Vorlesung "Talsperren"

Prof. Dr.-Ing. Peter Rißler

8. Vorerkundungen



Vorbemerkung:

Der Neubau von Talsperren dürfte in Deutschland zukünftig recht selten sein. Weltweit boomt der Talsperrenbau jedoch.

Deshalb wird diesem Kapitel ein Vorspann vorangestellt, in welchem auf die besonderen Bedingungen der Projektarbeit in einem Entwickungsland hingewiesen wird.

Erläutert wird dies am Beispiel von Projektstudien im Karakorum, also im nördlichsten Teil Pakistans.



Um was geht es?

WAPDA - WATER & POWER DEVELOPMENT AUTHORITY (potentieller Bauherr)

Abkommen Deutschland-Pakistan zur Entwicklung des Potentials an Erneuerbarer Energie im Karakorum

Projekte hier: Keyal Khwar Valley &

Spat Gah/Palas Valleys

Ziel: belastbare Feasibility Studies

Begleitung durch ein Panel of Experts

Wasserbau

Geologie

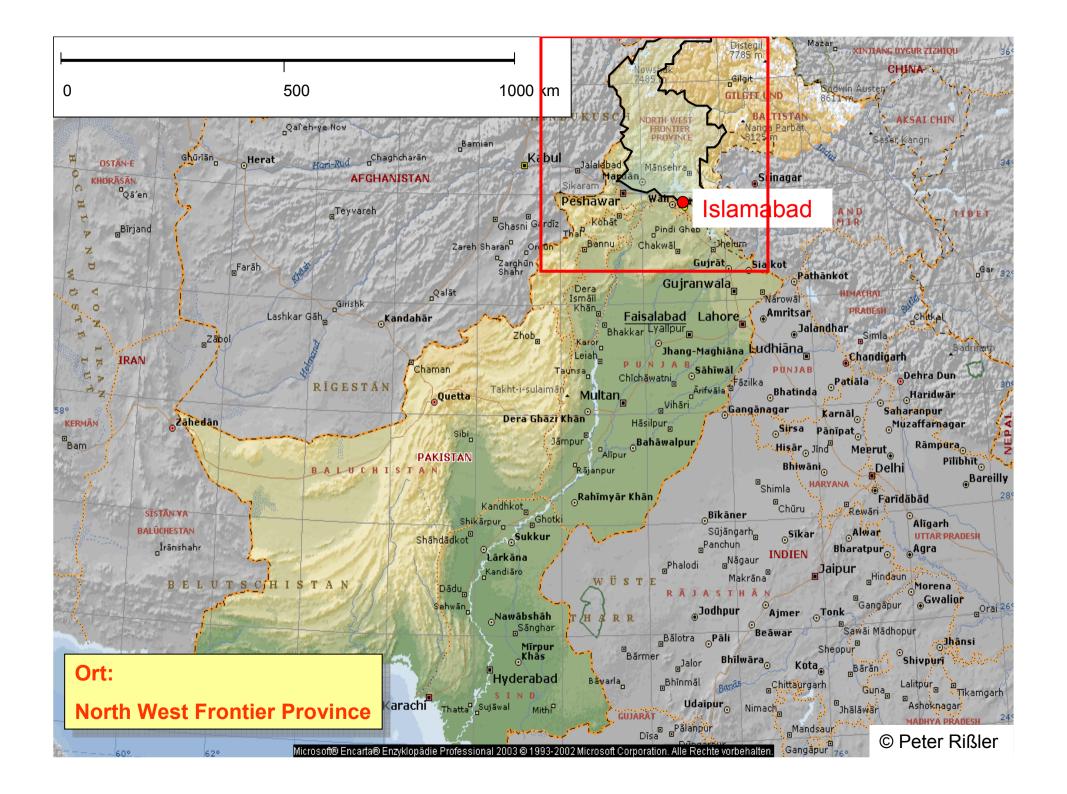
Hydrologie

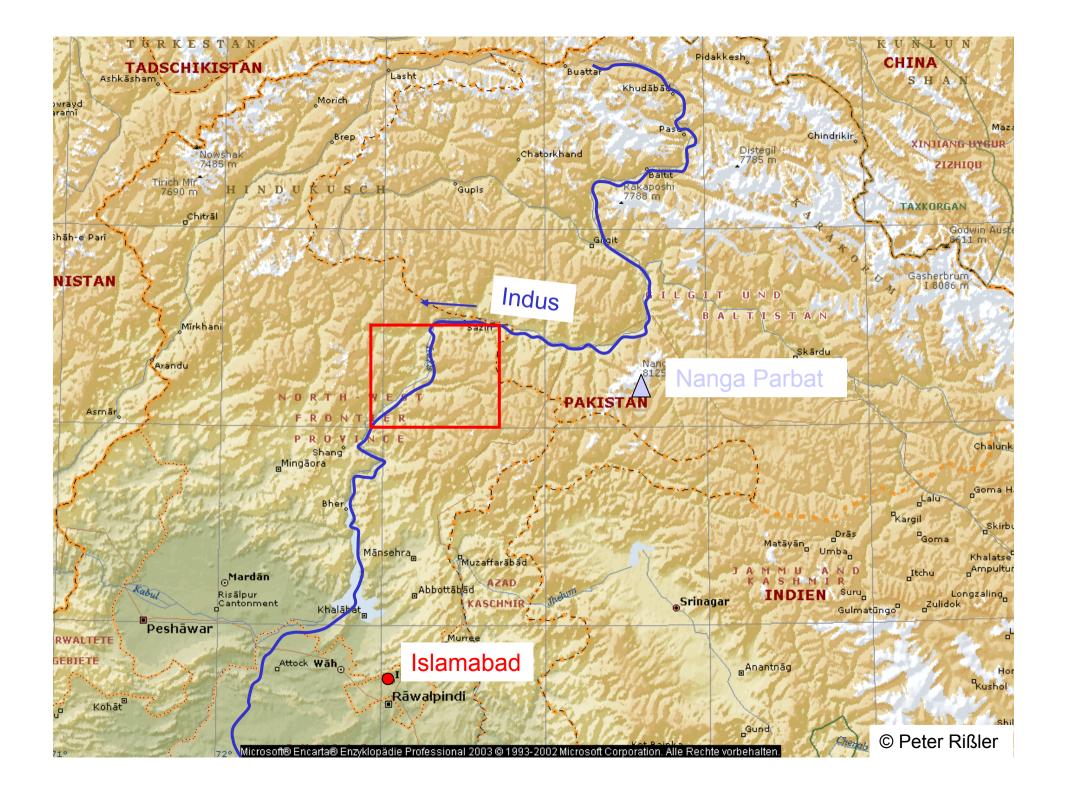
Sedimentologie

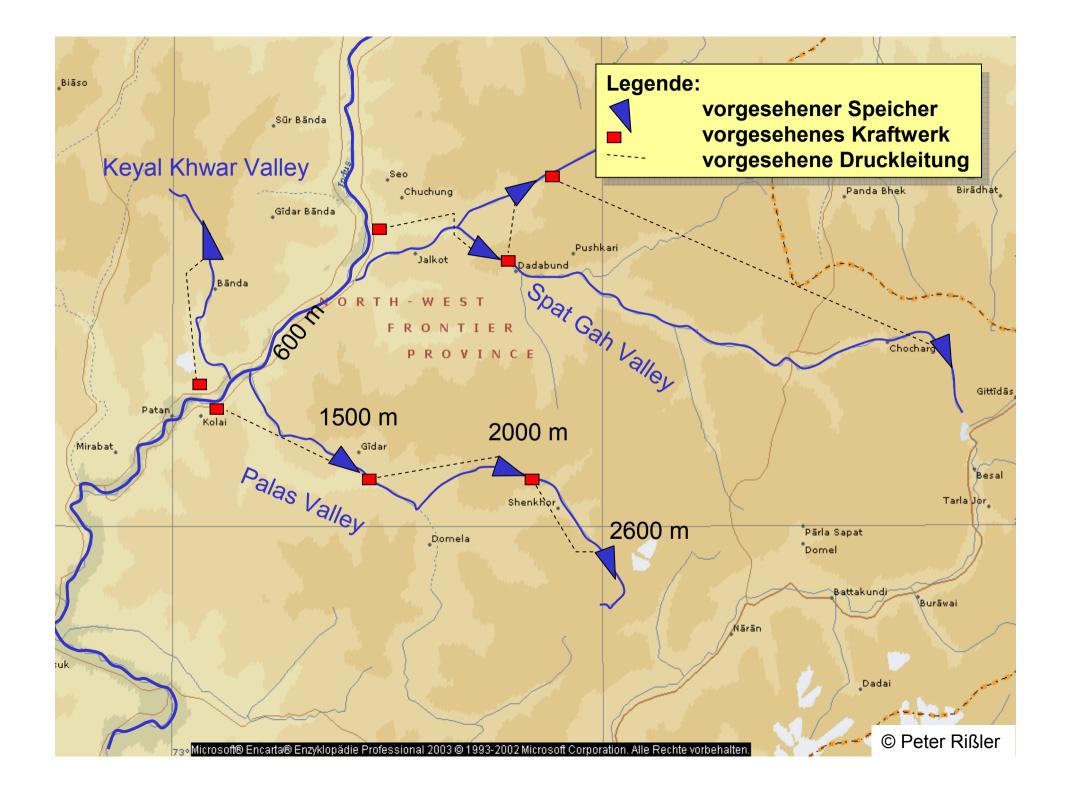
Environment & Socio-Economy

Wirtschaftlichkeit









Land und Leute



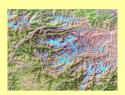
Hubschrauberflug ins Projektgebiet

Zum Video "Land und Leute" auf der übergeordneten Seite klicken

Besondere Bedingungen



- schwierige Zugänge



- kein Kartenmaterial



kaum hydrologische Grundlagen



keine Unterlagen zur Geologie



- hohe seismische Aktivität



 kaum Ersatzflächen für Landwirtschaft



 schwierige sozioökonomische
 Bestandsaufnahmen (keine Frauen)

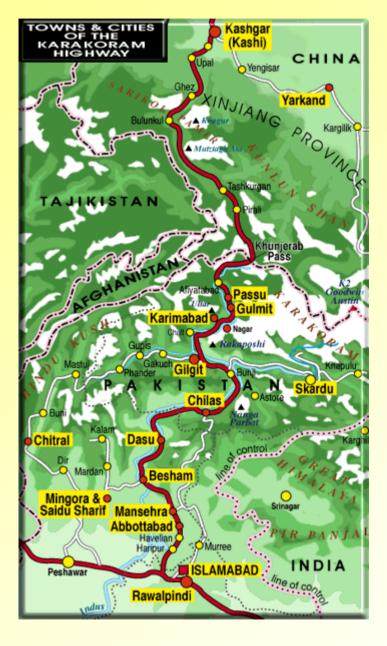


 teilweise wertvolle Biotope (World Bank, UNO)



