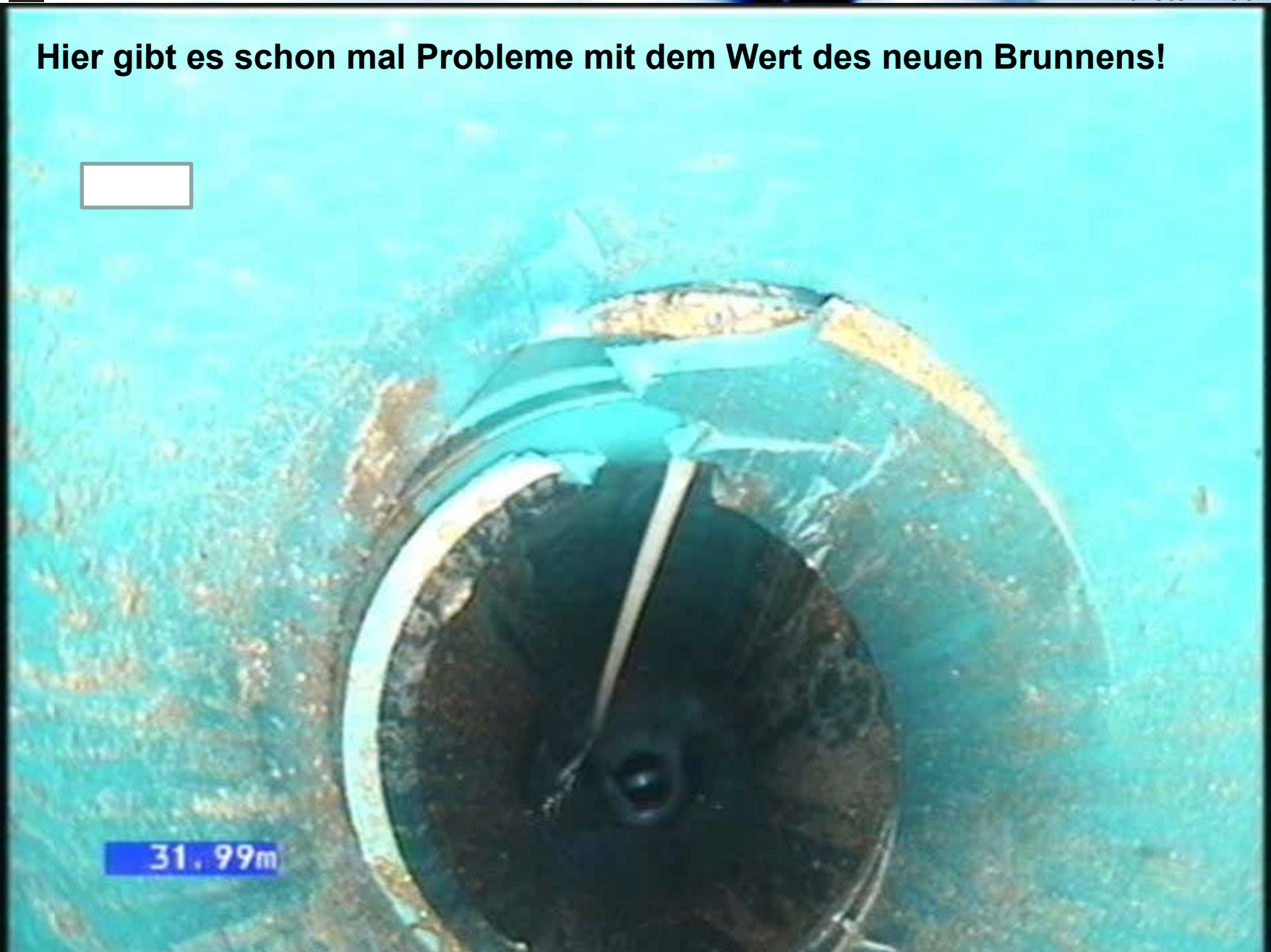
Ist mein neu gebohrter Brunnen sein Geld wert?

Anforderungen an Qualitätskontrollen durch Bohrlochgeophysik

Dipl.-Geologe Karsten Baumann
Bohrlochmessung-Storkow GmbH
Schützenstr. 33
D-15859 Storkow

Hier gibt es schon mal Probleme mit dem Wert des neuen Brunnens!

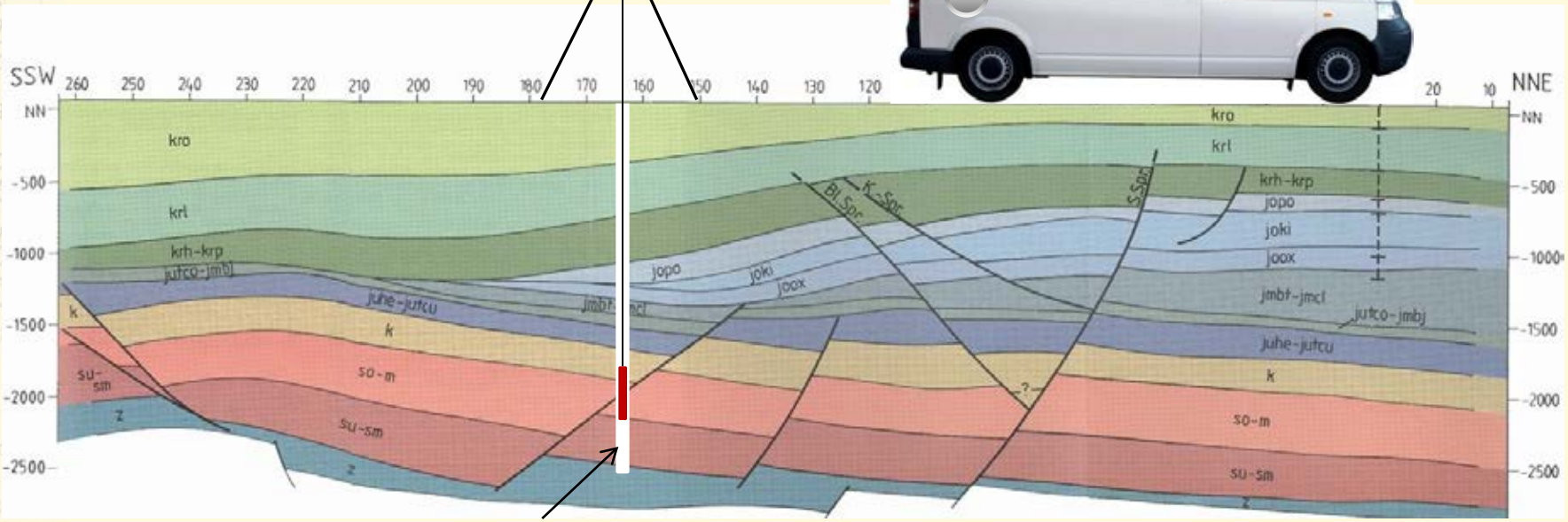


Prinzip der geophysikalischen Bohrlochmessung

allradgetriebener Kleintransporter oder LKW mit Bohrlochmessapparatur

Winde mit Teufenzähler

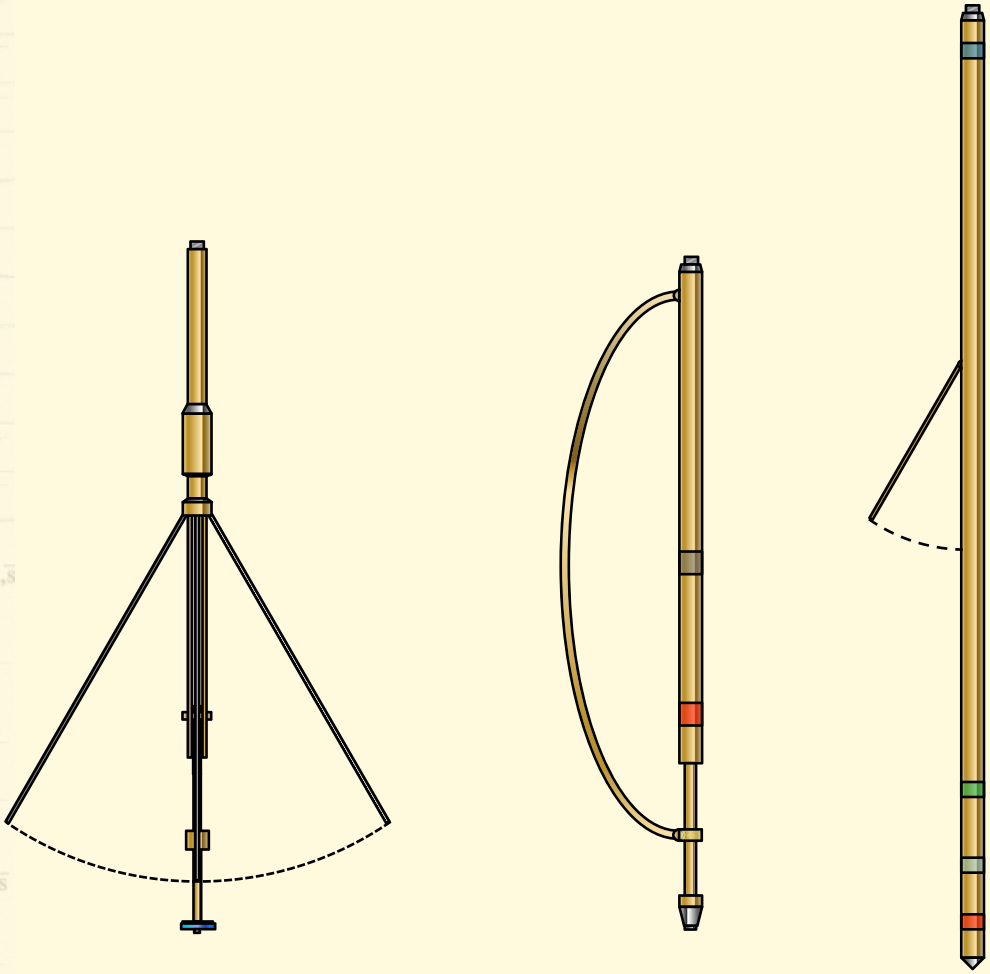
Messkabel mit Messsonde



zu vermessende Bohrung

Bohrlochgeophysik gibt es seit etwa 1920 (Messfahrzeug um 1960)

Messsonden



bisher:

DVGW
Regelwerk

Technische Regel
Arbeitsblatt W 110 | Juni 2005

Geophysikalische Untersuchungen in Bohrungen, Brunnen und Grundwassermessstellen – Zusammenstellung von Methoden und Anwendungen

in Bearbeitung,
Neufassung wahrscheinlich 2017

Warnvermerk: Dieses Arbeitsblatt ist in der Bearbeitung- bzw. Verabschiedungsphase und daher nicht zur Anwendung freigegeben.

Deutscher Verein des Gas- und Wasserfaches e.V.

DVGW
REGELWERK

www.dvgw-regelwerk.de

Technische Regel - Arbeitsblatt
DVGW W 110 (A) Januar 2016

Bohrlochgeophysik in Bohrungen, Brunnen und Grundwassermessstellen

Technical rules

ENTWURF

WASSER

Einspruchsfrist
für den Entwurf:

Weitere Arbeitsblätter mit bohrlochgeophysikalischem Bezug sind u.a.:

- **DVGW-Arbeitsblatt W 121 (2002): Bau und Ausbau von Grundwassermessstellen**
- **DVGW-Arbeitsblatt W 123 (2001): Bau und Ausbau von Vertikalfilterbrunnen**
- **DVGW-Arbeitsblatt W 124 (2001): Kontrolle und Abnahmen beim Bau von Vertikalfilterbrunnen**
- **DVGW-Arbeitsblatt W 135 (1996): Sanierung und Rückbau von Bohrungen, Grundwassermessstellen und Brunnen**

