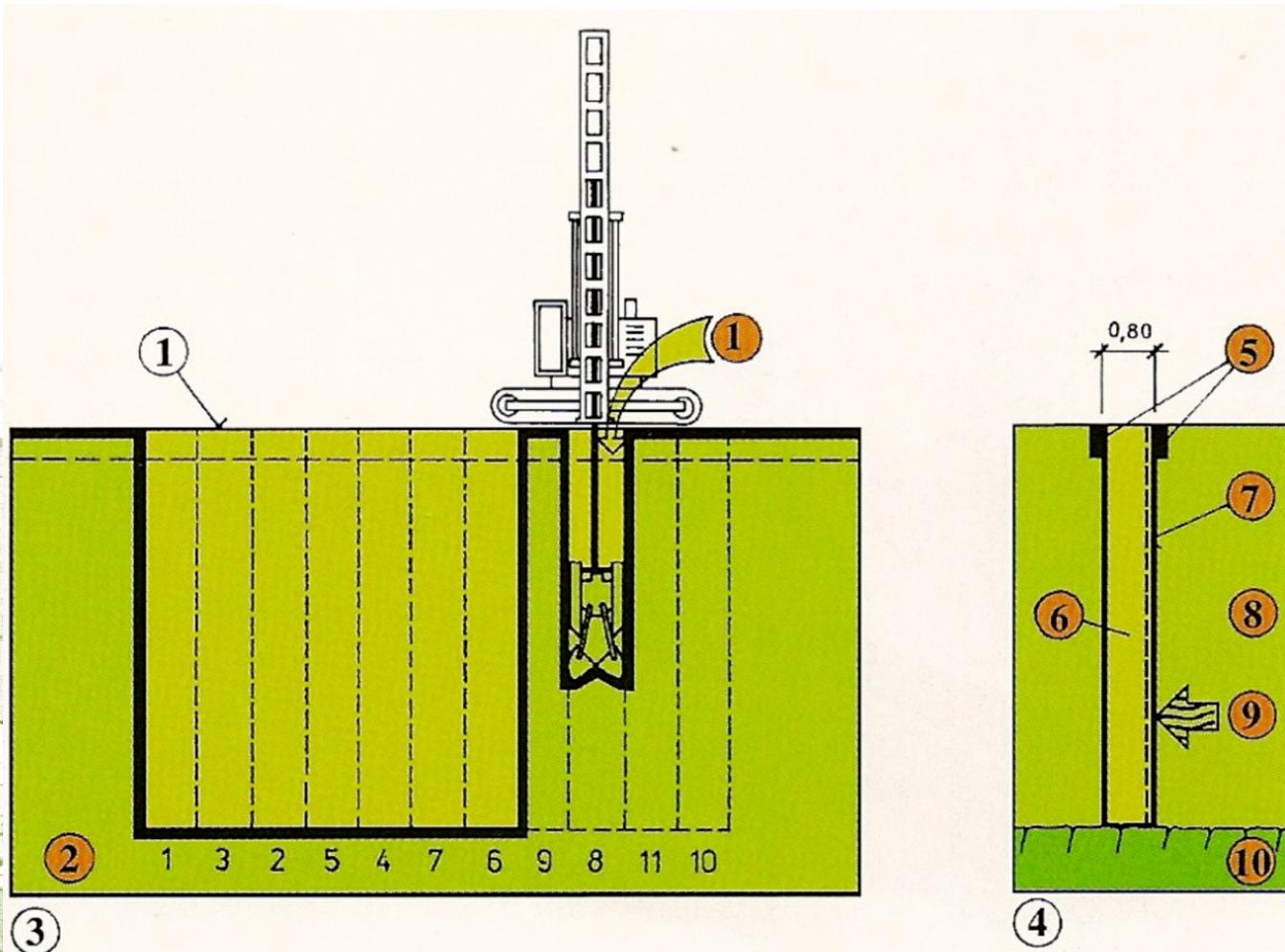
Die Undurchlässigkeit der Fugen zwischen einzelnen Lamellen wird durch einen Film der Bewehrungssuspension oder durch eingebaute Dichtelemente sichergestellt. Um eine bessere Dichtwirkung zu erreichen, können die Fugen injektiert werden. Die Oberfläche der Vorderseite kann je nach Anforderungen des Kunden durch einen Anstrich, Aufspritz, Putz, eine Hintermauerung oder Isolierung versehen werden.

