

# Übersicht über im AK IP verwendete Probenhalter

H.-M. Münch\*

12. März 2006

## Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Zielsetzung der Probenhalterumfrage</b>	<b>2</b>
<b>2</b>	<b>Ergebnis der Umfrage</b>	<b>3</b>
2.1	Eigentlicher Probenhalter . . . . .	3
2.2	Stromelektroden . . . . .	4
2.3	Potentialelektroden . . . . .	5
<b>A</b>	<b>Werte-Tabellen</b>	<b>6</b>
<b>B</b>	<b>Fotos</b>	<b>14</b>

---

\*Martin.Muench@Uni-Bonn.de

# 1 Zielsetzung der Probenhalterumfrage

Der Arbeitskreis Induzierte Polarisation (AK IP) in der Deutschen Geophysikalischen Gesellschaft e. V. (DGG) hat es sich zum Ziel gesetzt, „Informationen über vorhandenen Erfahrungen, Daten, Literatur und Apparaturen auszutauschen, an Standards und Referenzmaterialien zu arbeiten sowie Ideen für weitere Arbeiten und gemeinsame Projekte zu sammeln“ (AK-IP HOMEPAGE). S. Kruschwitz und T. Martin von der Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung (BAM) und O. Mohnke von der Technischen Universität Berlin (TU Berlin) haben Oberkirchner Sandstein hinsichtlich seiner Eignung als Referenzmaterial untersucht (KRUSCHWITZ ET AL., 2005). Messungen am Referenzmaterial zum Vergleich der verschiedenen, von Mitgliedern des AK IP verwendeten, Messapparaturen sollen im Frühjahr 2006 durchgeführt werden. Das Vorgehen wird dabei gegenüber einem früheren Versuch verbessert durch optimierte Kontrolle der Veränderungen des Referenzmaterials.

Die Messergebnisse hängen außer von dem verwendeten Probenmaterial (inkl. dessen Eigenschaften wie Sättigung, Temperatur usw.) auch von dem Probenhalter und von der Messelektronik ab. Daher wurden zusätzlich zum Vergleich der Messelektronik von der Forschungszentrum Jülich GmbH in der Helmholtz-Gemeinschaft (FZJ) elektrische Test-Netzwerke gebaut (E. Zimmermann, Zentralinstitut für Elektronik, ZEL), die zusammen mit den Referenzmaterialien verschickt werden sollen. Der Einfluss der Probenhalter wird durch Vergleich zweier Proben untersucht: Eine Probe wird fest in die Messzelle der BAM eingebaut, eine zweite in den Probenhalter der jeweiligen Institution (unter Verwendung des gleichen Fluids). Diese Umfrage nach den verwendeten Probenhaltern im AK IP wurde durchgeführt, um vorab den Gesamtwiderstand der eingebauten Proben abschätzen zu können (zwecks Dimensionierung der Testnetzwerke) sowie die benötigte Fluidmenge. Ein weiteres Ziel war es, einen Überblick über die verwendeten Probenhalter zu gewinnen.

## 2 Ergebnis der Umfrage

Folgende Institutionen (mit den im folgenden verwendeten Abkürzungen) haben sich an der Probenhalterumfrage beteiligt:

- Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung (BAM)
- Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR)
- Forschungszentrum Jülich GmbH in der Helmholtz-Gemeinschaft (FZJ)
- Radic Research GmbH (Radic)
- Rheinisch-Westfälische Technische Hochschule Aachen (RWTH Aachen)
- Technische Universität Clausthal (TU Clausthal)
- Technische Universität Berlin (TU Berlin)
- Rheinische Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn (Uni Bonn)
- Universität zu Köln (Uni Köln)
- Universität Leipzig (Uni Leipzig)
- Montan-Universität Leoben (Uni Leoben)
- Universität Potsdam (Uni Potsdam).

Da teilweise verschiedene Probenhalter verwendet werden (z. B. für Fest- und für Lockergestein) ergibt sich eine Gesamtzahl von zur Zeit etwa<sup>1</sup> 15 unterschiedlichen Probenhaltern.