 Sicherheitslage in Pakistan

Schwierige Zugänge - Karakorum Highway



gebaut 1966 - 1986

1300 km (806 km in Pakistan, 494 km in China)

folgt einem Zweig der alten Seidenstraße

Am 30 Juni 2006
"Memorandum of
Understanding" zwischen
Pakistan und China zur
Erweiterung der Straße von
10 m (?) auf 30 m

Passhöhe 4693 m

Schwierige Zugänge - Karakorum Highway



Anfahrt auf dem Karakorum Highway

Zum Video "KKH auf der Straße" auf der übergeordneten Seite klicken

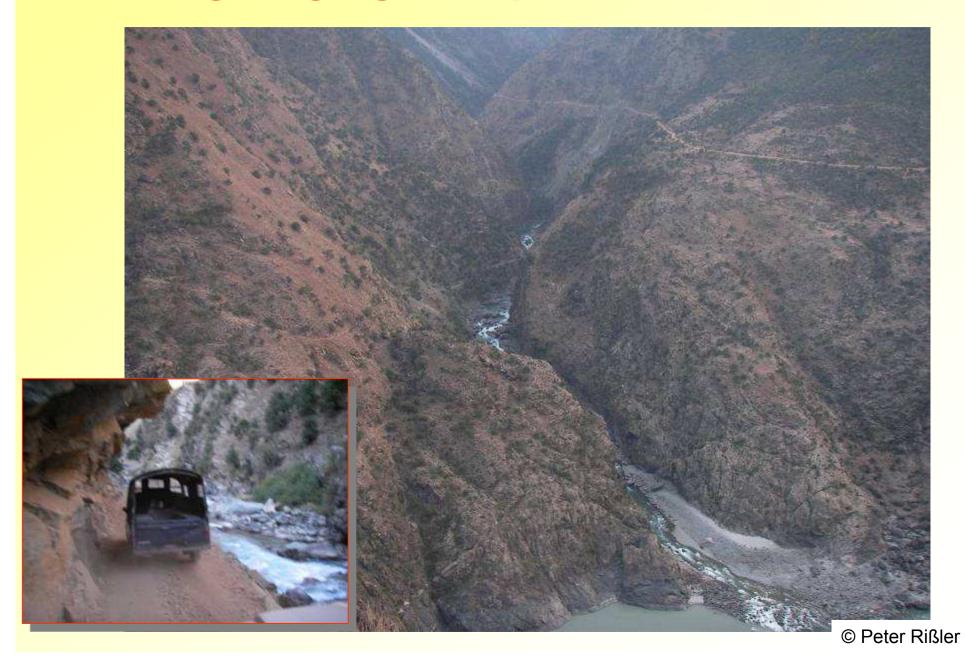
Schwierige Zugänge - Karakorum Highway



Der Karakorum Highway aus der Luft

Zum Video "KKH vom Heli" auf der übergeordneten Seite klicken

Schwierige Zugänge - Jeeptracks



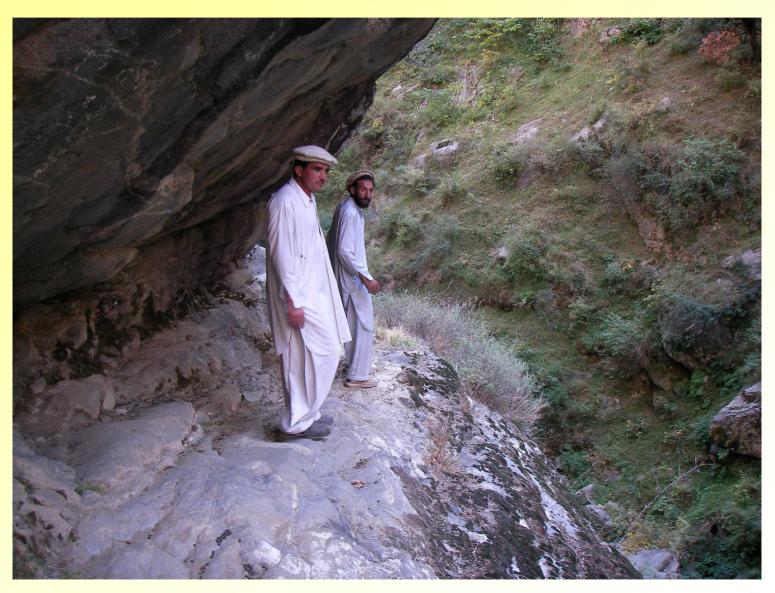
Schwierige Zugänge - Jeeptracks

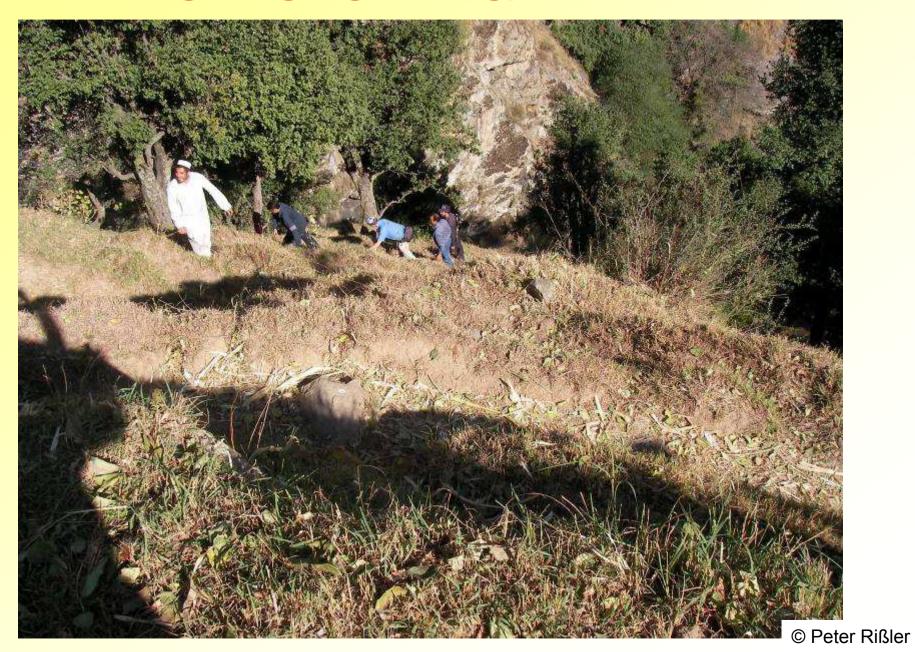


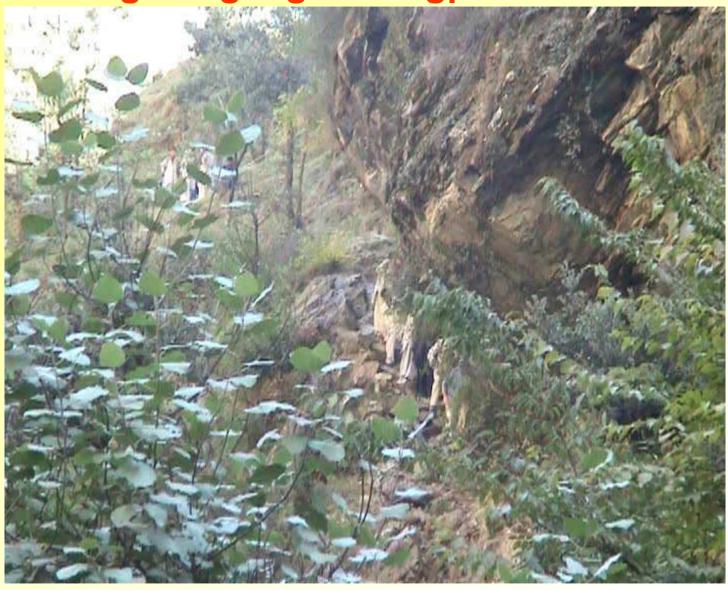
Auf einem Jeeptrack

Zum Video "Jeeptracks" auf der übergeordneten Seite klicken









Zum Video "Bergpfade" auf der übergeordneten Seite klicken

Kein Kartenmaterial

- Zu Anfang nur nicht zugängliche Militärkarten

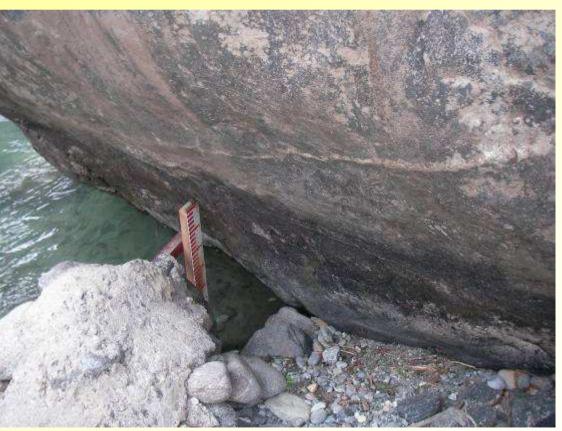


- erste Systemskizzen mit Google Earth
- Auswertung von Landsat- und anderen Satellitendaten
- terrestrische Einrichtung und Einmessung von einzelnen Festpunkten zur Kalibrierung der Landsat-Images
- terrestrische Detailaufnahmen von potentiellen Sperrenstellen u.ä.



kaum hydrologische Grundlagen

- gewaltige Unterschiede zwischen Trocken- und Regenzeit
- nur ganz wenige Pegel, schlecht gewartet, unregelmäßig abgelesen und so gut wie überhaupt nicht kalibriert