Unterirdische Wände

Bau einer unterirdischen Wand mit Tonsuspensionsbewehrung
1 Armierungskorb, 2 Tonsuspension als Bewehrung, 3 Beton, 4
Abpumpen der Tonsuspension, 5 Leitungsnoten, 6 Betonierte
Lamelle, 7 Abteufung eines Abschnittes, 9 Breiten 600, 800, 1000
mm.

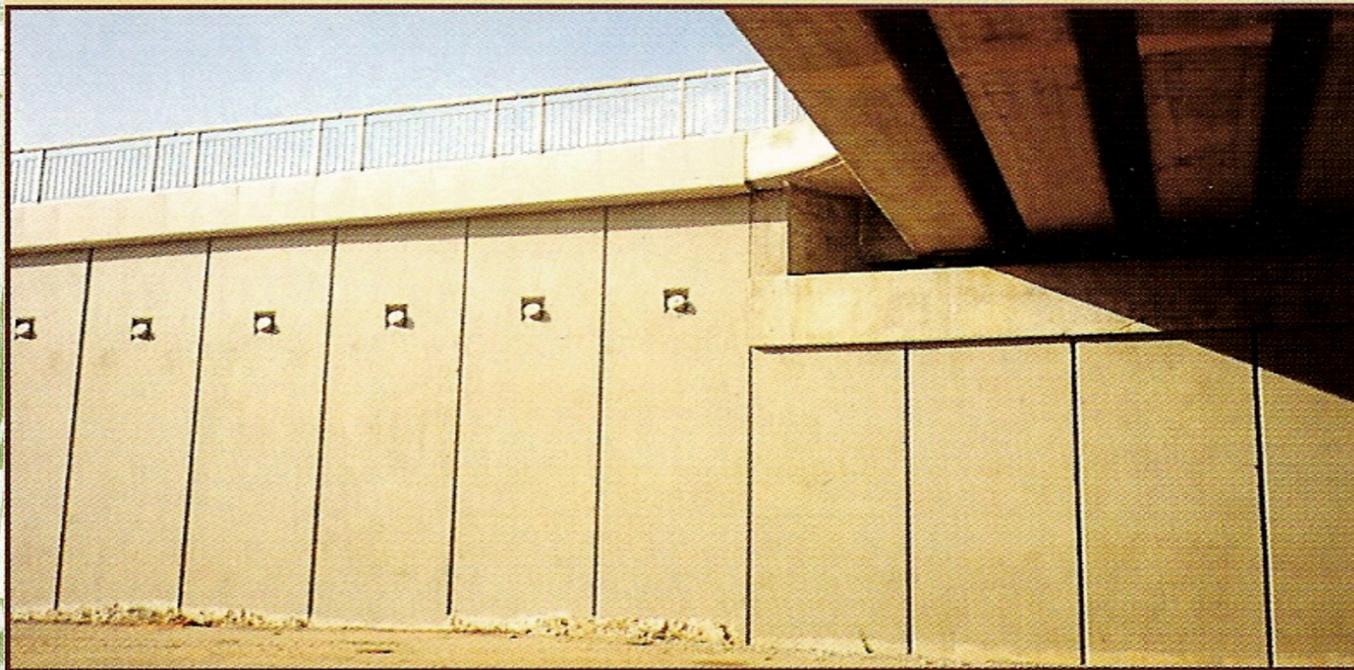


Abteufen einer unterirdischen Wand



Abteufen einer unterirdischen Dichtwand mit Tonsuspensionsbewehrung 1 Verfüllung, 2 Reihenfolge der Abteufung, 3 Kontinuierliches Abteufen der Furche, 4 Querschnitt einer Dichtungswand mit Folie, 5 Leitungsnute, 6 selbstaushärtende Suspension (Tonzementgemisch), 7 Folie, 8 Durchlässige Schichten, 9 Aggressive Umgebung, 10 Undurchlässiger Untergrund

Vorgefertigte unterirdische Wände werden aus Stahlbetonplatten zusammengestellt, die für die gesamte Tiefe der Wand erzeugt und in eine mit Tonsuspension bewehrte Furche eingesetzt werden. Die Furche wird kontinuierlich abgeteuft, die Platten werden in festgelegten Abständen eingebaut. Die Dichte senkrechter Fugen wird mit Hilfe eines Gummischlauches sichergestellt, der mit einem zementhaltigen Gemisch injiziert wird. Vorgefertigte Wände kommen überall dort zum Einsatz, wo eine glatte Oberfläche der Vorderwand verlangt wird (Stützmauern, Fußgängerunterführungen).