Bohrlochmessung in Aufschlussbohrungen

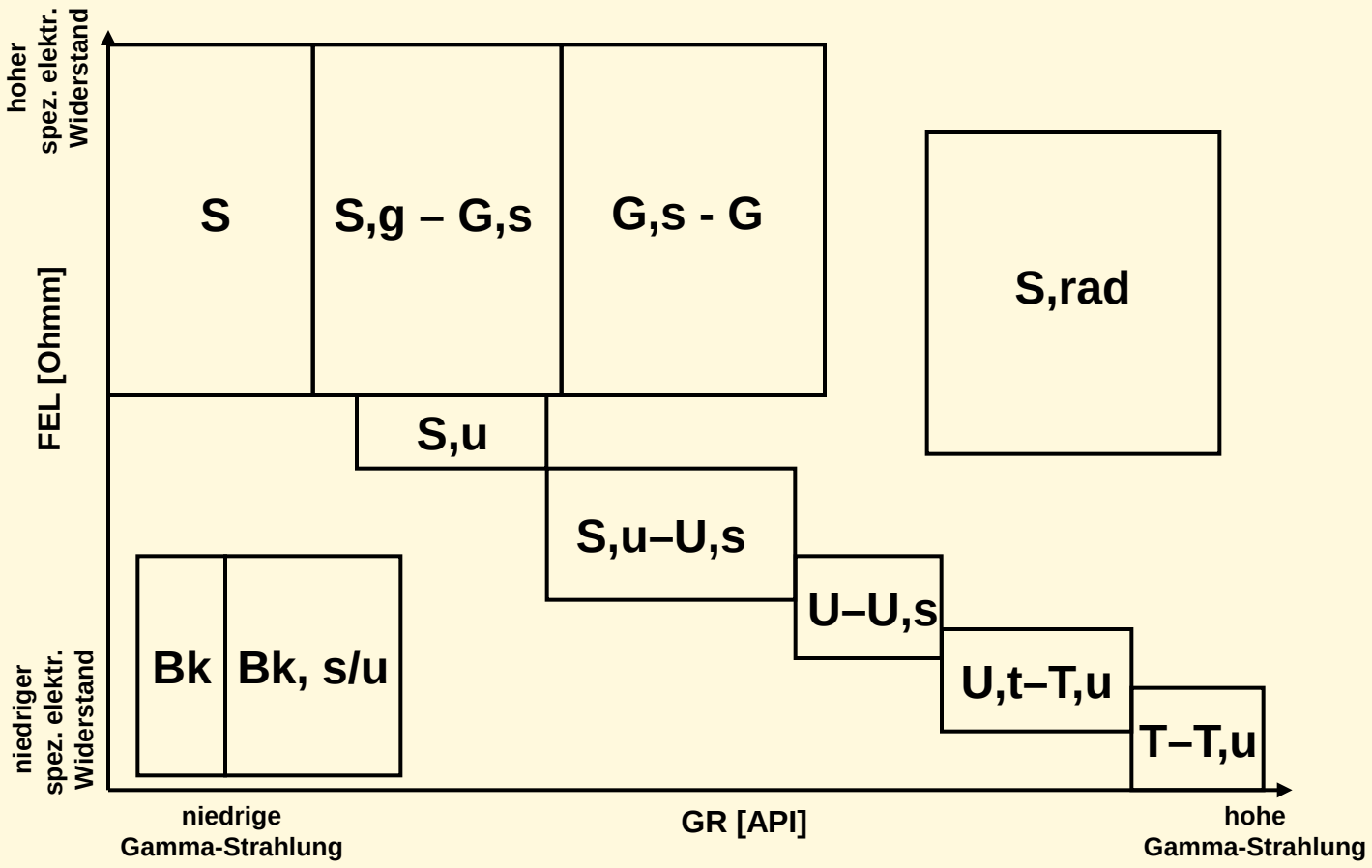
- Geometrie (Durchmesser, Neigung, Neigungsrichtung, Tiefe)
- geologische Schichtenfolge
- Wasserqualität
- Zuflüsse (Kluftsysteme) / Porosität

Anforderungen an die Bohrung

- lotrecht
- kaliberhaltig
- <u>zuverlässiges</u> geologisches Schichtenverzeichnis
- standfest

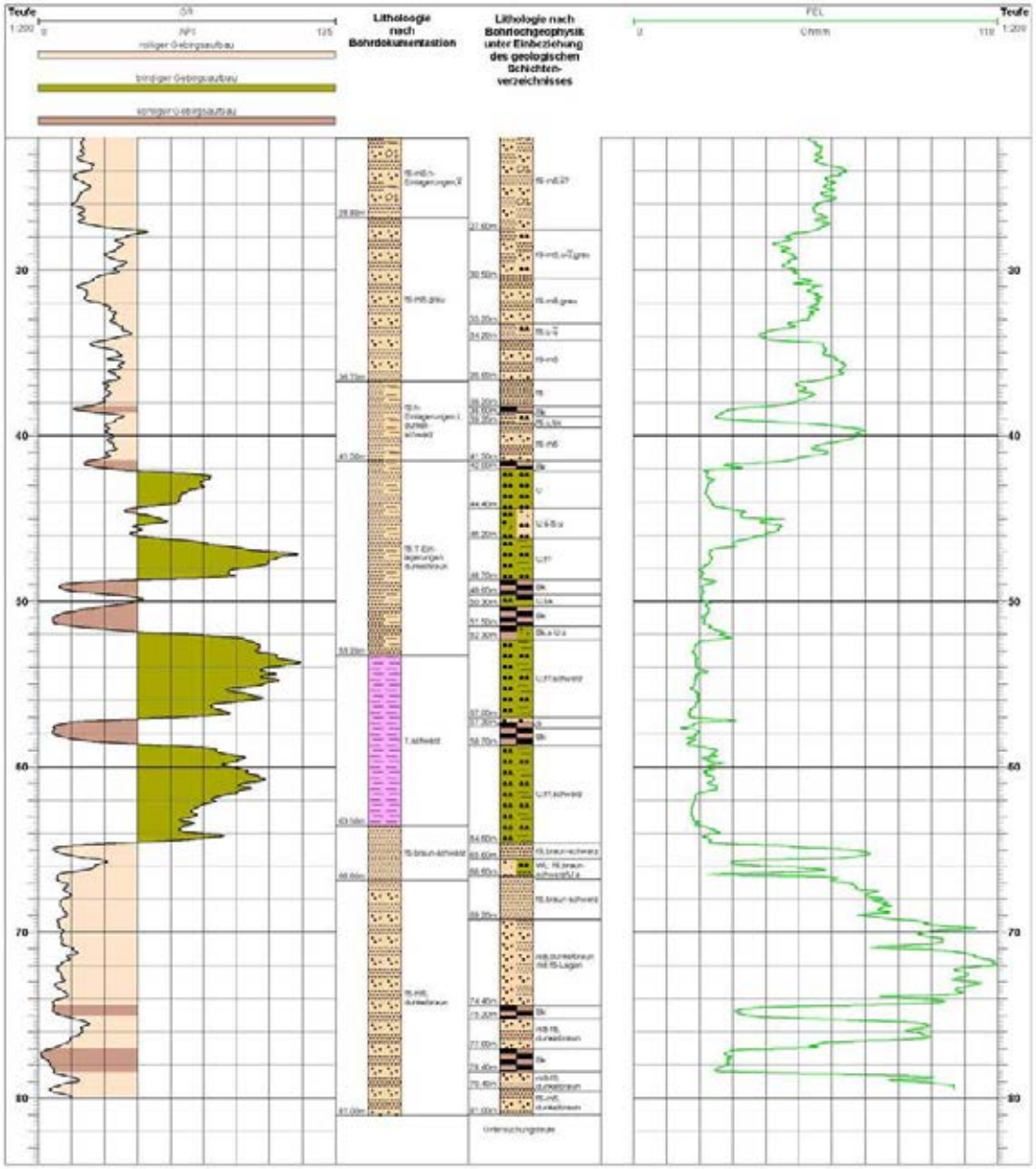
- Bohrlochgeophysikalische Vermessung zur Verifizierung des Schichtenverzeichnisses -

(Mindest-)Messprogramm: GR und FEL



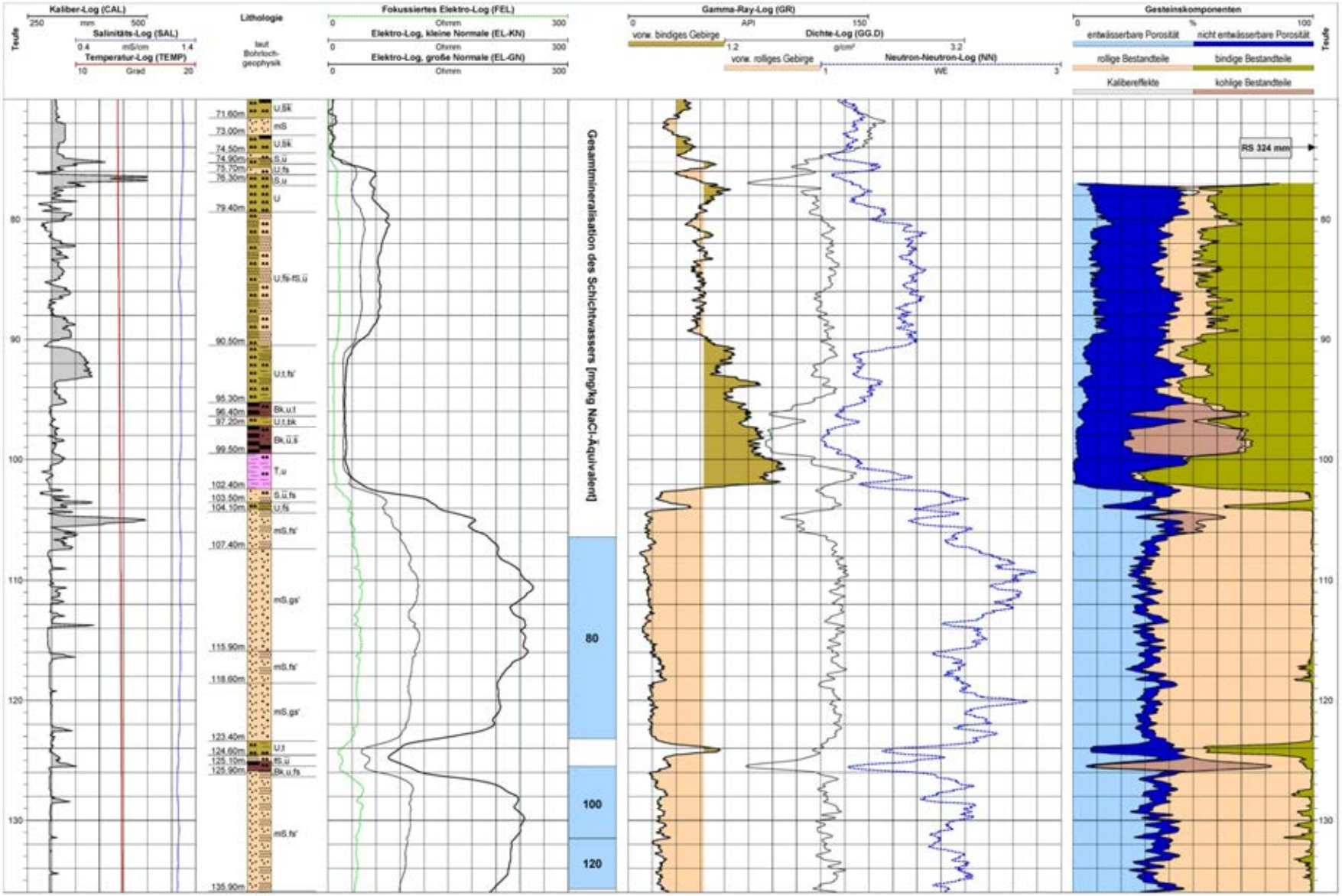
Problem: erhöhte Porenwassermineralisation hat eine Verringerung der Widerstände zur Folge

Bohrlochmessung - Storkow GmbH

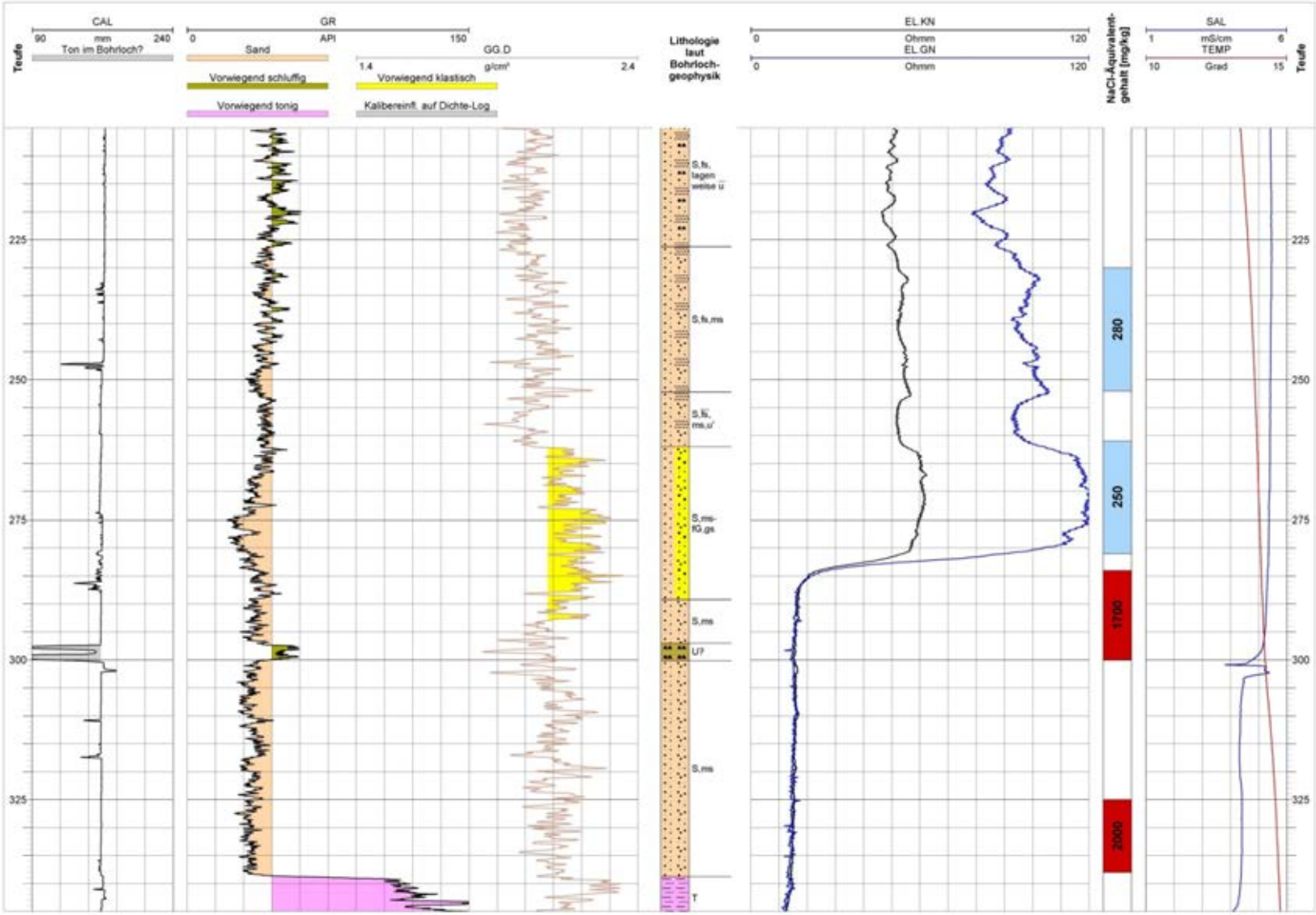


interpretierte Bohrlochmessung mit eingezeichnetem Bohrmeisterschichten-verzeichnis