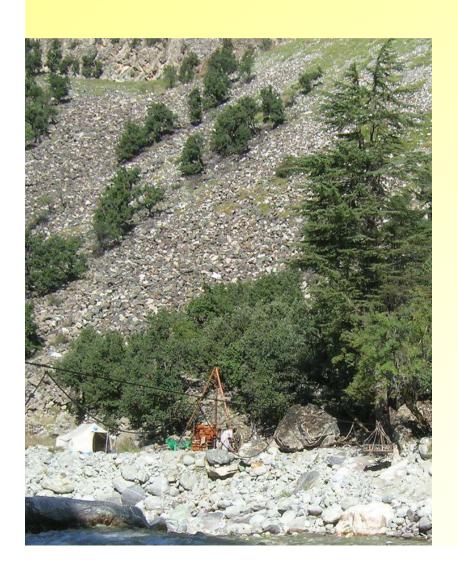


- Jahresreihen, wenn überhaupt, so nur für wenige Jahre (nicht aussagekräftig)



keine Unterlagen zur Geologie

- 50 % der Baukosten einer Wasserkraftanlage sind geologiebedingt

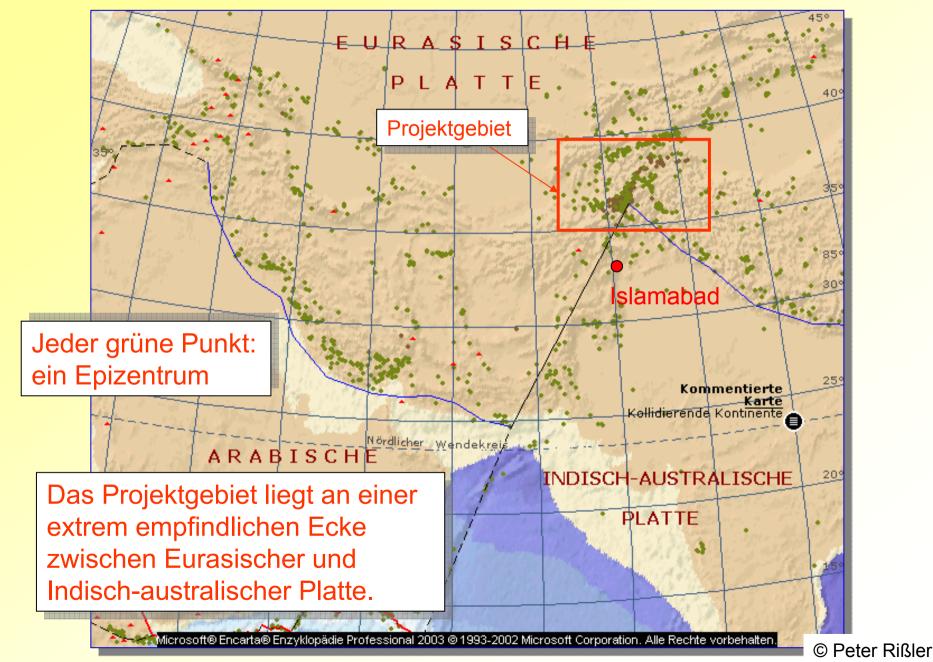


zu Anfang "null" Kenntnisse

 Primitives Bohrgerät, musste zerlegt per Träger und per Muli vor Ort transportiert werden.

häufiger Ausfall (z.B.
 Bohrkronen und Gestänge)
 bedingte wochenlangen
 Stillstand

Hohe seismische Aktivität

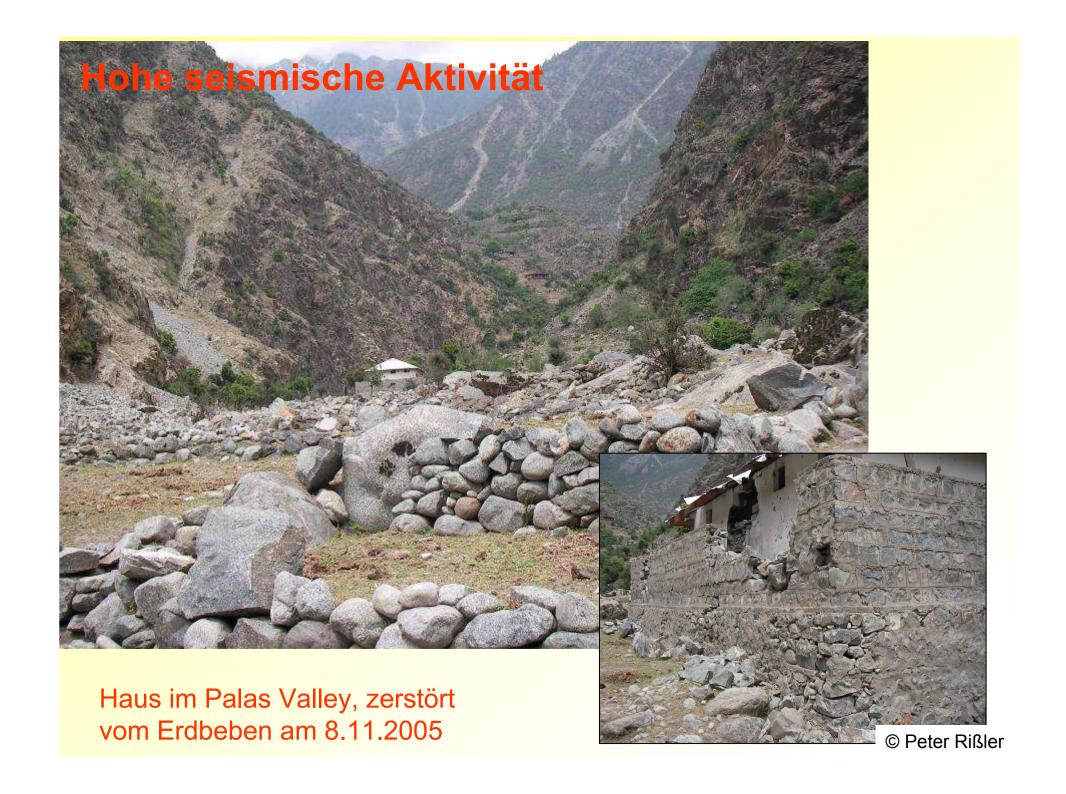


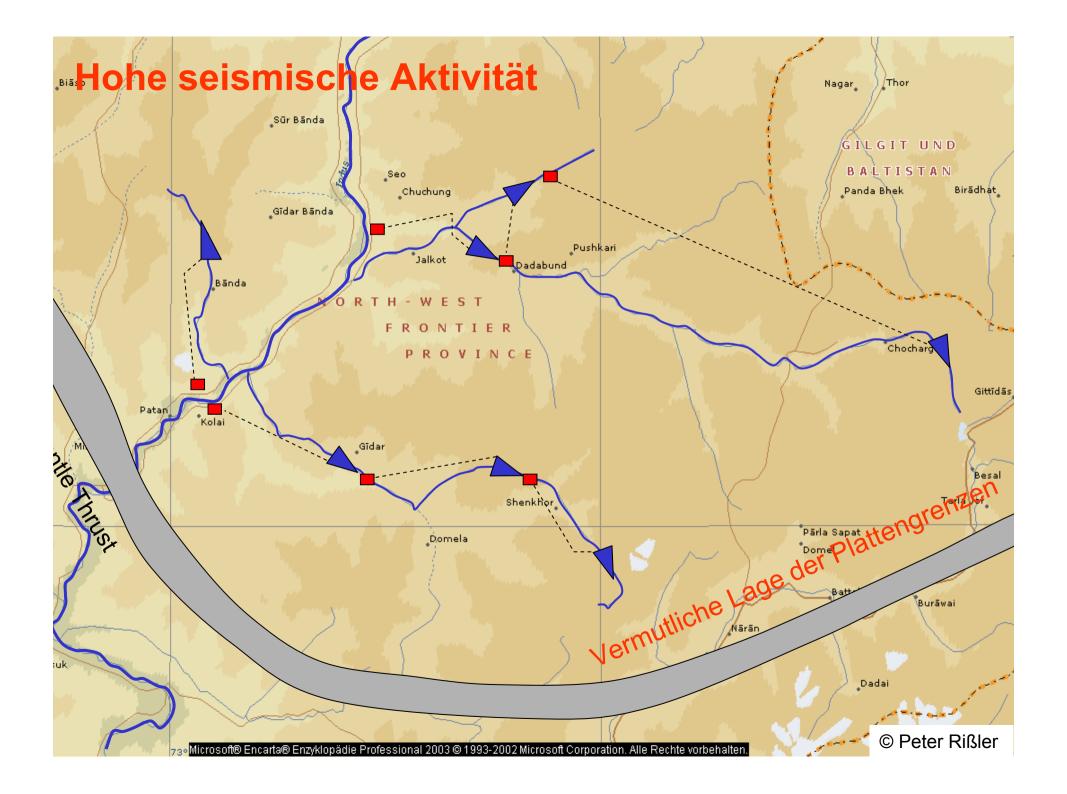
Hohe seismische Aktivität



Hohe seismische Aktivität







Kaum Ersatzflächen für die Landwirtschaft



Schwierige sozio-ökonomische Bestandsaufnahme (keine Frauen)



- Sozio-ökonomische Studie soll soziale und ökonomische Situation "ante" und "post" feststellen.
- Dies ist heutzutage allgemein üblich, u.a. auch, um öffentliche Geldgeber (Weltbank, KfW, IWF) von der Umweltverträglichkeit eines Projekts zu überzeugen.
- Werkzeug: Interviews mit allen Einwohnern (hier: nur mit Männern)
- Abhilfe nach langen Diskussionen in den Jirgas: Eine pakistanische Soziologin durfte unter Einschaltung der lokalen Lehrerinnen mit den Frauen sprechen.

Teilweise wertvolle Biotope (Palas Valley)



Bereits Jahre vor Projektbeginn hatten NGOs eine besondere Artenvielfalt vermutet. Dieses wurde von den Geldgebern der Studie hoch gewichtet. Daher besondere Erhebungen vor Ort angemahnt PALAS VALLEY / SPAT GAH HYDROPOWER COMPLEX A503/AD-0037/Rev.1
DRAFT REPORT, Volume 2 (2): Environment and Conclusions

2.6 Relevant International Standards and Guidelines

The international donor agencies require Governments seeking financial assistance for development projects to carry out environmental impact assessment and prepare environmental management and resettlement plans. It is also required that the environmental and resettlement related planning should meet the requirements of the donor's safequard policies and regulations.