### 2.1 Eigentlicher Probenhalter

Bei den Probenhaltern handelt es sich praktisch ausschließlich um Eigenbauten. Die RWTH Aachen hat die Endkappen von IUT Dresden gekauft und angepaßt. Die Uni Leipzig hat ihren Probenhalter gemeinsam mit F. Börner vom Deutschen Grundwasserforschungszentrum (DGFZ) gebaut. Radic fertigt die Probenhalter nach Kundenwunsch. Als Material wird meistens (71%) PMMA<sup>2</sup> verwendet. Im Probenhalter der TU Clausthal für Festgestein wird ein Vitonring (-schlauch) plus Manschette verwendet, die TU Berlin benutzen Makrolon<sup>3</sup> und PVC, die Uni Köln Makrolon. Für hydraulische Messungen geeignet sind die Probenhalter von FZJ und RWTH Aachen. Bei

---

<sup>1</sup>Einige Systeme, z. B. dasjenige der TU Berlin, sind so variabel, dass auch eine Klassifizierung als zwei verschiedene Probenhaltertypen in Frage kommt.

<sup>2</sup>Polymethylmethacrylat (PMMA) ist auch unter folgenden Handelsnamen bekannt: Plexiglas (Röhm GmbH & Co. KG, Darmstadt), Acrylite (Cyro), Altuglas EI XD (Altumax), Kuraray PMMA sheet (Kuraray), Luxacryl IR (TUPAJ), Polyman (Schulman), POLYplex (POLYKEMI -1), Spyrex (SPYRO) (siehe <http://www.kunststoff-handelsnamen.de/Default.aspx?tabid=320>). PMMA wird ferner bezeichnet als Lucite, *perspex*, Acrylglas oder Piacryl in den ehemaligen Staaten des RGW. Weitere Informationen können online gefunden werden unter: [http://en.wikipedia.org/wiki/Polymethyl\\_methacrylate](http://en.wikipedia.org/wiki/Polymethyl_methacrylate).

<sup>3</sup>Makrolon<sup>®</sup> ist ein Handelsname für ein Polycarbonat (PC) der Bayer MaterialScience.

der TU Berlin gibt es entsprechende Planungen. Bei der Uni Leipzig sind „[h]ydraulische Messungen [...] insofern möglich, da man in gewissen Grenzen die Salinität der Flüssigkeitsreservoirs, über die die Stromspeisung geht, variieren kann, bzw. an zusätzlichen Positionen an der Probe die Ausbreitung des Fluids über die Änd[er]ung des elektrischen Widerstands erfassen kann“ (FLECHSIG, 2005). Das Proben(halter)volumen reicht von 50 ml (TU Berlin) bis zu 1909 ml (RWTH Aachen). Bei einigen Probenhaltern ist die zum Füllen benötigte Fluidmenge größer als das Probenvolumen: Die Probe ist dort zwischen größeren Fluidbehältern platziert. Nach den vorliegenden Fotografien ist dies bei Probenhaltern der TU Berlin, TU Clausthal, Uni Bonn, Uni Leipzig und Uni Leoben der Fall. Der u. a. für die Untersuchung von Festgestein interessante Innen- bzw. Probendurchmesser (soweit bekannt besitzen alle Probenhalter in dem Bereich einen kreisförmigen Querschnitt) reicht von 20 mm (TU Clausthal, Uni Leipzig, Uni Leoben Festgestein) bis zu 90 mm (RWTH Aachen).

## 2.2 Stromelektroden

Außer dem Elektrolytbecher der TU Clausthal (die außerdem Platten und Netze verwendet) finden in 10 von 16 Probenhaltern (bei 9 von 12 Nutzern) Platten und bei 6 Probenhaltern (bei 4 Nutzern) Netze Anwendung als Stromelektroden (teilweise beides). Die Netze sind allerdings keine grobmaschigen Gitter sondern feinmaschig (wegen der größeren Kontaktfläche als bei Platten). FZJ und RWTH Aachen verwenden u. a. deswegen poröse Platten. Als Materialien finden Platin (6 mal), Edelstahl (4 mal), poröse Bronze (zweimal), und je einmal Aluminium, Kupfer, Silber, Neusilber und Messing Verwendung. Die benutzten Anschlüsse sind ebenfalls recht unterschiedlich: Neben Bananenbuchsen zu 4 mm und 2 mm, Bananensteckern zu 4 mm (alle je dreimal) und ohne Größenangabe (Uni Köln) finden Stecker zu 1 mm (direkt Silberdraht, FZJ), Krokodilklemmen (Uni Bonn) und Edelstahlschrauben (Uni Potsdam) Verwendung.<sup>4</sup> Entsprechend den unterschiedlichen Durchmessern der Probenhalter besitzen die Stromelektroden Flächen zwischen 3,46 cm<sup>2</sup> (BAM) und 63,6 cm<sup>2</sup> (RWTH Aachen und Uni Potsdam). Die Stromelektroden sind allerdings oft größer als der Innendurchmesser des Probenhalters (effektive Größe). Die Länge der verwendbaren Probe wird durch den Abstand der Stromelektroden, teilweise auch durch den Abstand der Potentialelektroden gegeben. Die Stromelektroden sind zwischen 40 mm (TU Berlin, minimaler variabler Abstand) und 340 mm (TU Clausthal, maximaler variabler Abstand) voneinander entfernt.