Bohrlochmessung - Storkow GmbH



Hydro-Standardprogramm



Mineralisationsberechnung aus Bohrlochmessungen

- Hinterfüllung (Brückenbildung)
- Ringraumabdichtung (Tonsperren)
- Zuflussprofil
- Dichtheit der Rohrverbindungen
- Neigung des Ausbaustrangs
- Korrosion/Wanddicke der Aufsatzrohre
- geologisches Profil
- Exzentrisität der eingebauten Rohre
- Zustand der Kiesschüttung
- Lokalisation von Wasserzuflüssen mit unterschiedlichem Chemismus
- Wasserbewegungen im Brunnen im Ruhezustand
- Prüfung auf teleskopiert eingebaute Rohre
- Prüfung der Durchlässigkeit der Filterkiesschüttung

Fernsehuntersuchung (OPT)

- Befahrbarkeit
- Verschmutzung
- Fremdkörper
- Schäden
- Lage der Filterstrecke
- Auflandung

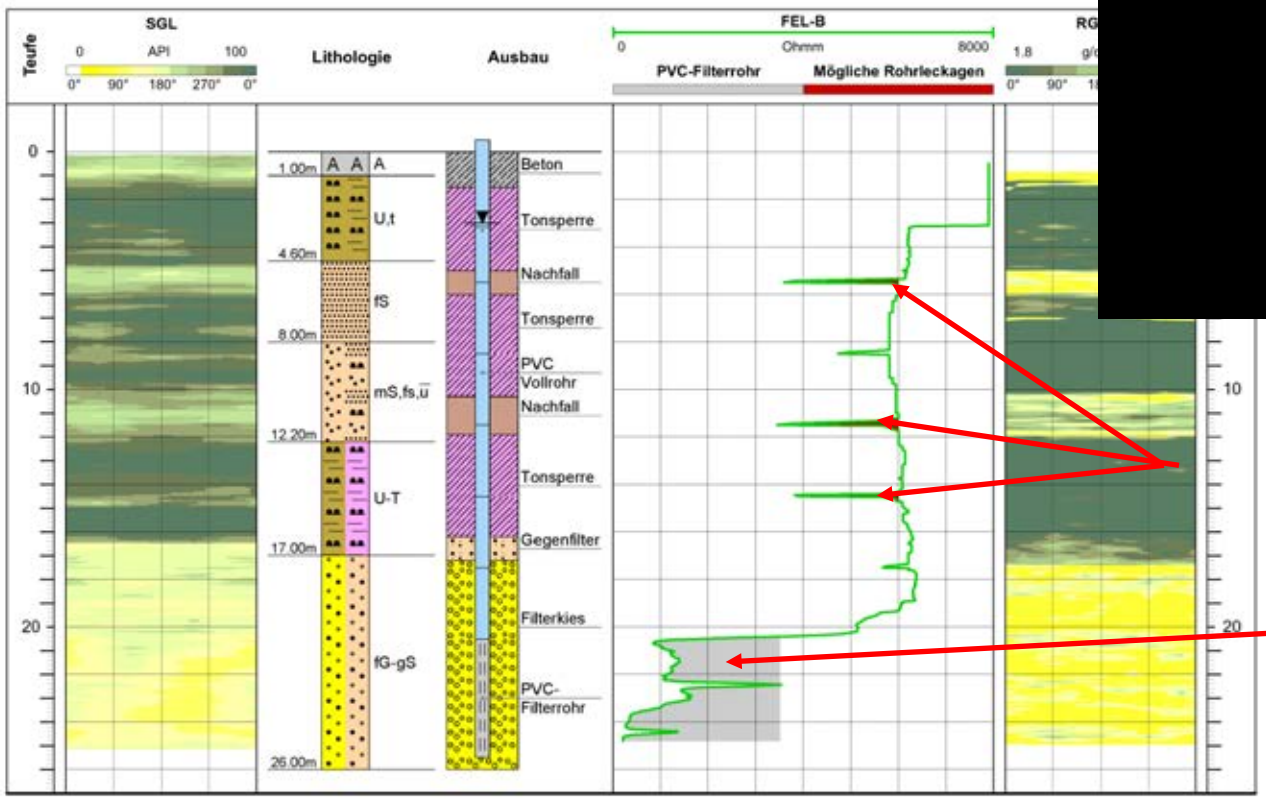
Man kann nicht hinter die Rohre gucken!
Hier liegen aber die meisten Probleme!

Loch im Filter

Riss im Rohr

defekter Brunnenboden

Dichtheit der Rohrverbindungen und Lage der Filterstrecke

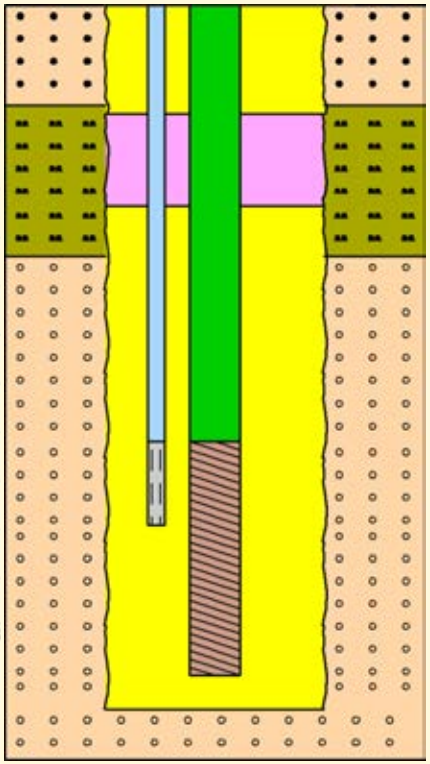


[redacted]

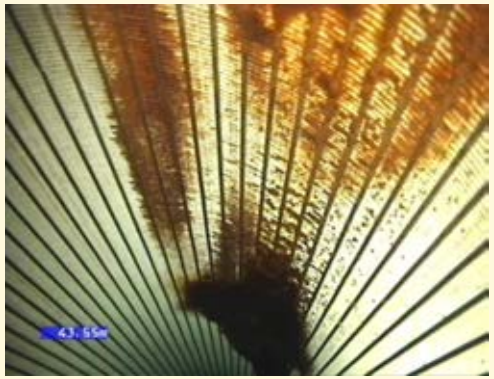
Filter

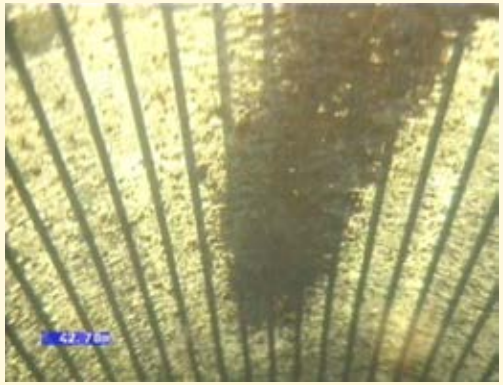
Zustand der Verrohrung (Kunststoffausbau)

Fremdwasserzufluss über Rohrleckagen



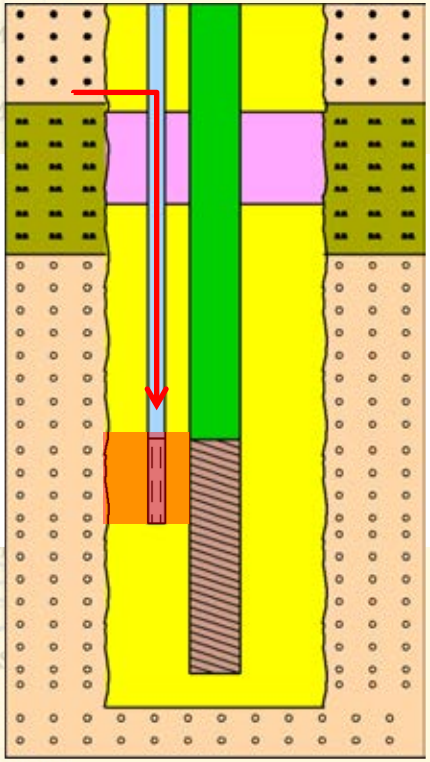
- **Beobachtung**
  - **sekundäre Bildungen bleiben auf einen schmalen Streifen beschränkt**
  - **einseitige Verockerung ist nur im Filterbereich des Peilrohres zu beobachten**





Peilrohre werden bei Neubauabnahmen in der Regel nicht untersucht!
Die Dichtigkeit der Vollrohrverbindungen wird in Leistungsverzeichnissen nur selten explizit gefordert.

Fremdwasserzufluss über Rohrleckagen



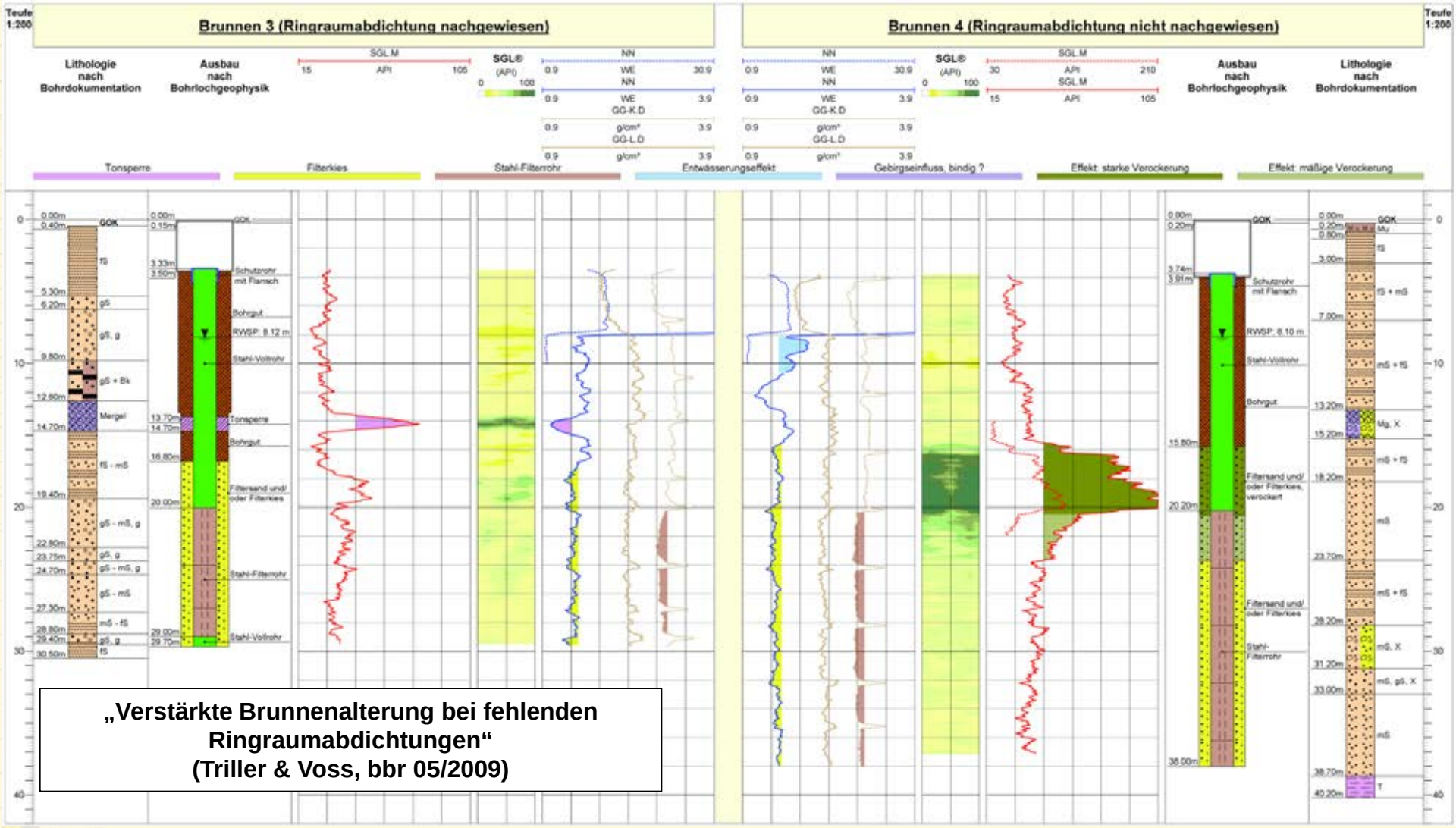
Ringraumabdichtung

Suspension oder Klebstoff tritt aus Rohrverbindung aus

Warum Ringraumabdichtung?