The environmental and resettlement related regulations and guidelines of various donor agencies are more or less similar in nature. As those of the World Bank are more comprehensive, these have been considered for the project. The regulations and guidelines of the World Bank have been spelled out in the Bank's Operational Manual comprising documents relating to Operational Policies (OP) and Bank Procedures (BP). For the purpose of this report reference has been made to Operational Policies. Based on the environmental and social assessment field investigations the following World Bank's Safeguards are triggered:

1.	Guideline (OP, BP)	1.	Relevance in this case
1.	OP 4.01: Environmental Assessment (1999)	2.	applicable
2.	BP 4.01: Environmental Assessment (1999)		
1.	OP 4.12: Resettlement (2001)	3.	applicable
2.	BP 4.12: Resettlement (2001)		
1.	OP 4.10: Indigenous Peoples (2005)	4.	applicable:
2.	 (a) Self-identification as members of a distinct indigenous cultural group and recognition of this identity by others; 	5.	(a) applicable
3.	(b) Collective attachment to geographically distinct habitats and territories	6.	(b) applicable
4.	(c) Customary cultural, economic, social, or political institutions that are separate from those of the dominant society and culture; and	7.	(c) applicable
5.	(d) An indigenous language, often different from official language of the country region.	8.	(d) applicable
1.	OP 4.04: Natural Habitats (2001)	9.	applicable
1.	OP 4.11: Cultural Property (1999)	10.	Applicable but not relevant:
		11.	No indication of a presence to culturally, historically or archeologically relevant sites on objects in the project area
1.	OP 4.36: Forests (2002)	12.	applicable
2.	BP 4.36: Forests (2002)		
1.	OP 7.50: International Waters (2001)	13.	not applicable: neither of the used rivers is an international one, and the main river basin (Indus) is almost entirely national as well (exception: parts of the headwaters, which are not influenced by the project).

Table 2-1: Applicability of World Bank Guidelines

PALAS VALLEY - SPAT GAH HYDROPOWER CONSULTANTS

Page 27

LF/I W:lprA5/A503_chor_nainid/VEJFLAD/A503-ILFI-AD-0007 Rev. 1 Environment.d

Sicherheitslage in Pakistan



Anschlag am 3.11.09 auf das Pearl Continental Hotel in Peshawar

Die zunehmende Gefährdung des Projektpersonals erforderte schließlich eine, in der Sache allerdings unbefriedigende, Beendigung der Studie.



Anschlag auf das Marriott Hotel Islamabad am 21.09.2008

Vorerkundungen - systematisch

Allgemeine Vorarbeiten nichttechnischer Natur

- Hydrologische Gegebenheiten ermitteln
- Unterlagen zur Geologie beschaffen
- Erdbebengefahr analysieren
- Erkundung von Ersatzflächen für die Landwirtschaft
- Erkundungen von Ersatzwohngebieten für Umzusiedelnde
- Sozio-ökonomische Bestandsaufnahmen
- Erhebung und Beschreibung der ökologischen Gegebenheiten

Vorarbeiten für die technischen Bauwerke

- Geeignetheit der Sperrenstelle(n) feststellen
- Dichtheit der Stauraumbegrenzungen nachweisen
- Standsicherheit der Hänge im Stauraum nachweisen
- Erkundung geeigneter und ausreichender Materialvorkommen

Im Rahmen dieser Vorlesung wird nur auf die Vorarbeiten für die technischen Bauwerke eingegangen.

Geeignetheit der Sperrenstelle:

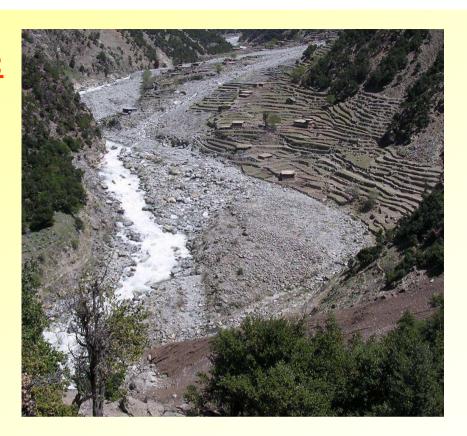
Wenig geeignet hohe
Alluviumüberlagerungen
(auszuräumen bei Staumauer,
ev. belassen bei einem Damm,
erschweren jedoch den Bau)

Bei <u>wenige Meter mächtigen</u> <u>Überlagerungen</u> von Bedeutung:

Kornverteilung

Filterstabilität (u.U. nutzbar als Flächenfilter)

Durchlässigkeit



Geeignetheit der Sperrenstelle

Bei Fels interessieren:

Petrographie (Art des Gesteins)

Trennflächengefüge

Raumstellung und Durchtrennung der Klüfte bzw. der Kluftscharen,

Raumstellung und Ausbildung von Störungen, eventuelle Kluftfüllungen (abdichtend oder bevorzugte Rutschflächen),

Erodierbarkeit von Klüften und Füllungen

Löslichkeit

Durchlässigkeit des Gebirges



Dichtheit der Stauraumbegrenzungen:

Dichtheit der Stauraumbegrenzungen hinsichtlich der Nachbartäler ist zu überprüfen hinsichtlich

- •eventueller querlaufender Störungen
- •eventueller Hohlräume (Karst)
- •eventueller Folgen alten Bergbaus

Standsicherheit der Hänge im Stauraum:

Bei steilen Hängen stets Rutschgefahr zu vermuten (z.B. im Hochgebirge)

Besonders kritisch, wenn Schichtung oder Schieferung hangparallel verläuft

Besonders ungünstig machen sich weiche, als Schmiermittel wirkende Füllungen bemerkbar oder Gleitbahnen bereits früher stattgefundener Rutschungen (Harnische)

Besonders problematisch: Lastfall "schnelle Spiegelabsenkung" (Das über der Rutschfläche liegende Gebirge steht bereits nicht mehr unter Auftrieb, in der Rutschfläche jedoch noch Porenwasserüberdrücke)

Erkundung ausreichender Materialvorkommen:

Heute kaum mehr vorstellbar, natürliche Baustoffe in großen Mengen von außerhalb des Stauraumes zu gewinnen.

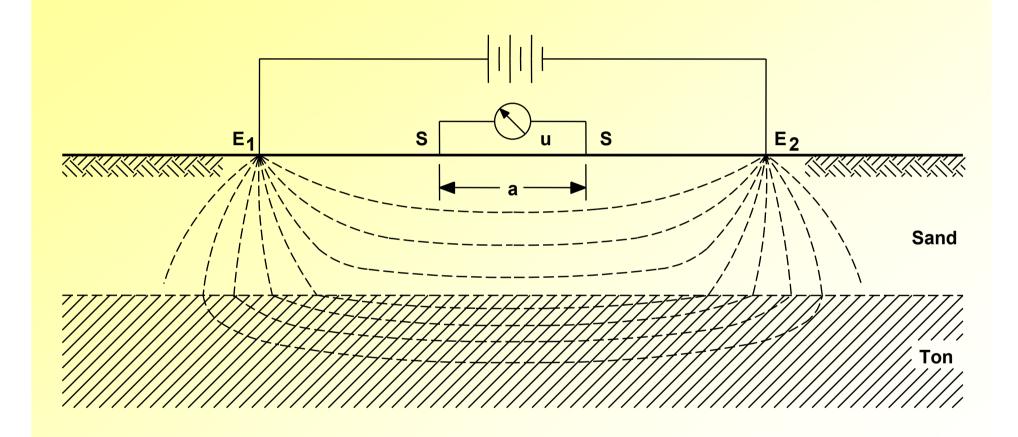
Man muss daher bereits im Stadium der Vorerkundungen ausreichend große Materialvorkommen im Stauraum und zwar möglichst nahe an der Sperrenstelle erkunden und untersuchen.

Diese Untersuchungen müssen bereits in der Genehmigungsphase den Nachweis liefern, dass sich die gewählte Bauweise mit diesen Baustoffen verwirklichen lässt.

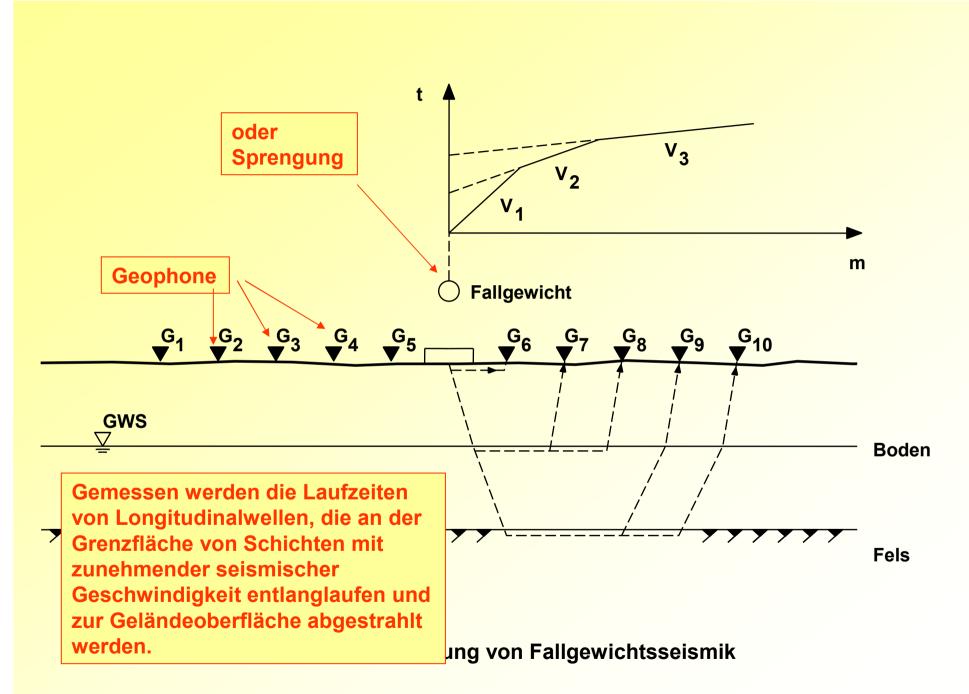
Untersuchungen an der Sperrenstelle:

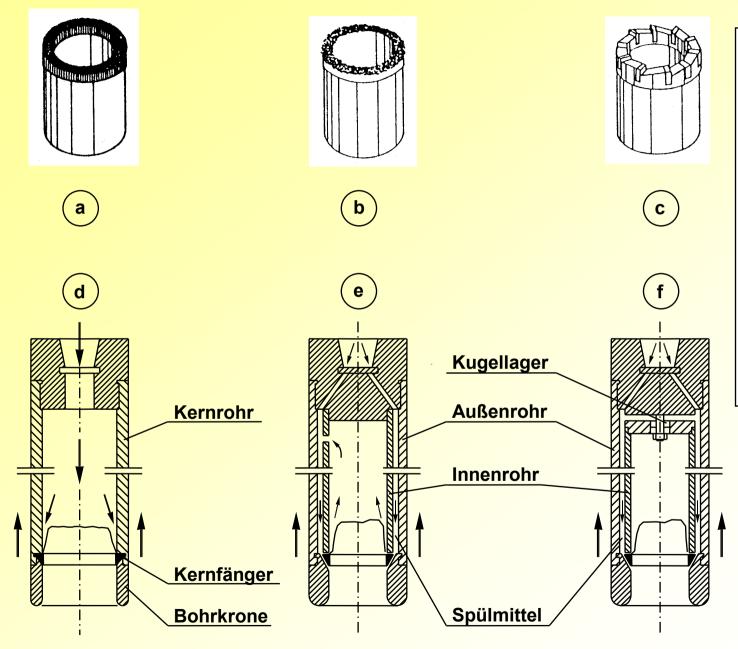
(Darstellung in der üblichen Reihenfolge)