Vorgefertigte unterirdische Konstruktionswand

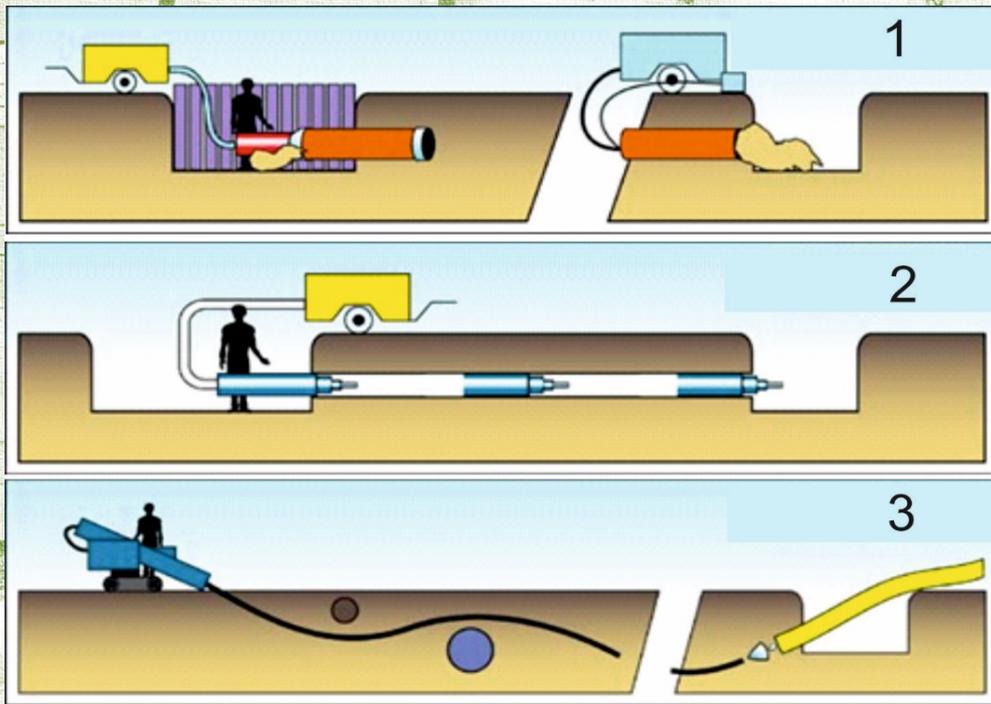
Bohrungen bei grabungslosen Verfahren

Durchstanzen, Unterbohrungen oder Mikrotunnelbau gehören zum Bestandteil fast sämtlicher bedeutender Linienbauprojekte. Ihre Durchführung ist unter der gegenwärtigen Entwicklung der maschinellen Ausrüstung fast durch kein Hindernis beschränkt.

Im Bereich der grabungslosen Verfahren werden folgende Arbeiten durchgeführt.

- gesteuertes Durchstanzen
- Durchstanzen
- gesteuerte horizontale Bohrungen, waagerechte Bohrungen
- grabungsloser Bau von Leitungsnetzen
- Ausbau und Sanierung von Leitungsnetzen - relining
- Einziehung von Rohrleitungen
- Einziehung von Kabeln
- Belüftungsbohrungen - venting
- Drainagebohrungen
- Mikrotunnelbau
- gesteuerter Mikrotunnelbau
- Unterbohrungen
- Gesteuerte Unterbohrungen