Gebäudeschaden in Staufen

Quelle: Badische Zeitung

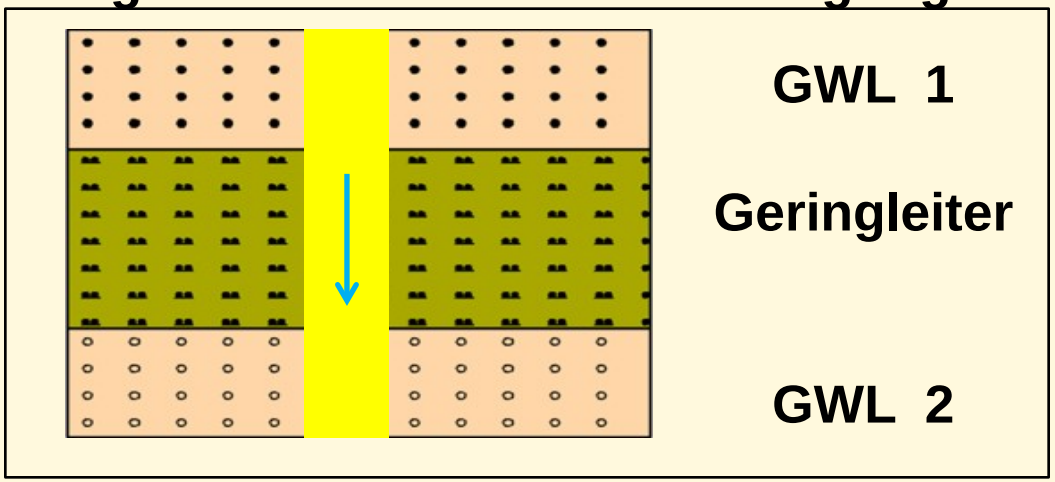


„Verstärkte Brunnenalterung bei fehlenden Ringraumabdichtungen“
(Triller & Voss, bbr 05/2009)

Funktion der Ringraumabdichtung

Folge fehlender Ringraumabdichtungen

- **Die natürliche Trennung von Grundwasserleitern ist nicht gegeben!**
- **In der Bohrung finden vertikale Fließbewegungen statt!**



Annahme:

Mächtigkeit des Geringleiters : 5 m
Druckdifferenz GWL 1 / GWL 2: 1 m
Bohrdurchmesser : 180 mm
K_f - Wert der Bohrlochverfüllung : 10^{-1} - 10^{-3} m/s (sehr gut durchlässig)

Fließrate: ~ 0,5 – 50 m³ Tag bzw. 180 – 18 000 m³/Jahr !

Häufig verwendete Materialen zur Ringraumabdichtung und ihre Nachweisfähigkeit (Kein Anspruch auf Vollständigkeit! Keine Vollständigkeit des Handelsnamens!)

Produktbeispiele (Kein vollständiger Handelsname!)	**Konsistenz**	**Bemerkung**	**nachweisfähige Eigenschaft(en)**	**bevorzugtes geophysikalisches Nachweisverfahren**
Quellon HD, Wetronit 51/10, Mikolit 300 M **Füllbinder EWM plus** **Füllbinder H-hs plus**	Kugeln/Pellets Kugeln/Pellets Kugeln/Pellets **Suspension** **Suspension**	ungeeignet bei Stahlrohren geeignet zum Nachweis in EW-Sonden geeignet zum Nachweis in EW-Sonden	ferromagnetisch, Dichte	MAL
Zement	Suspension		Dichte, Schallhärte	GG.D, GR, CBL.WB
Quellon WP **Troptogel C**	Kugeln/Pellets **Suspension**	 geeignet zum Nachweis in EW-Sonden	nat. Gammastrahlung	GR bzw. SGL
Compactonit	Kugeln/Pellets	oft auch schwach magnetisch	Dichte, Wasserstoffgehalt	RGG.D bzw. GG.D, GR
Wetronit 50/10 Wetronit 70/10 Wetronit 100/10 Mikolit Friedländer Blauton	Kugeln/Pellets		Wasserstoffgehalt	NN, GG.D bzw. RGG.D, GR
alle anderen nicht markierten Tone	Kugeln/Pellets		Wasserstoffgehalt	NN, GG.D bzw. RGG.D, GR
Brutoplast, Troptogel B, Dämmer	Suspension		Dichte, Wasserstoffgehalt	NN, GG.D bzw. RGG.D, GR
Brutoplast, Troptogel B oder Dämmer mit Zirkonsand versetzt	Suspension	Wird überwiegend bei nachträglichen Abdichtungen der Ringräume eingesetzt.	nat. Gammastrahlung	SGL (GR)

CBL.WB - Zement-Bond-Log mit Wellenbildregistrierung
GR - Gamma-Ray GG.D – Dichtelog
MAL - Magnetlog
SGL - Segmentiertes Gamma-Log
NN - Neutron-Neutron-Log
RGG.D - Ringraumscanner

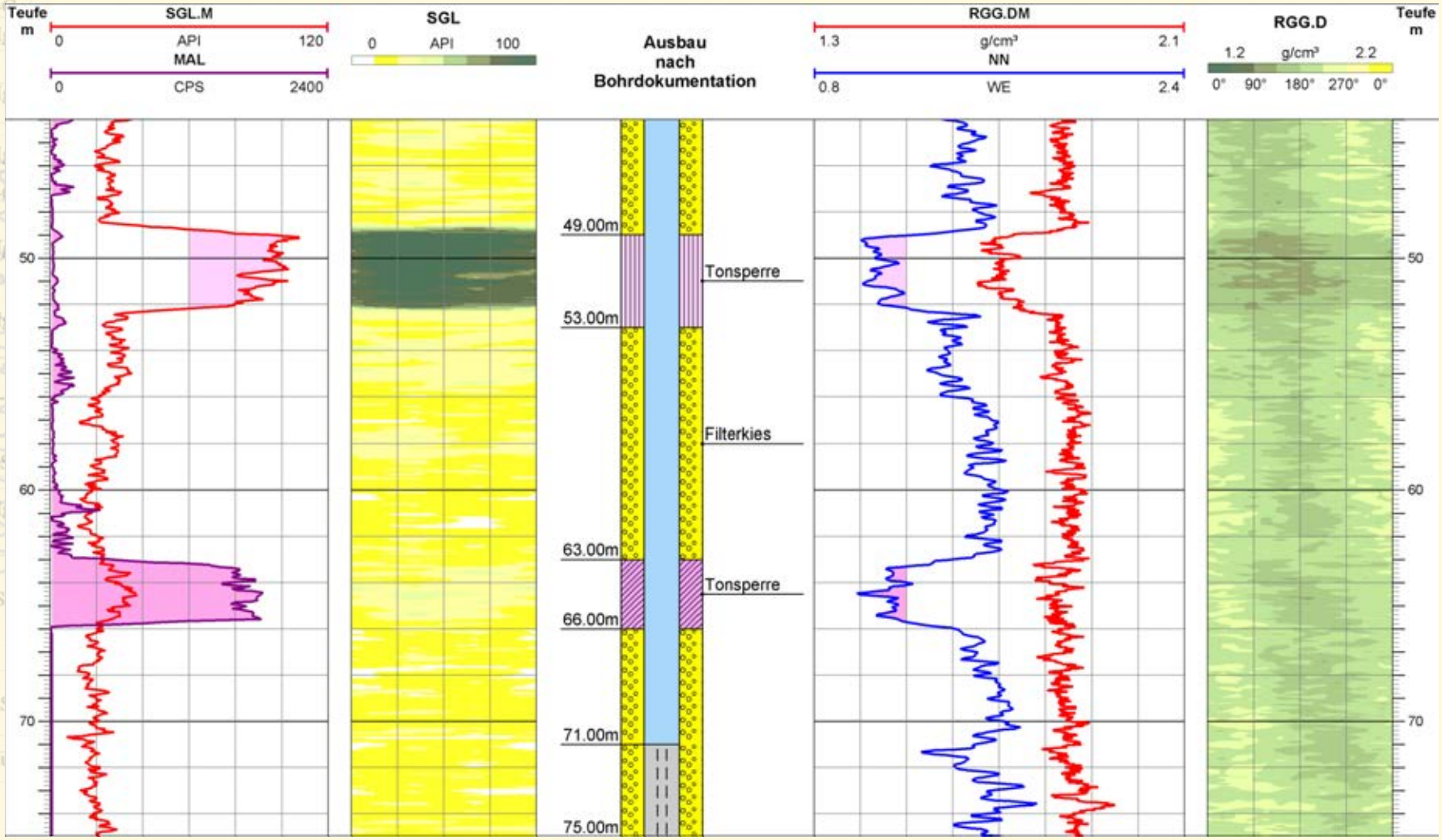
Nachweis von Ringraumabdichtungen

Grundlegende Aussagen zur Ringraumabdichtung: DVGW-Arbeitsblatt W 110 (2005): Geophysikalische Untersuchungen in Bohrlöchern und Brunnen zur Erschließung von Grundwasser

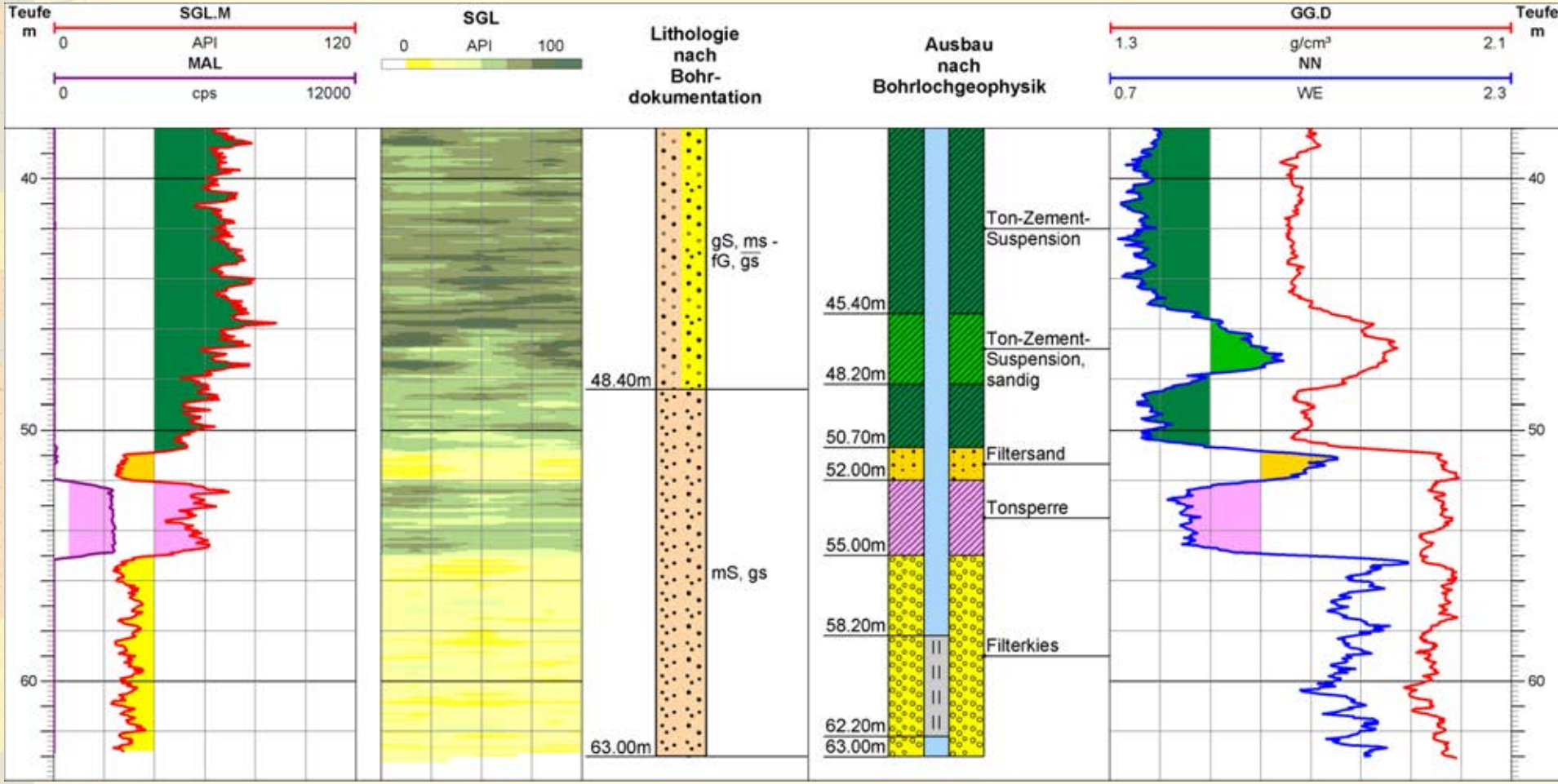
Ton oder Ton-Zement-Suspension	notwendige Messverfahren zum Nachweis	
	zweidimensional	dreidimensional
magnetisch markiert	MAL, GG.D	MAL, RGG.D
gammaaktiv markiert	GR, GG.D	SGL, RGG.D
nicht markiert	GR, GG.D, NN	SGL, RGG.D, NN

GR Gamma-Ray-Log
NN Neutron-Neutron-Log
GG.D Gamma-Gamma-Dichte-Log
SGL Segmentiertes Gamma-Ray-Log
RGG.D Dichte-Ringraum-Scanner
MAL Suszeptibilitäts-Log