- 1. Auswertung geologischer Karten
- 2. Örtliche Begehungen (Steinbrüche, Straßen- und Eisenbahnböschungen, Wuchs der Bäume)
- 3. Oberflächenverfahren
 Geoelektrik. Geoseismik



Prinzip der geoelektrischen Widerstandsmessung





Bohrkronen:

- a Oberflächenbesetzte Diamantbohrkrone
- b Bohrkrone mit Hartmetallsplittern
- c Bohrkrone mit Hartmetalleinsätzen

Kernrohre:

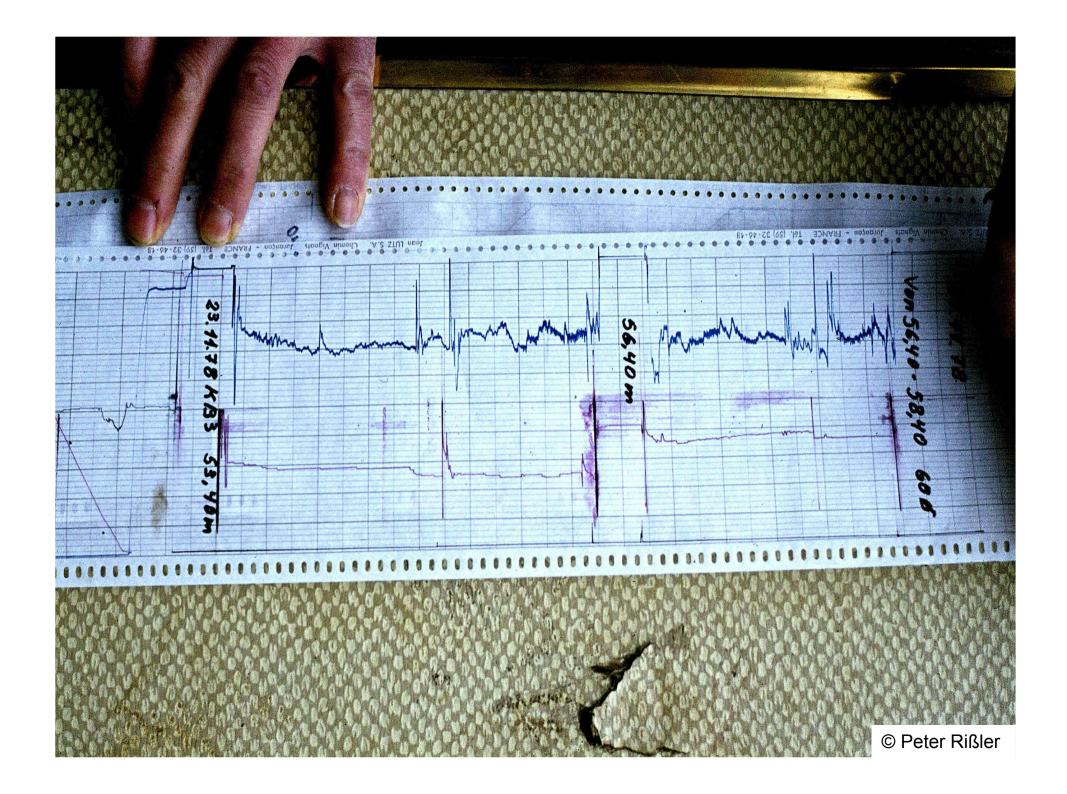
- d Einfachkernrohr
- e mitdrehendes Doppelkernrohr
- f festes Doppelkernrohr

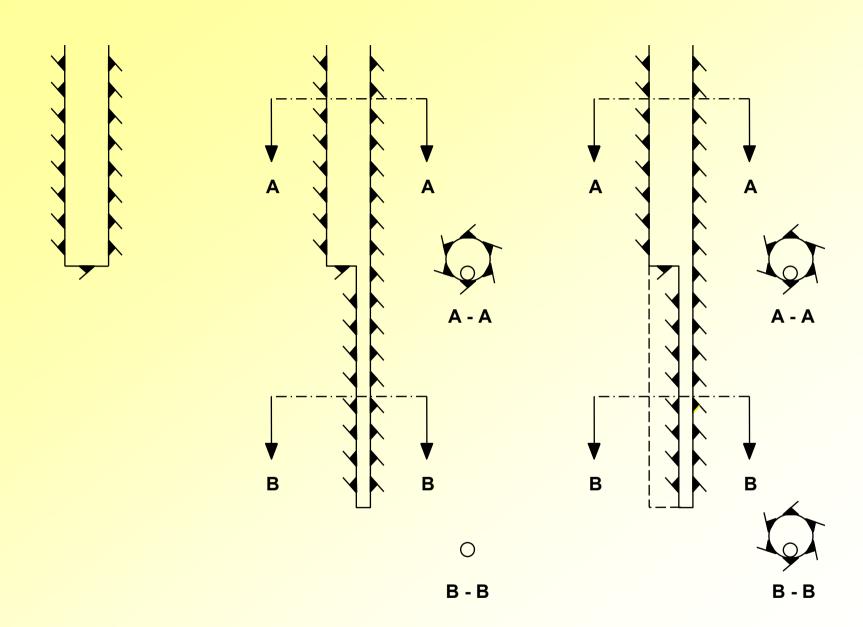
Quelle: Wittke, W: Felsmechanik, Springer-Verlag