Der Einsatz grabungsloser Verfahren ist insbesondere durch die geologischen Gegebenheiten eingeschränkt. Für einen effektiven Einsatz eignen sich am besten lehmige Böden und Tone ohne Steinanteile. Schwieriger wird es im Fall des Lockerbodens, wie z.B. grober Kies, Sand, steinige Böden mit einem hohen Steinanteil. Für Bohrungen in einem kompakten Fels sind spezielle Werkzeuge notwendig (MUDMOTOR), oder der Einsatz einer anderen Technologie, die in der Regel für senkrechte Bohrungen verwendet wird. Liegt eine Verschlechterung der Bodeneigenschaften vor, indem es Befürchtungen hinsichtlich einer Zerstörung des eingezogenen Metalls durch scharfe Gesteinsstücke oder Hindernisse in Form von Aufschüttungen gibt, kann eine kurze Rohrleitung durch die Bohrung gezogen werden. Folgend ist der Zustand der Oberfläche der Rohrleitung zu überprüfen. Im Fall eines unzulässigen Umfangs der Kerben muss eine Schutzleitung verwendet werden, deren Durchmesser um eine Ordnung höher sein muss, als die eigentliche Wasserleitung, die folgend in diese Schutzleitung eingezogen wird.. Oder muss dieser Abschnitt in einer offenen Grabung gebaut werden.



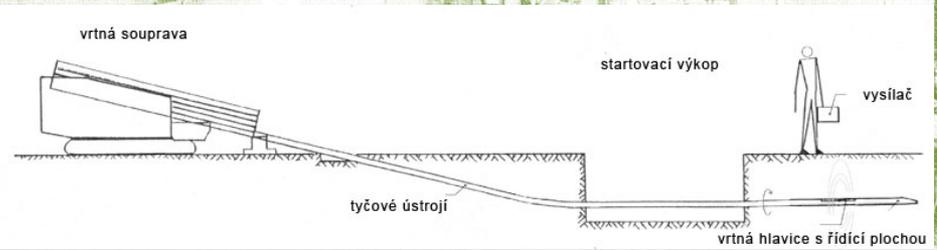
Schematische Darstellung eines gesteuerten und nicht gesteuerten Mikrotunnelbaus. 1 Bergmännisch ausgeführtes Durchstanzen, 2 Durchstanzen (Unterbohrungen) nicht gesteuert, 3 gesteuertes Durchstanzen

Ungesteuertes Durchstanzen mit den Anlagen Grundoram Gigant und Grundoram Olymp



Ungesteuertes Durchstanzen mit der Anlage Perforator PBA 20

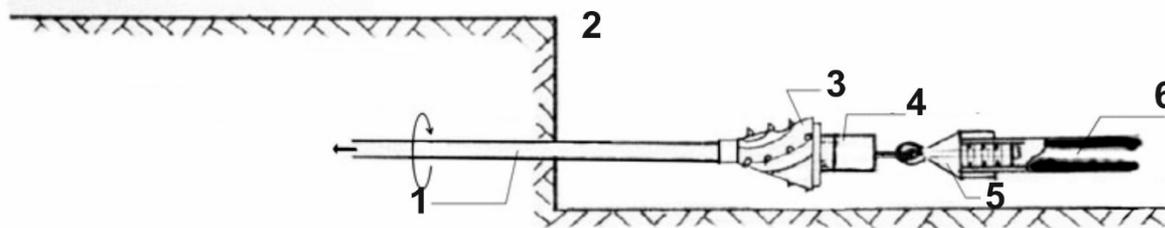
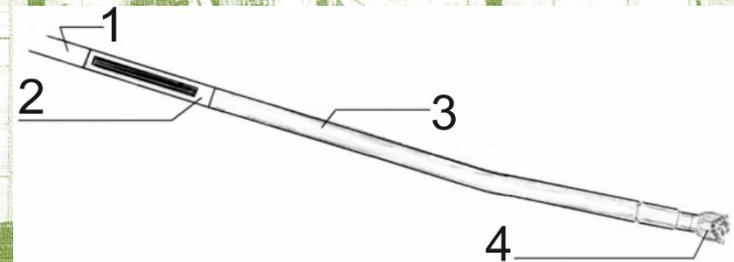