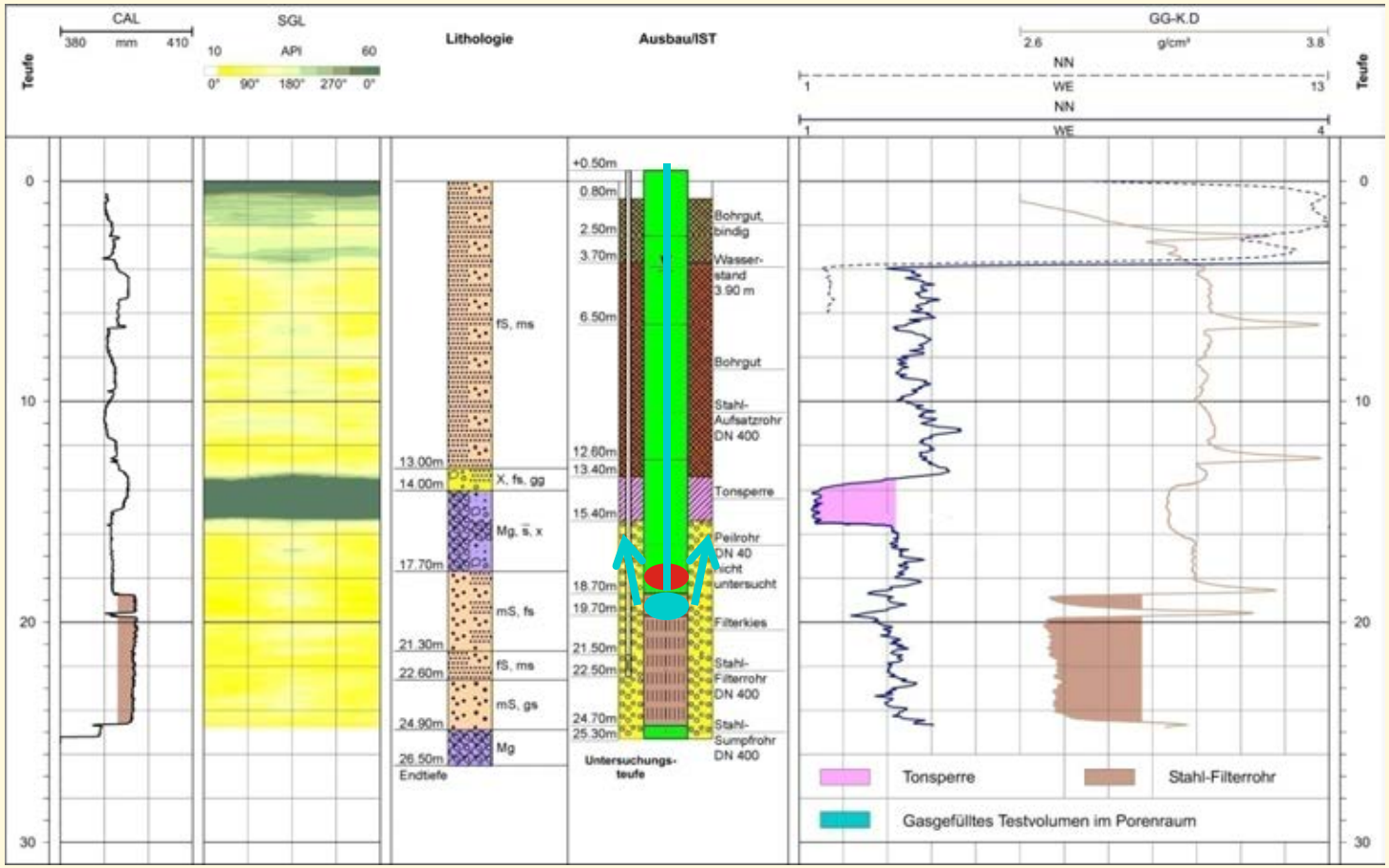
Eindeutiger Nachweis von Tonsperren

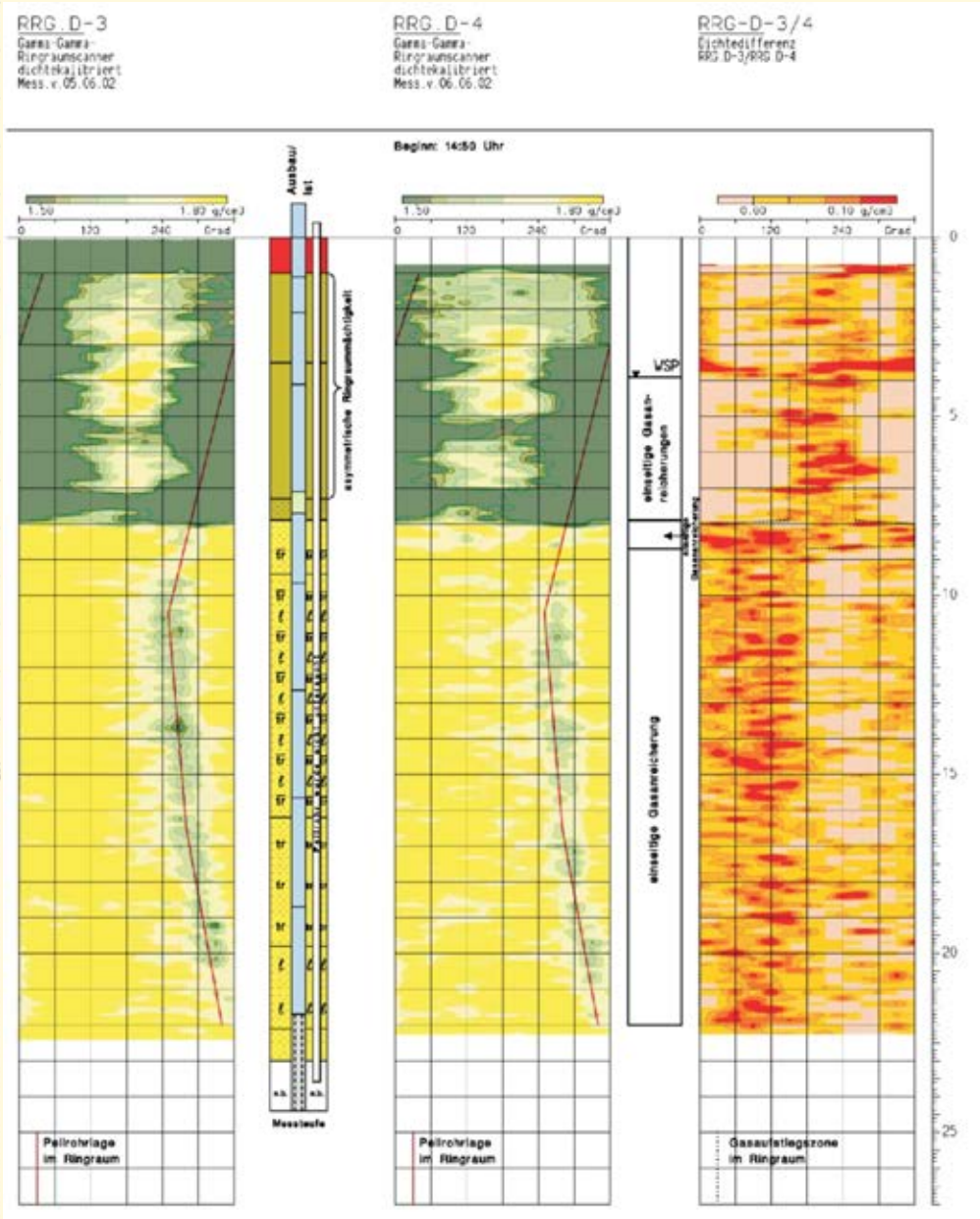


Eindeutiger Nachweis von Ton-Zement-Suspension



Ringraumkontrolle/ Gasdynamischer Test

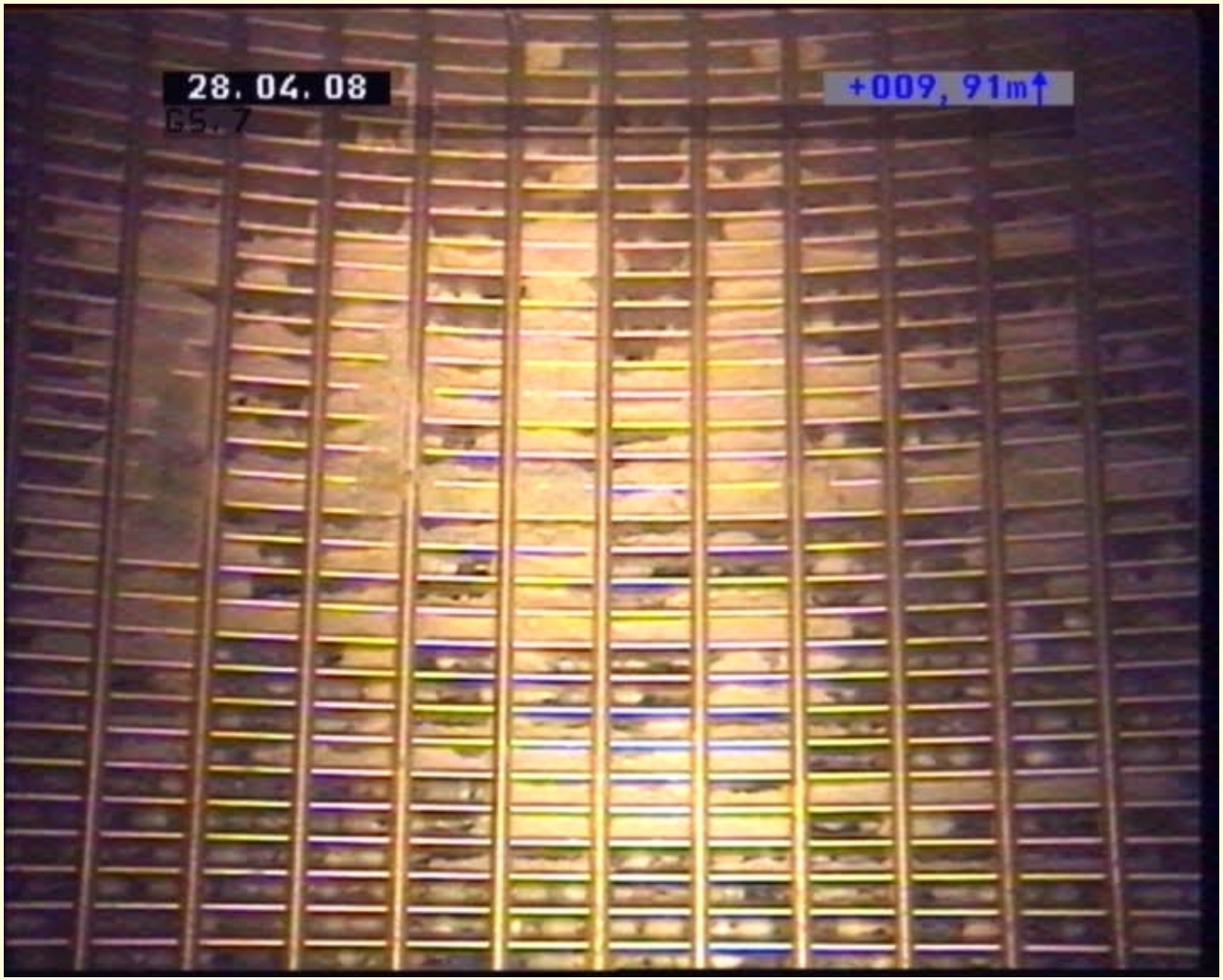




Gasdynamischer Test

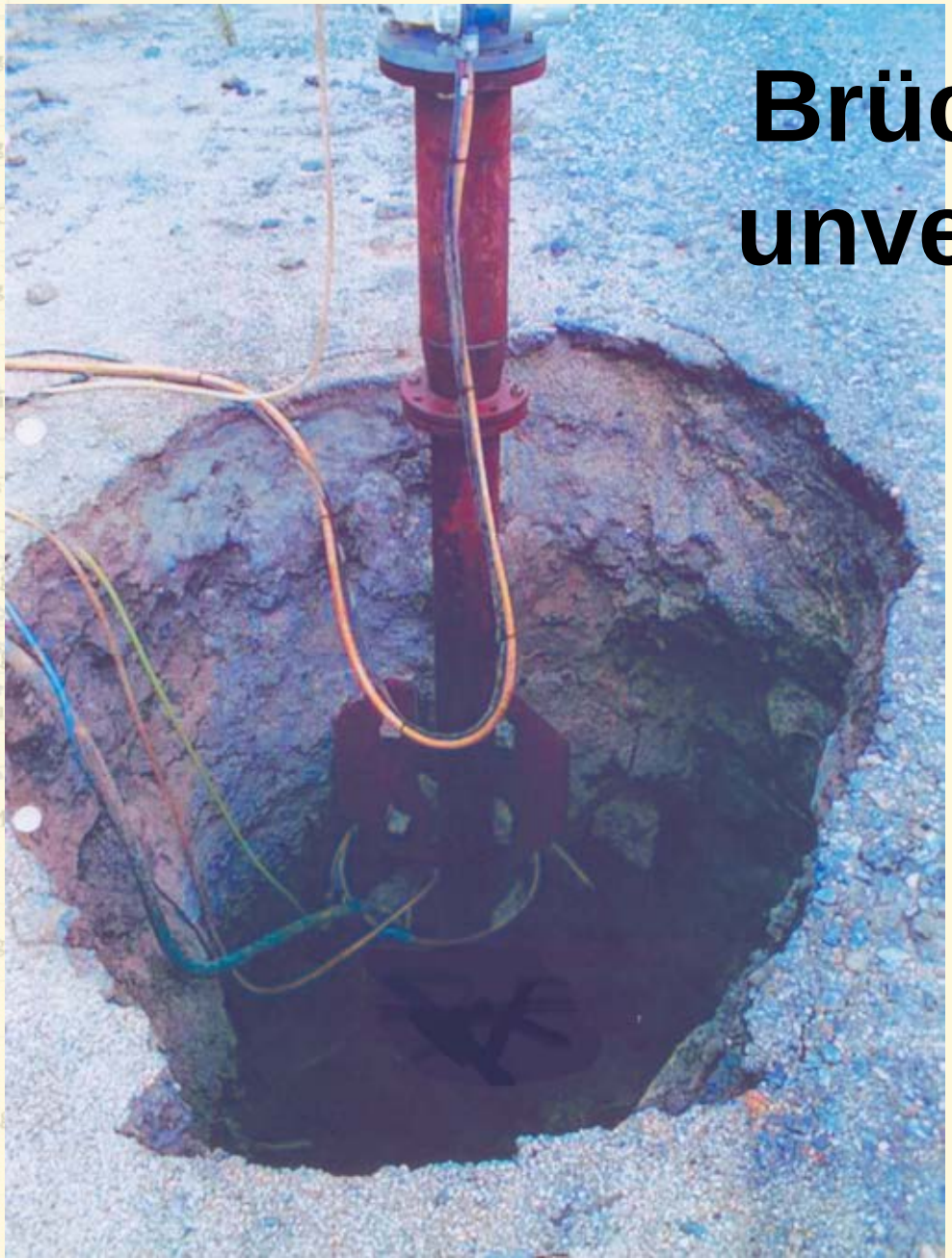
Nachweis von Gasaufstiegsbahnen mit Dichte-Ringraum-Scanner

Kann man Ringraumabdichtungen sehen?
... ohne Geophysik
Antwort: Manchmal schon