Prinzip einer orientierten Kernbohrung



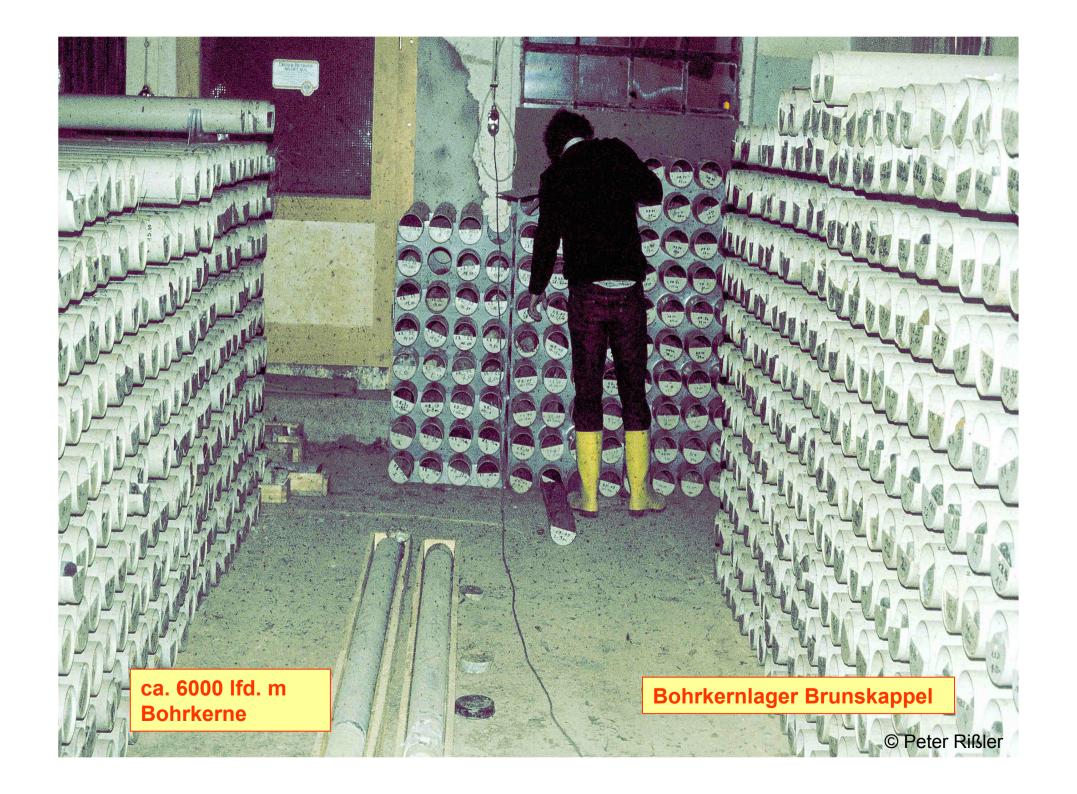
Konventionelle Kernkisten

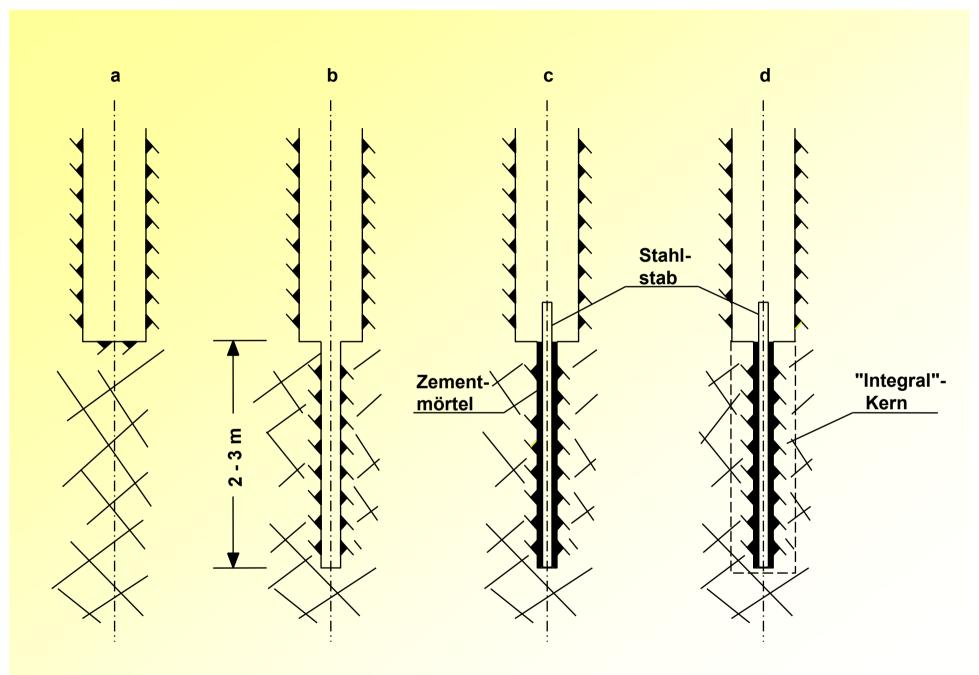
Beginn des weniger verwitterten Fels

Verwitterter und zersetzter Fels







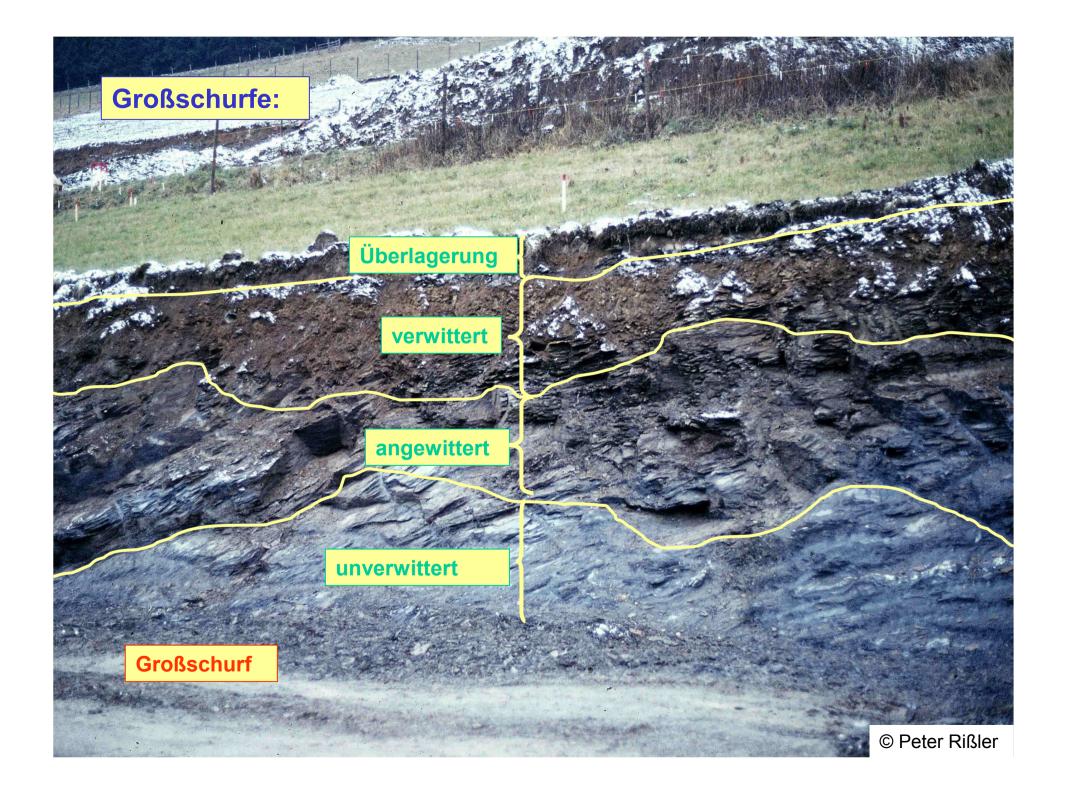


Integral - Sampling - Method



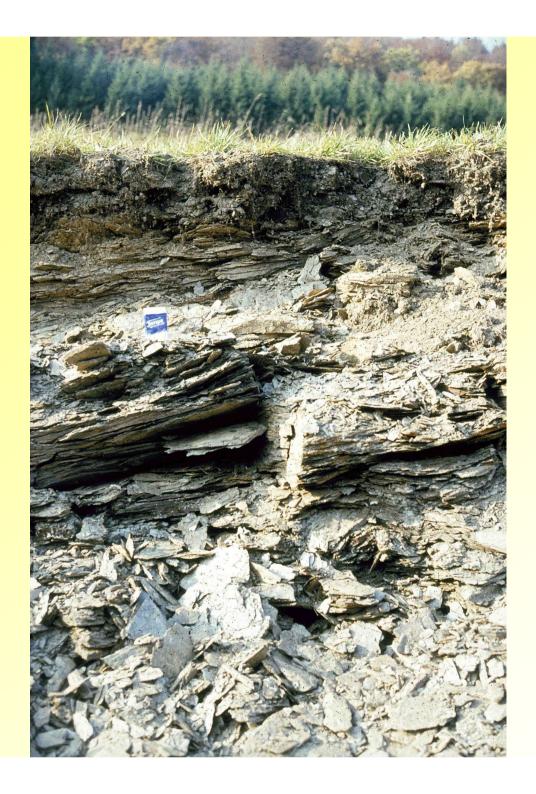




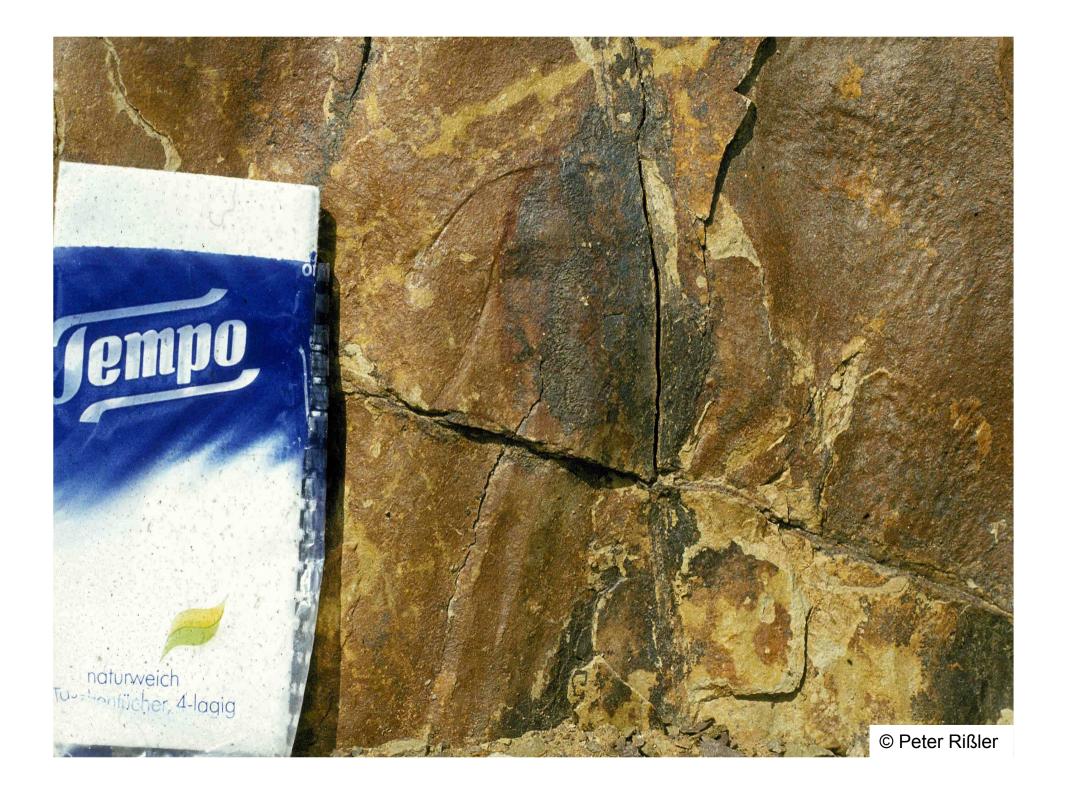












Bestimmung der Durchlässigkeit:

Der WD-Versuch (Wasser-Druck-Versuch)

geht zurück auf Lugeon (1931)

Prinzip:

In einem Bohrlochabschnitt wird unter definiertem Druck Wasser eingepresst. Es fließt durch die Klüfte ab. Je mehr Wasser je Zeiteinheit abfließt, umso durchlässiger ist das Gebirge.

Der WD-Versuch ist ein Kleinversuch. Sein Ergebnis gibt Auskunft über die Durchlässigkeit nur in unmittelbarer Umgebung (ca. 1 m) des Bohrlochs.

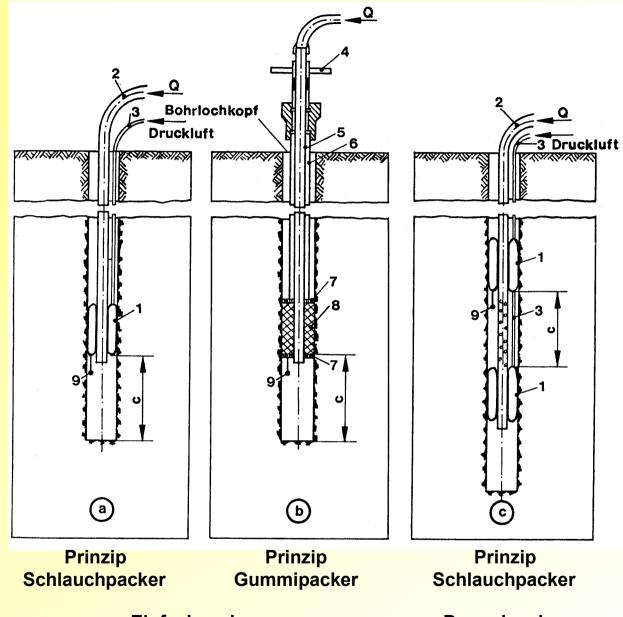
Angaben zur Durchlässigkeit:

früher:

$$1LUGEON = 1 \frac{Liter}{\min^* m^* (10bar)}$$

Als relative Größe nur für Vergleiche geeignet.

Heutzutage wird versucht, das Ergebnis von WD-Versuchen in k_f - Werte umzurechnen. Ein überschlägiges Verfahren hierzu ist in der Bautechnik 61 (1984), Heft 4, S. 112 - 117 veröffentlicht.