Bohrungen im Festgestein

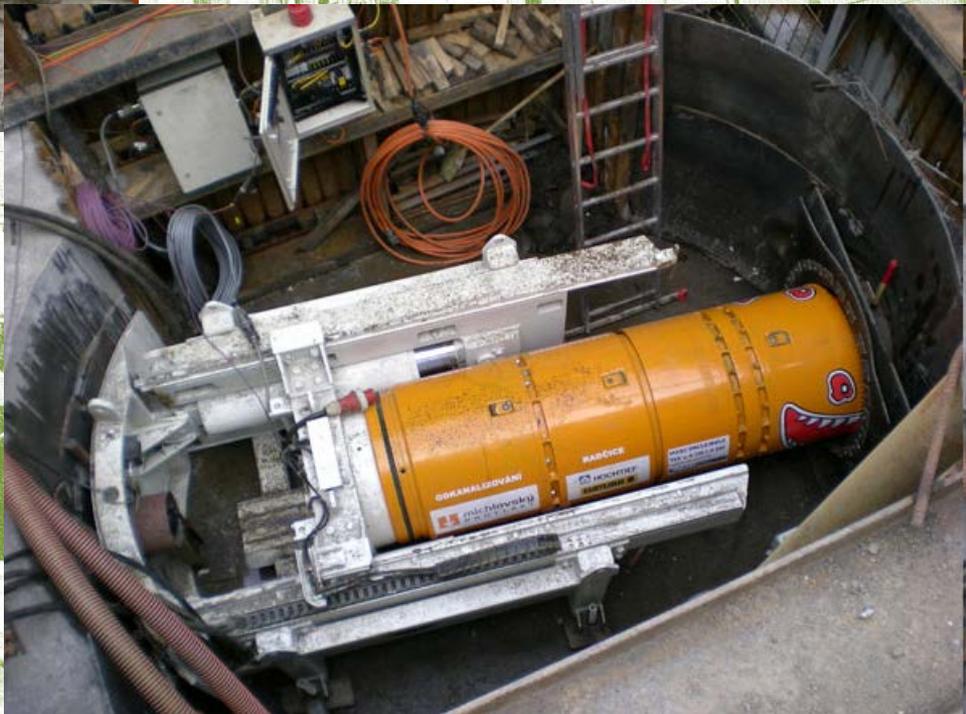
Die Arbeiten entsprechen Bohrungen im Lockergestein, es werden aber andere Werkzeuge eingesetzt. Je nach der Festigkeit des Gesteins kommt eine Bohranlage mit Zweirohrgestänge und einem doppelten Bohrantrieb zum Einsatz. Der Bohrkopf ist für Biegungen von 1° bis 3° gebaut. Am vorderen Ende befindet sich ein Rollenmeißel. Bewegt sich das Gestänge ohne Umdrehungen nach Vorne, wird das Gestein nur durch den Rollenmeißel im Einklang mit der Neigung des Motors abgebaut und die Bohrung findet entlang einer Kurve statt. Im Fall eines drehenden Gestänges findet die Bohrung entlang einer Geraden statt und die Pfahlbohrung wird mit einem höheren Durchmesser abgeteuft je nach der Neigung des Rollenmeißels. Der für die Steuerung notwendige Sender befindet sich hinter dem Bohrkopf. Bei Bohrungen im Fels wird auch ein anderes Messsystem eingesetzt, in dem die Daten durch einen Kabel im inneren des Gestänges zu einem Computer bei der Bedienung der Anlage übertragen werden. Hier wird der gewünschte Verlauf mit dem Ist-Stand verglichen. Zur Erweiterung einer Pfahlbohrung wird der sog. Hole Opener verwendet. Eine Erweiterung der Pfahlbohrung findet ebenfalls in einzelnen Schritten statt, bis der gewünschte Enddurchmesser erreicht wird. Das Einziehen des Rohres wird dann genauso durchgeführt, wie im Fall der Bohrungen im Untergrund 1 – 5.

Schema der Bauweise des Vorderteiles einer Bohrkolonne 1 Bohrgestänge, 2 Hülle für den Sender mit Sonde, 3 Bohrkopf, 4 Rollenmeißel



Schematische Darstellung eines Expansionskopfes im Verbindung mit Einziehröhrlleitung. 1 1 Bohrgestänge, 2 Zielgrabung, 3 Ausdehnungsadapter, 4 Drehendes Auffanggerät, 5 Innerer Zugkopf, 6 Röhrlleitung





Sleep Life's cheapest Luxury



A "Sleep-well" Mattress will give you at least ten years of luxurious, healthful sleep. Rolled edges, top and bottom—four rounded corners—tighter buttoning—and pure sterilised fillings—the "Sleep-well" will always keep its shape, will last longer, and will prove the most economical in the long run. Obtainable at leading drapers and furnisners, from £3 10s. 0d. to £6 6s. 0d., full size.



Sleepwell Mattress

ARTHUR ELLIS & CO. Ltd., Wholesale Manufacturers. DUNEDIN