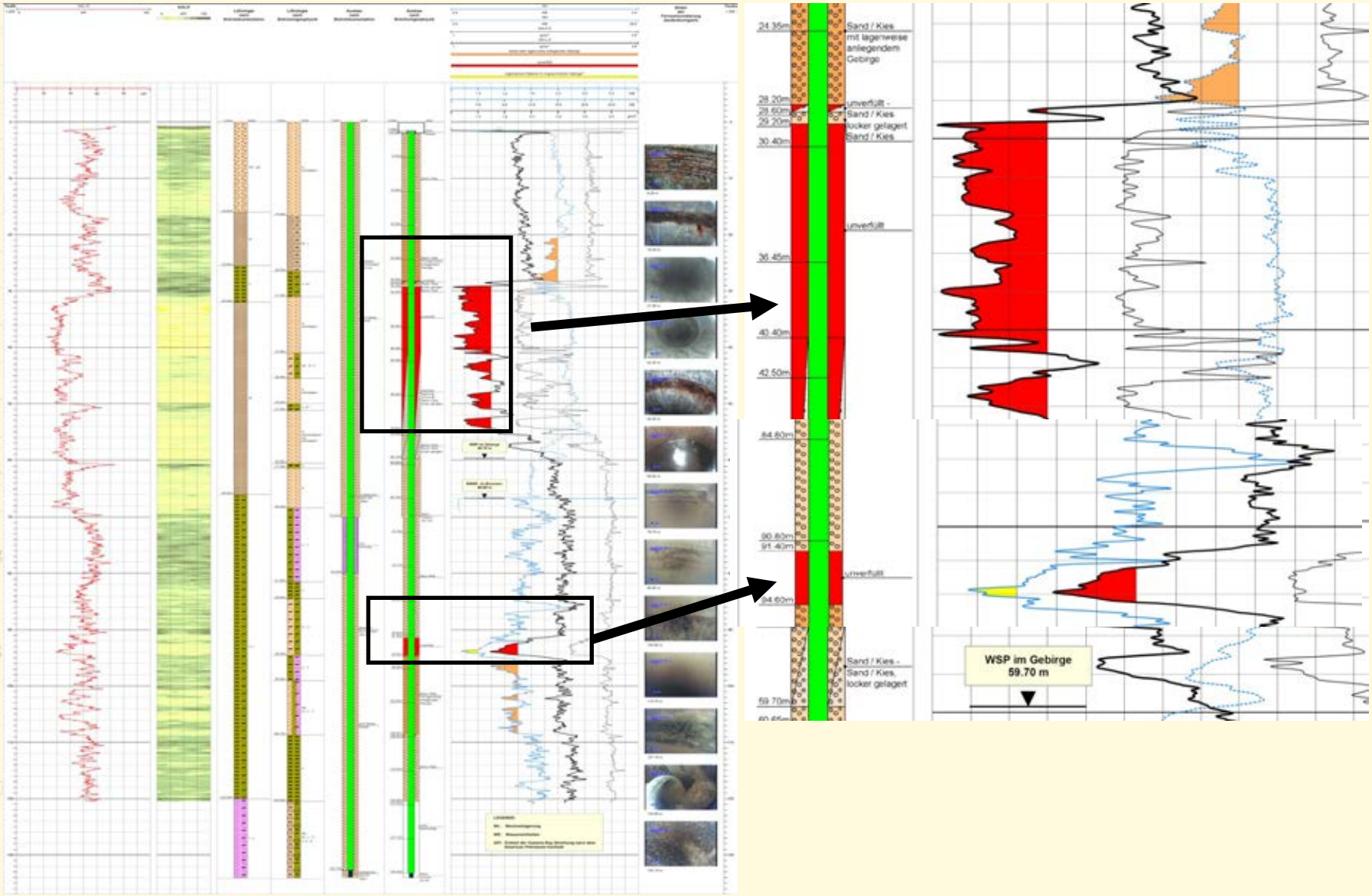
„Hier löst sich gerade eine Ringraumabdichtung in Rauch auf“

Brückenbildungen / unverfüllte Bereiche



Ringraumeinsturz an einem Förderbrunnen

fehlende Ringraumverfüllung



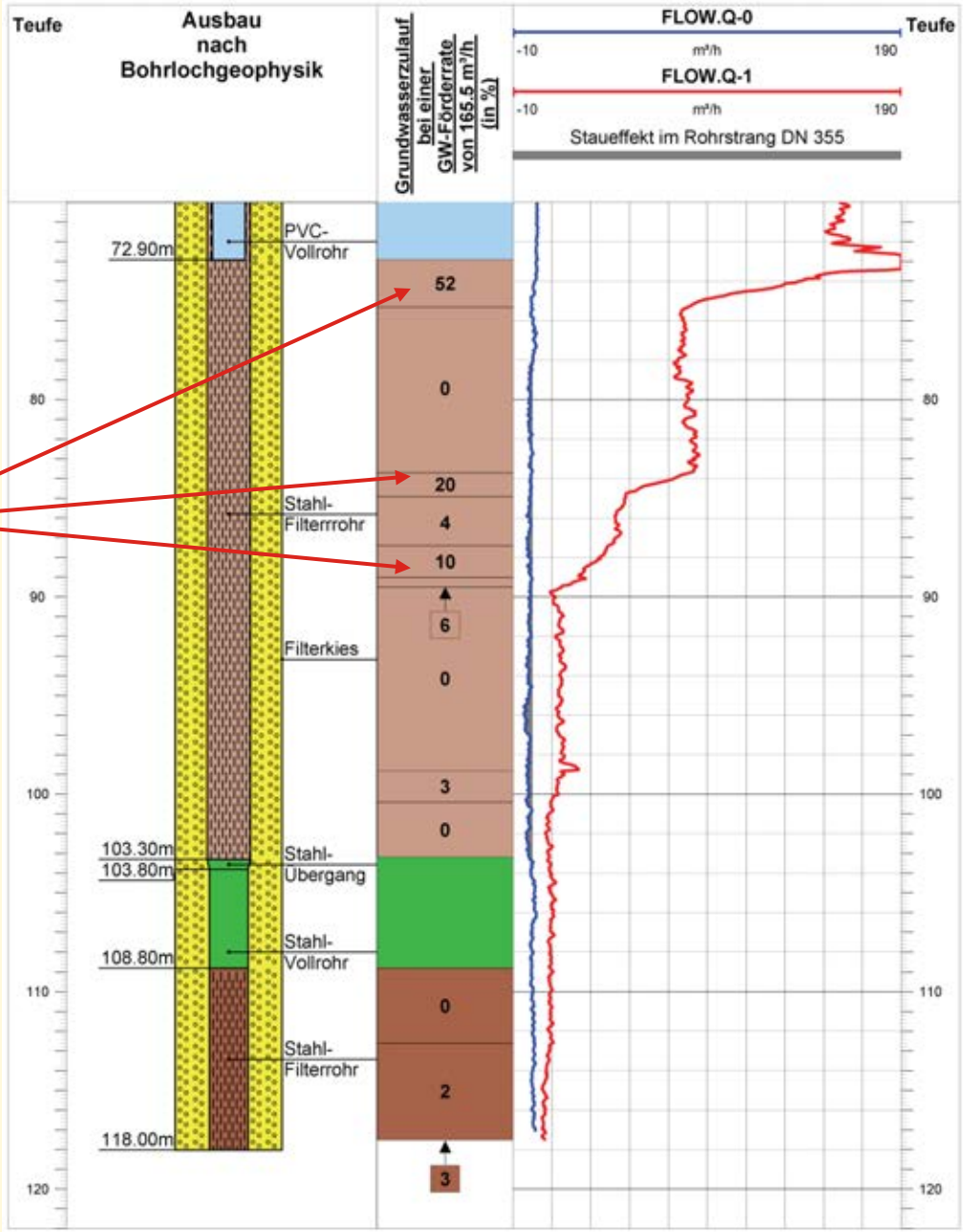
Zuflussprofilierung (Flowmetermessung)

und

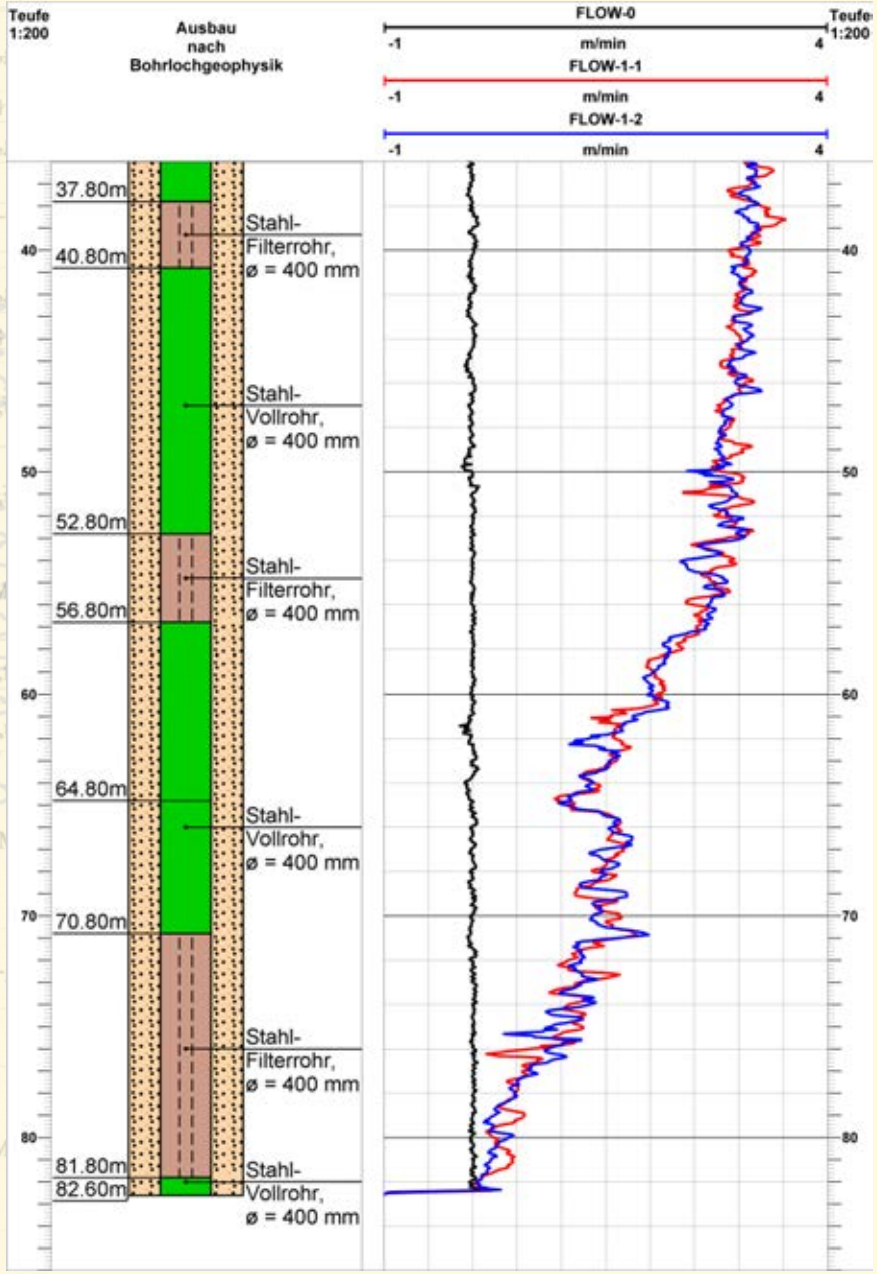
Prüfung der Durchlässigkeit der Filterschlitze und des filternahen Bereiches (Packerflowmetermessung)