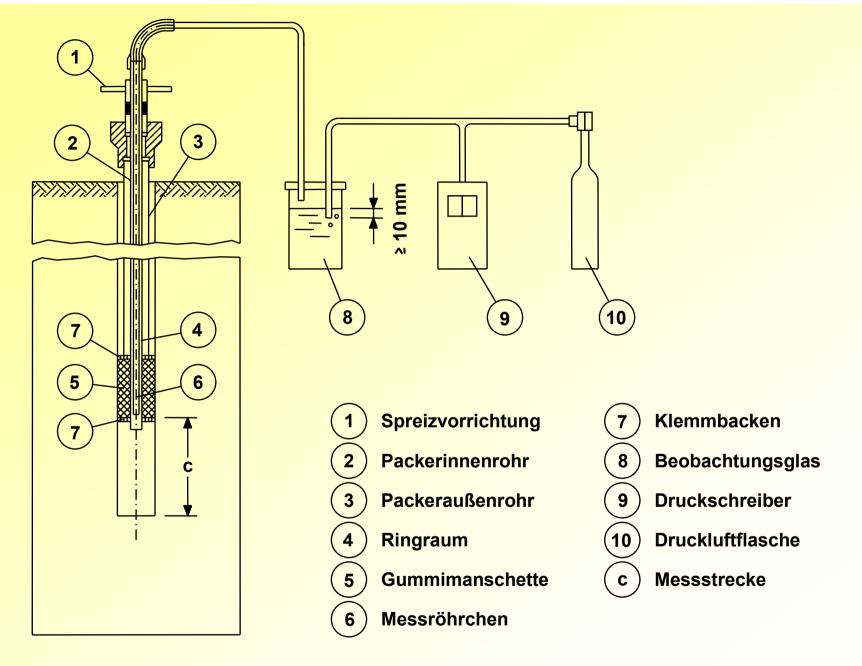


- 1 Schlauchpacker
- 2 Druckschlauch
- 3 Druckluftschlauch
- 4 Spreizvorrichtung
- 5 Packerinnenrohr
- 6 Packeraußenrohr
- 7 Klemmbacken
- 8 Gummimanschette
- 9 Druckaufnehmer
- c Messstrecke

Einfachpacker

Doppelpacker

Einfach-, Doppel- und Schlauchpacker für den WD-Versuch



Prinzip der Luftdruckwaage

Prinzip der Druckluftwaage:

Im Verpressgestänge wird ein Messröhrchen mit nach unten geführt. Es endet unmittelbar am Verpressabschnitt.

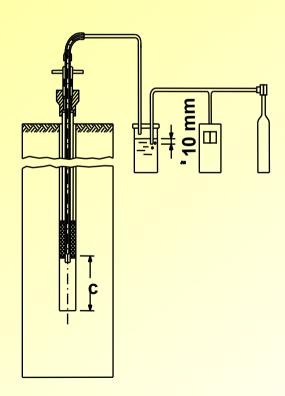
Im Messröhrchen stellt sich eine Wassersäule ein, welche dem Wasserdruck in der Messstrecke entspricht.

In das Messröhrchen kann über ein Beobachtungsglas Druckluft zugeführt werden.

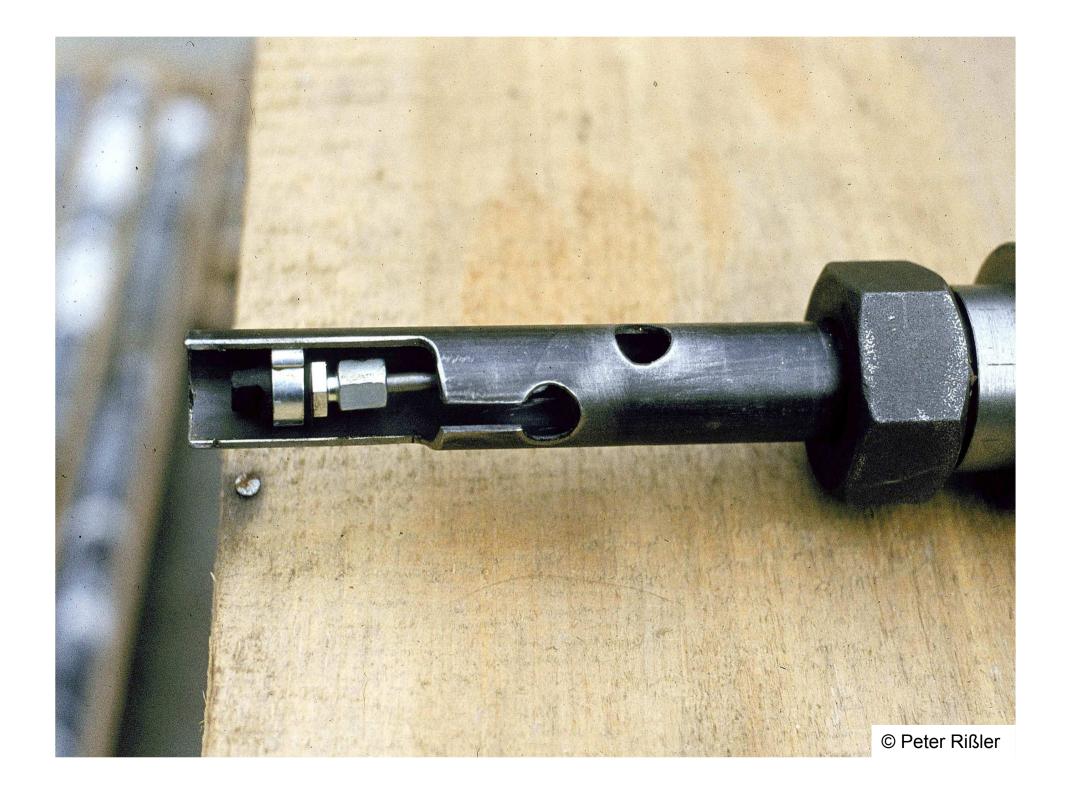
Wird der Druck stufenweise gesteigert, so beobachtet man, solange er kleiner ist als der Wasserdruck in der Messstrecke, jedes Mal im Beobachtungsglas perlende Luft, wobei die Luftbläschen allmählich verschwinden, sobald die Wassersäule im Messröhrchen der Druckstufe herabgedrückt worden ist.

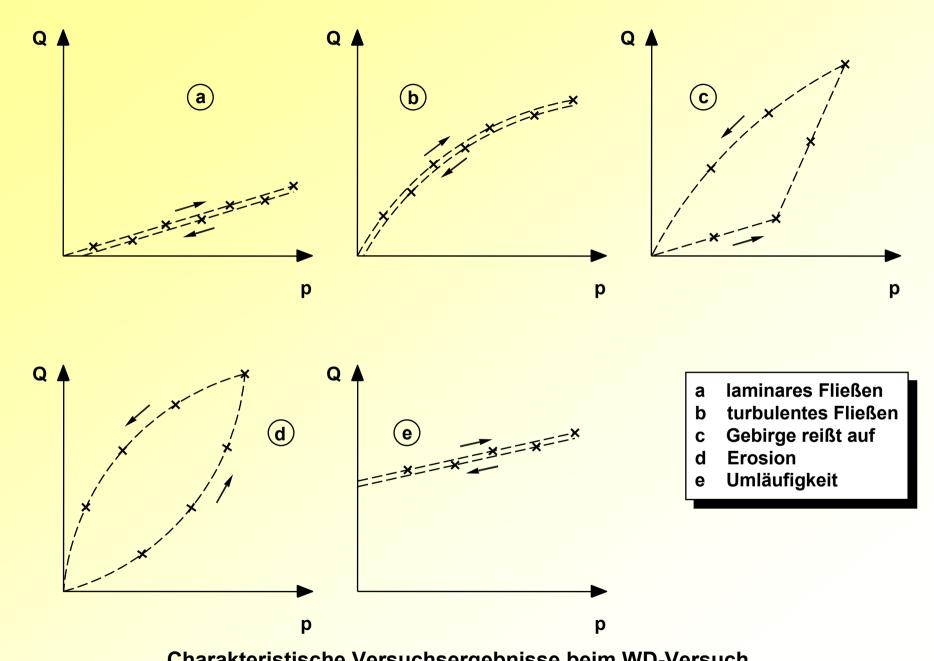
Entspricht schließlich der Luftdruck dem Wasserdruck in der Messstrecke, so tritt ständig weiter Luft aus, da dann Luft ins Trennflächengefüge abfließt.

Die Luftperlen im Beobachtungsglas verschwinden nicht mehr.







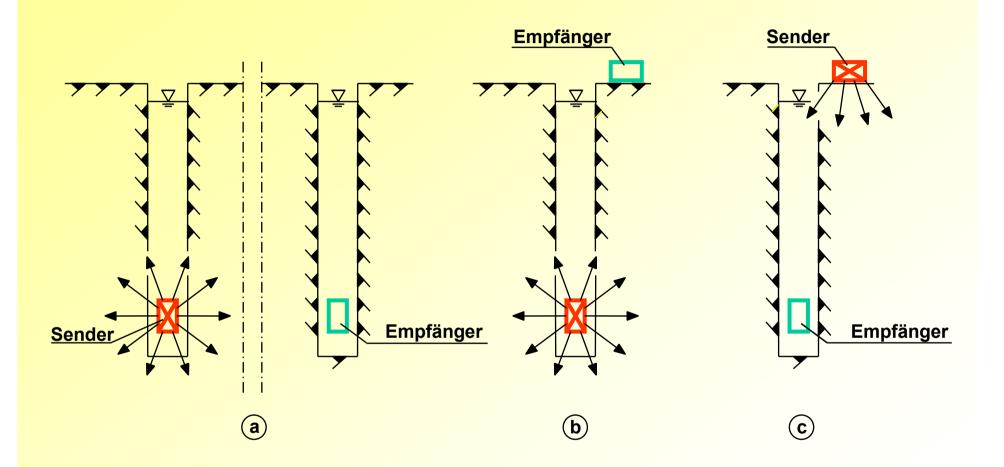


Charakteristische Versuchsergebnisse beim WD-Versuch



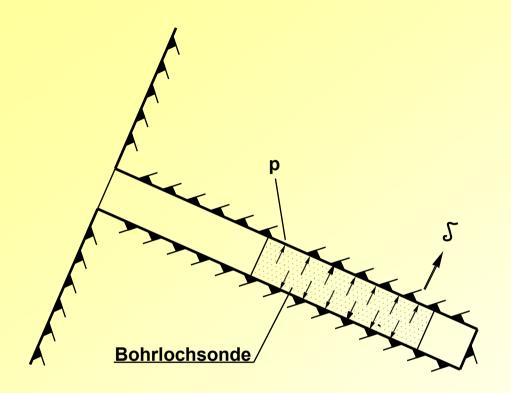
http://www.comdrill.de/WD-Versuch_Lugeon-Test.pdf

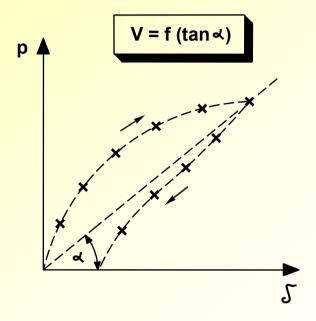
Bohrlochseismik:



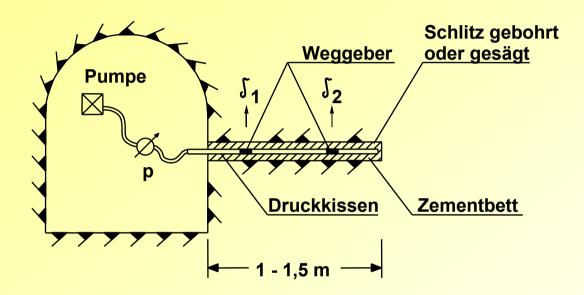
Cross-hole- (a) / Up-hole- (b) / Down-hole- (c) Verfahren

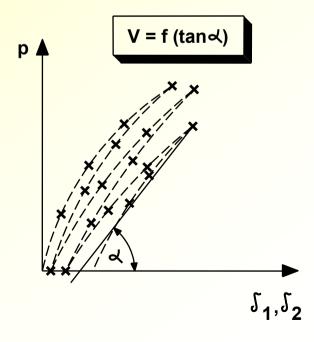
Bohrlochaufweitungsversuch:



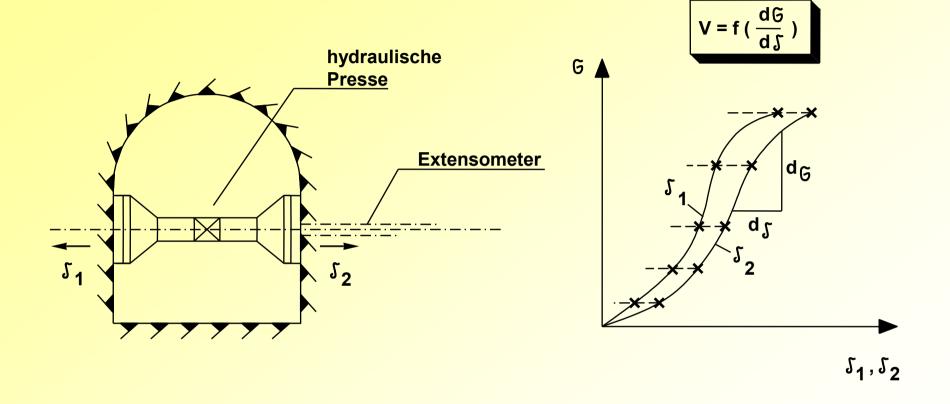


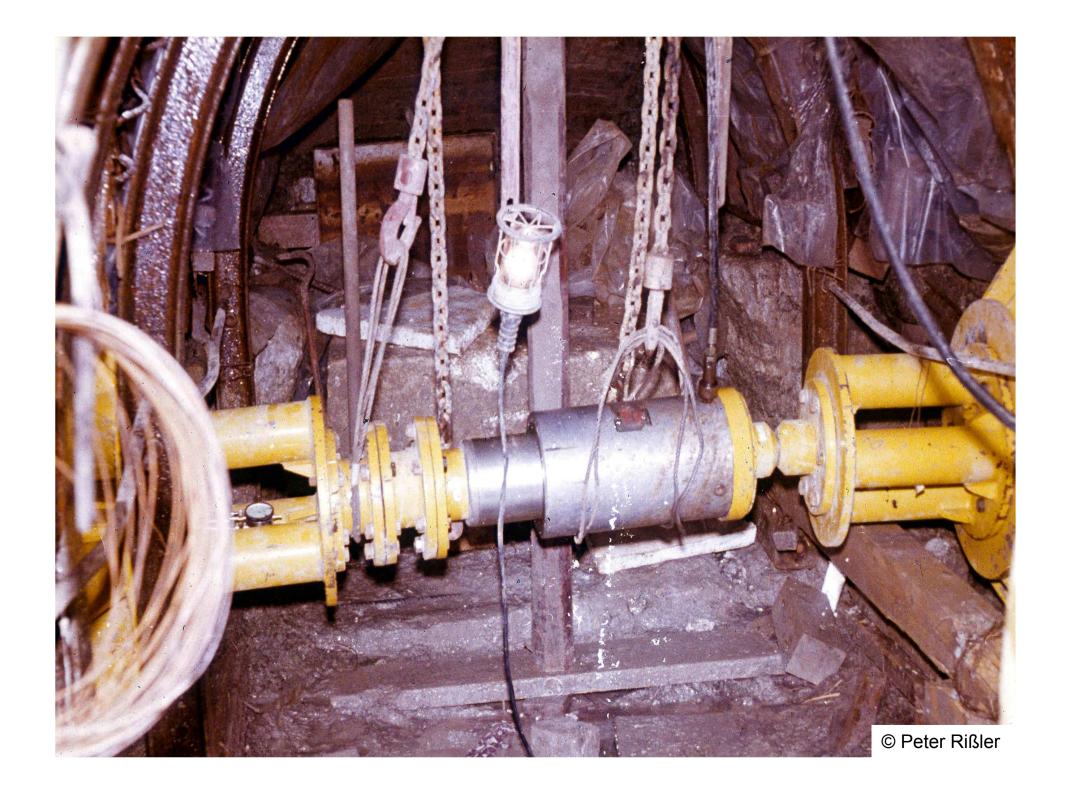
Druckkissenversuch bzw. LFJ (Large Flat Jack) - Test:





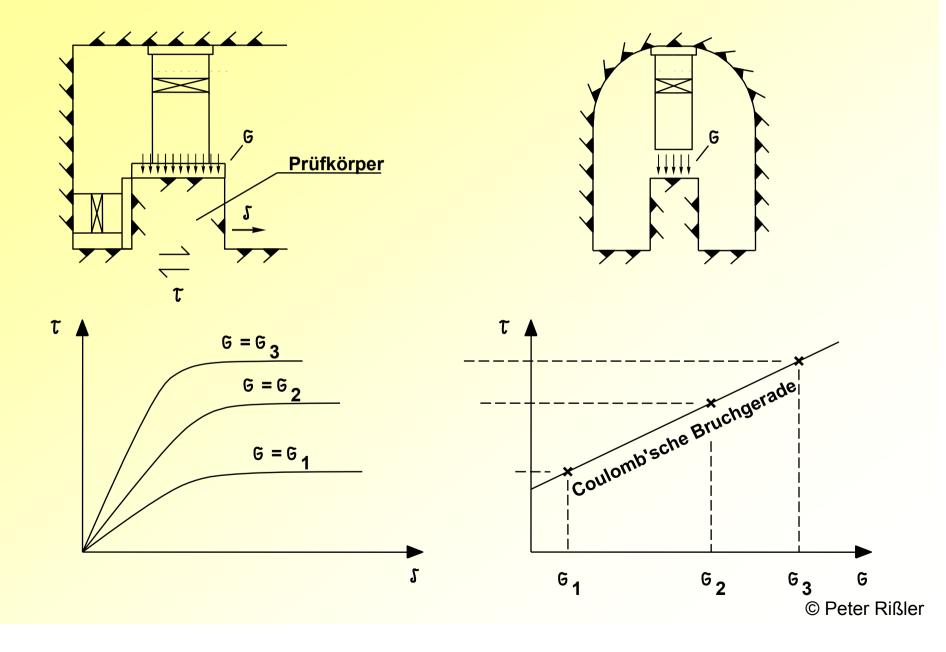
Doppellastplattenversuch:





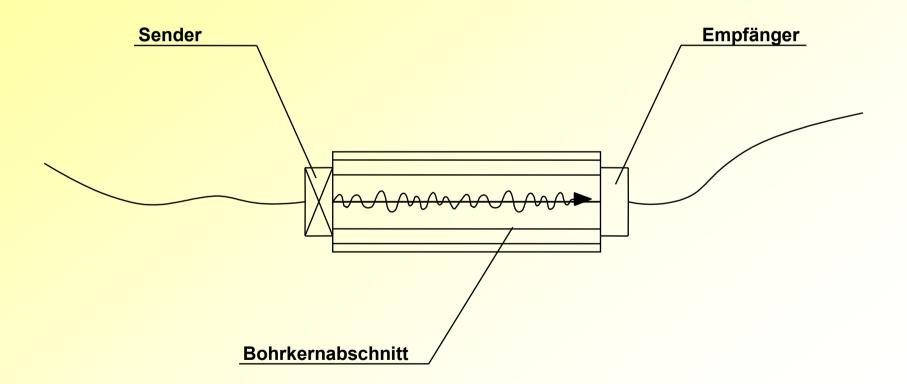


Großscherversuch an Gebirgskörpern:

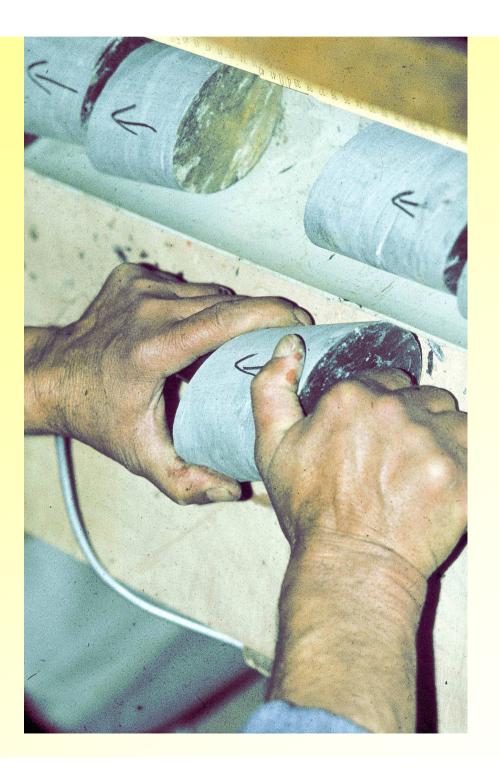




Duchschallung von Bohrkernen:







<u>Untersuchungen zur Materialgewinnung:</u>

insbesondere bei Dämmen

Zu klären: Welche Eigenschaften hat das Material nach dem Lösen, dem Transport und nach dem großtechnischen Einbau?

Untersuchungen aufwendig, in einer frühen Phase eines Projektes schwer durchführbar, gleichwohl unverzichtbar.

Gliedern sich gemeinhin in

Kernbohrungen

Probeschurfe

Probesteinbrüche zur Feststellung des zweckmäßigsten Gewinnungsverfahrens der Kornverteilung

Probeschüttungen des gewonnenen Materials zur Feststellung der zweckmäßigsten Schütthöhe (20 - 40 cm) des zweckmäßigsten Verdichtungsgeräts (rüttelnd/knetend) der Anzahl der Übergänge (3 - 5) des Verhaltens des Schüttmaterials bei Regen und Frost (u.a. Befahrbarkeit) der bodenmechanischen Eigenschaften nach dem Einbau