Zuflussprofilierung „klassisch“ durch Flowmetermessung

Hauptzuflüsse

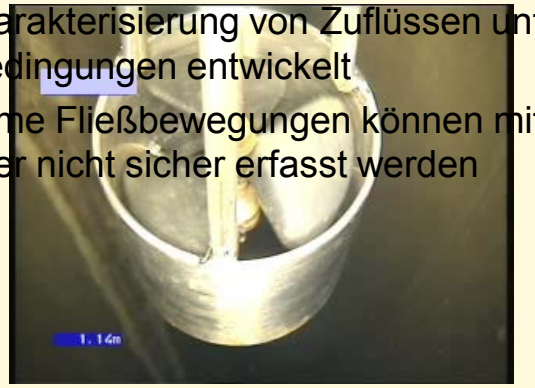


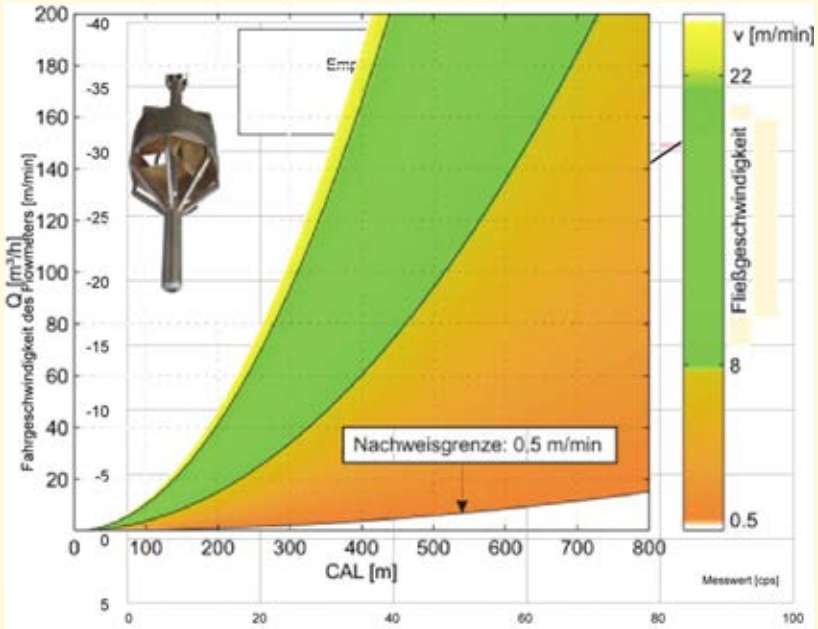
Notwendige Randbedingungen einer Flowmetermessung



– zur Charakterisierung von Zuflüssen unter Förderbedingungen entwickelt

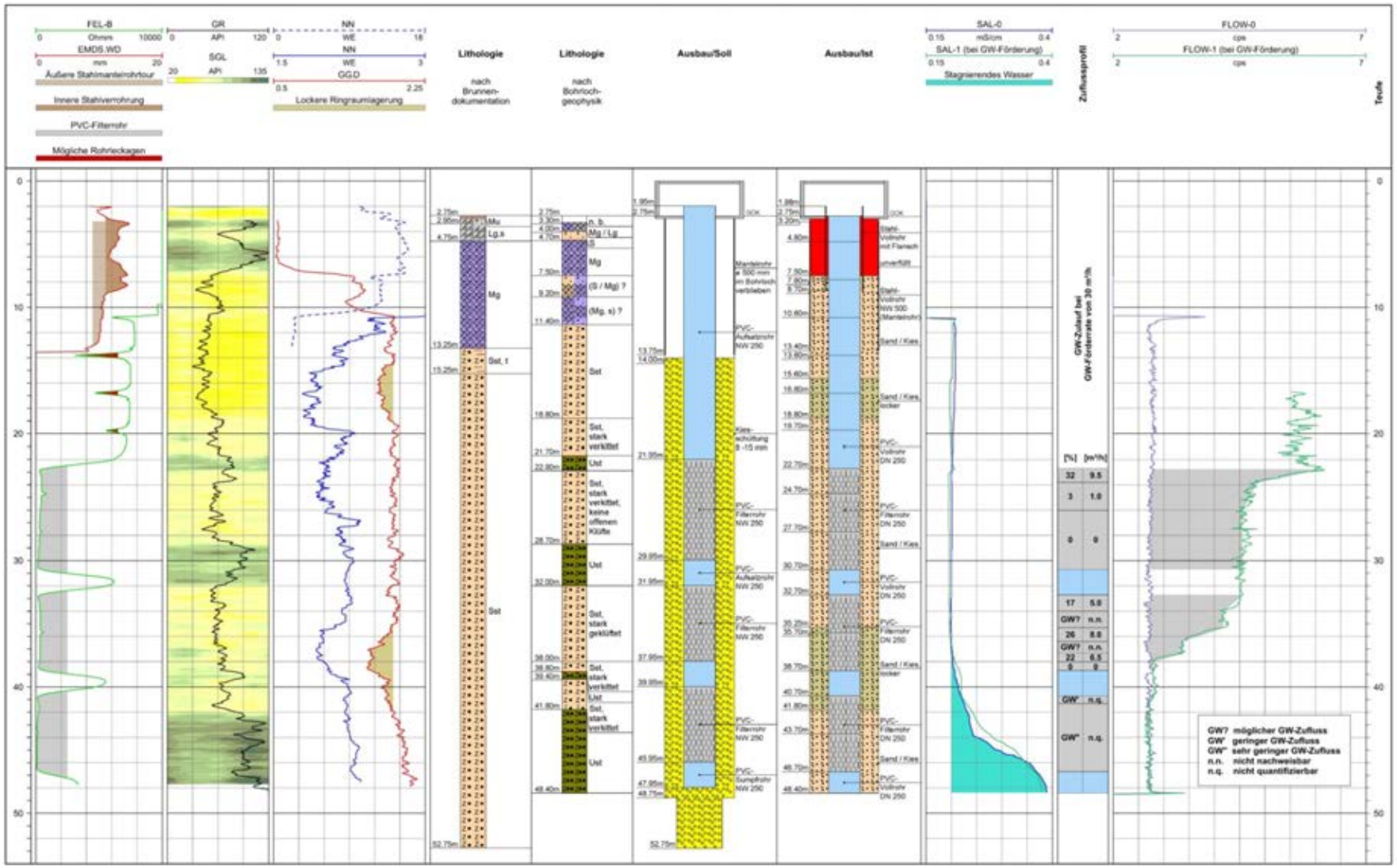
– langsame Fließbewegungen können mit dem Flowmeter nicht sicher erfasst werden



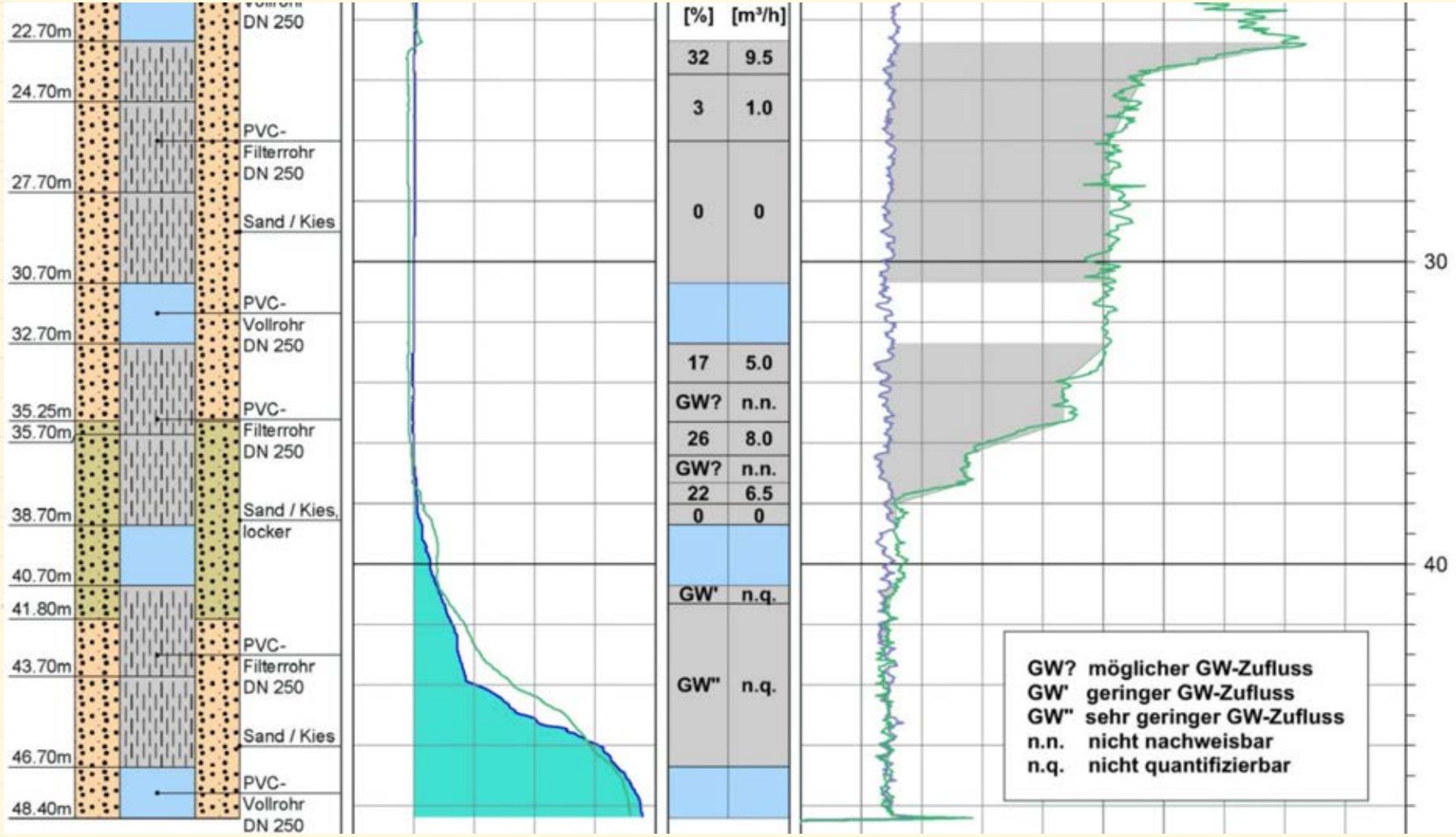


Bohrlochmessung - Storkow GmbH

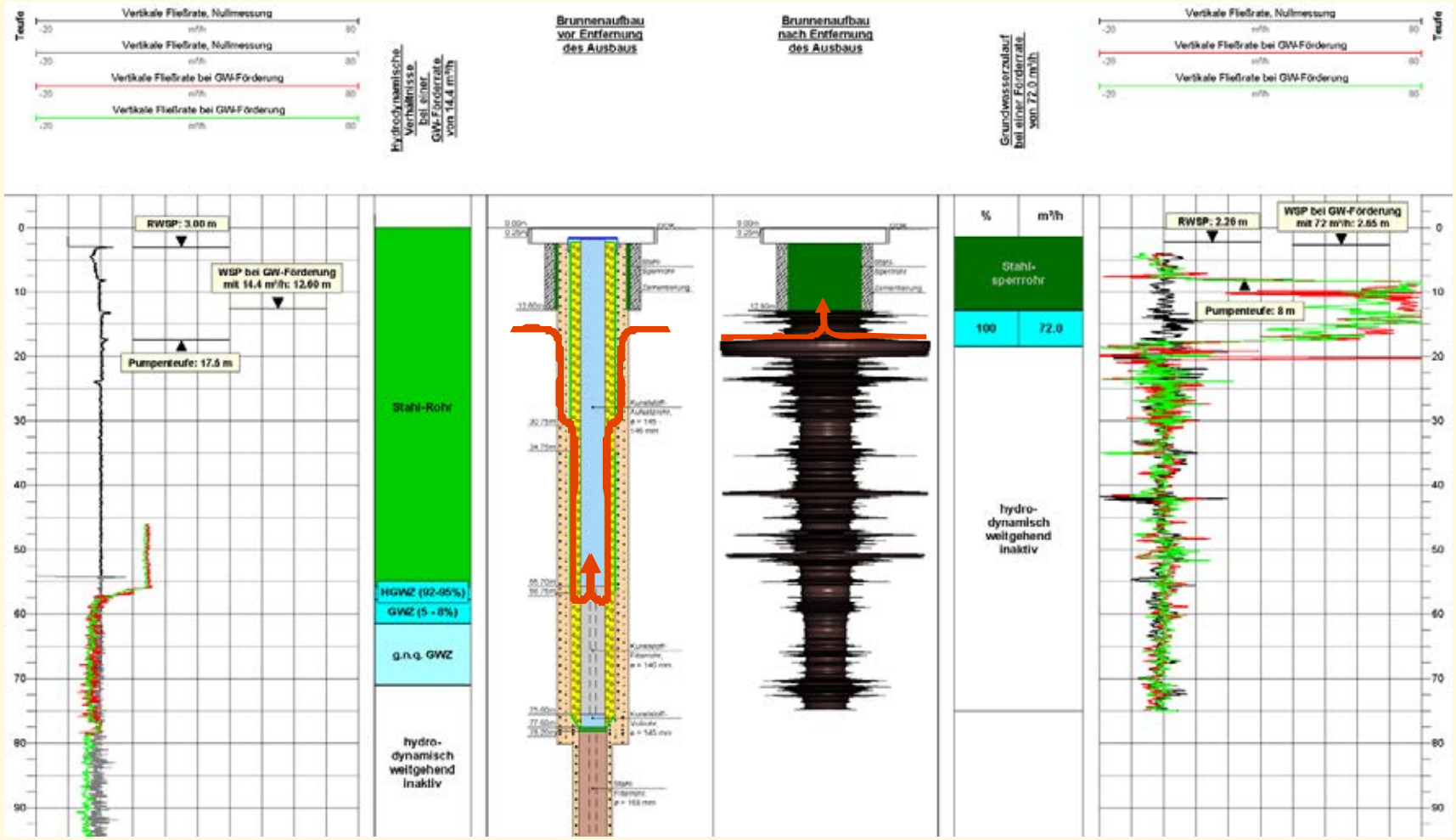
Karsten Baumann



Bohrlochmessung - Storkow GmbH

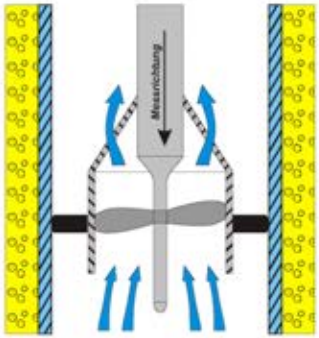


Bohrlochmessung - Storkow GmbH

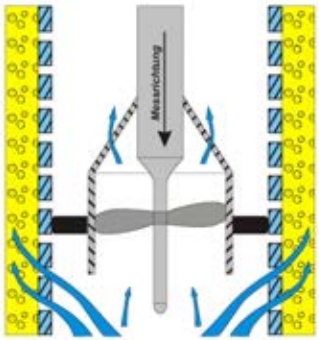


Dr. Lux - Geophysikalische Fachberatung GbR

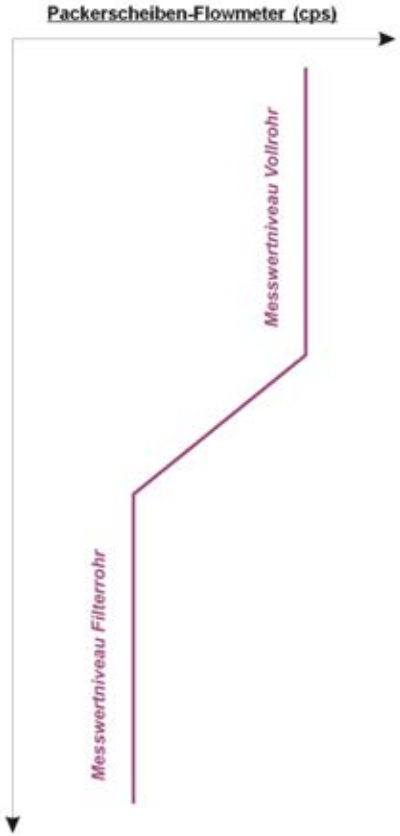
Prinzip Packer-Flowmeter



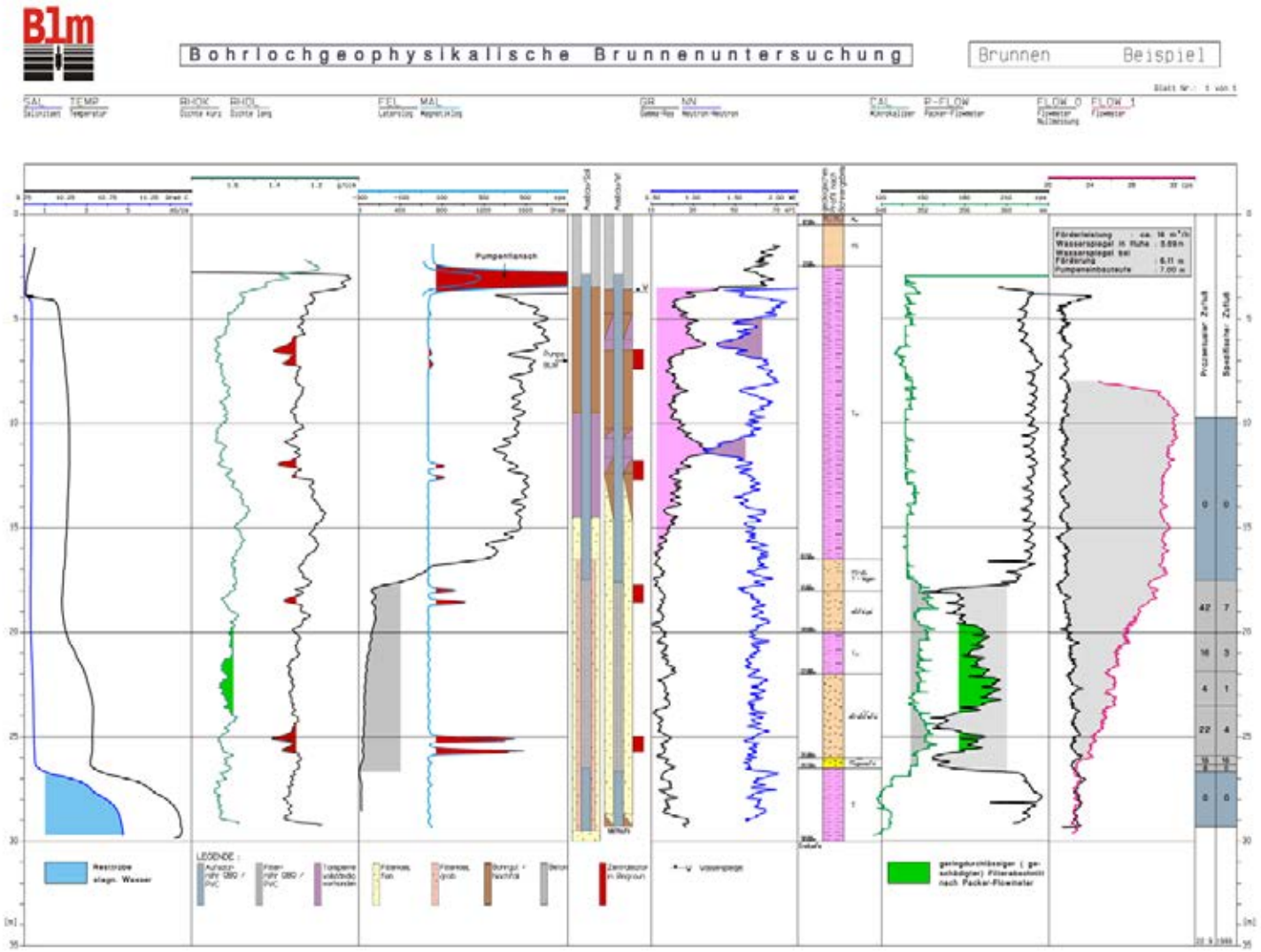
Vollrohr



Filterrohr

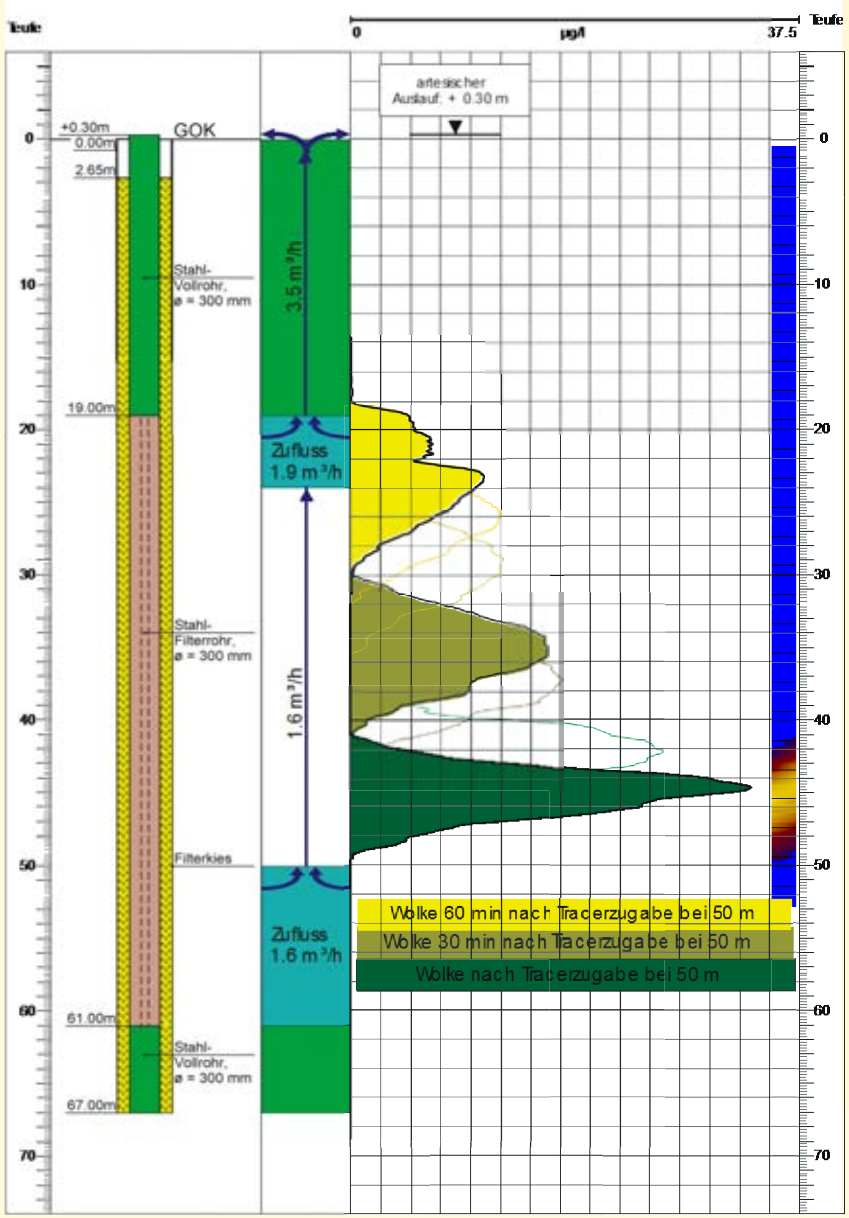


Bohrlochmessung - Storkow GmbH



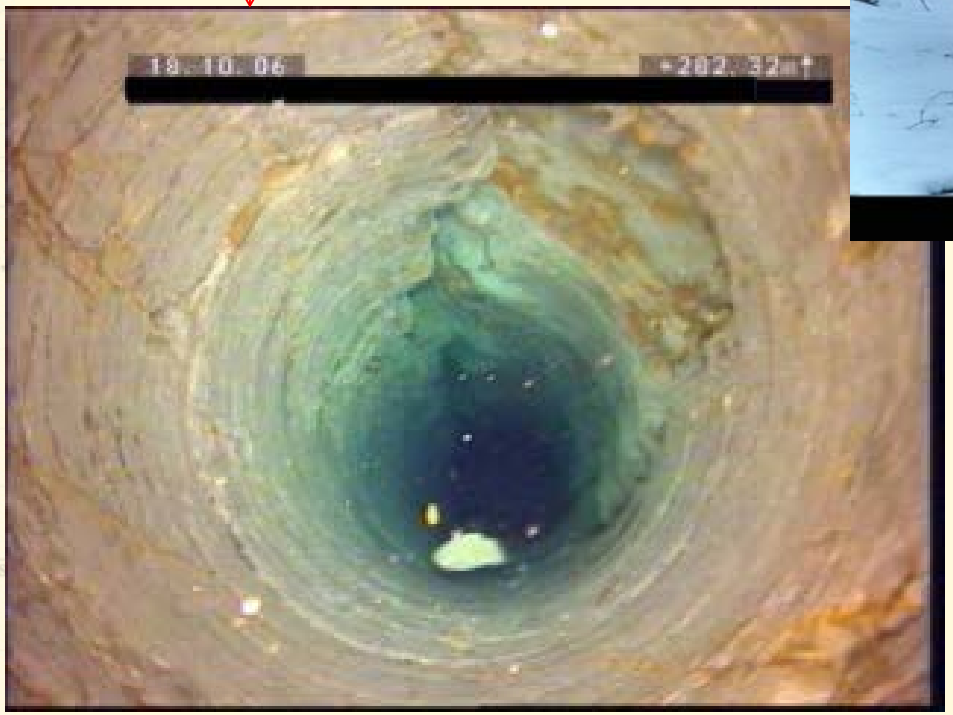
Versuchsdurchführung

- teufenorientierte Tracereingabe
- wiederholte Messungen der Tracerkonzentration (im Beispiel in einer Stunde 6 Messungen)



Herzlichen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

Klüfte in Festgesteinsbohrung



Wolf in der Nähe von Storkow
Man beachte die Uhrzeit!