---

<sup>4</sup>Die FZJ-Testnetzwerke sind mit Bananenbuchsen zu 4 mm ausgestattet, sodass es allen Gruppen möglich sein sollte, ihre Geräte daran anzuschließen.

## 2.3 Potentialelektroden

Als Potentialelektroden werden entweder Ring- (10) oder Stiftelektroden (6 Stück) benutzt. Als Material finden Verwendung: Silberdraht (6 mal), Platin (4), Edelstahl (3), Ag/AgCl (2) und einmal Neusilber. Strom- und Spannungselektroden bestehen dabei nur in vier Fällen aus dem gleichen Material, in sieben Fällen nicht, in drei Fällen kommt es auf die gewählte Kombination der verschiedenen verfügbaren Elektrodenmaterialien an. Die Anschlüsse der Potentialelektroden sind jedoch überwiegend (10 von 13 Fällen) identisch mit den jeweiligen Anschlüssen der Stromelektroden. Als Anschlüsse der Potentialelektroden finden Verwendung: Bananenbuchsen zu 4 mm (3 mal) und 2 mm (1 mal), Bananensteckern zu 4 mm (4 mal) und ohne Angabe (Uni Köln), ferner Prüfbuchsen MPB1 RT (2 mm) (zweimal, TU Clausthal), Stecker zu 1 mm (direkt Silberdraht, FZJ) und Krokodilklemmen (Uni Bonn). Der Abstand der Potentialelektroden (der teilweise die maximale Probenlänge definiert) reicht von 10 mm (TU Berlin, kleinster variabler Abstand) bis zu 110 mm (Uni Leipzig, größter variabler Abstand).

Aus den einzelnen Daten, die im Anhang A angegeben sind, können Zusatzinformationen wie verschiedene Geometriefaktoren berechnet werden. Im Anhang B sind Fotografien der Probenhalter wiedergegeben.

### Hinweis

Fragen zum Probenhalter der Uni Bonn sind bitte an

<mailto:zisser@geo.uni-bonn.de>

zu richten, für Fragen zu den Probenhaltern des FZJ stehe ich jedoch zur Verfügung.

## Danksagung

Ich bedanke mich hiermit bei den Teilnehmern dieser Probenhalterumfrage.

## Literatur

- AK-IP HOMEPAGE: <http://www.dgg.tu-berlin.de/aks/ip.php>
- FLECHSIG, CH. (2005): persönliche Mitteilung vom 09.12.2005.
- KRUSCHWITZ, S., MARTIN, T., MOHNKE, O. (2005): Diskussionspapier Oberkirchner Sandstein als Referenzmaterial für SIP-Messungen, BAM und TU Berlin, 29.09.2005.

## A Werte-Tabellen

<b>Verwendende Institution</b>		BAM	BGR	FZJ
Kontakt		sabine.kruschwitzbam.de	m.furchebgr.de	a.kemnafz-jueulich.de
Anmerkung				2 Probenhalter und 1 Stechzylinder
<b>Probenhalter</b>				
- Material		PMMA	PMMA	PMMA
- geeignet für hydraulische Messungen		nein	nein	ja
- Innendurchmesser [mm]		21	59	60
- Volumen [ml]		59	488	848
<b>Stromelektroden</b>				
- Material		Edelstahl (V2a)	Edelstahl	SIKA-B 12 Filterbronze, 4 mm dick
- Art		Platten	Platten	Platten
- Anschlüsse		Bananenbuchsen, 4 mm	Miniaturbuchsen, 2 mm	Stecker, 1 mm (Silberdraht)
- Abstand voneinander [mm]		170	185	300
- Fläche [cm <sup>2</sup> ]		3,46	26,4	28,3
- Durchmesser [mm]		21	58	70 (effektiv 60)
<b>Potentialelektroden</b>				
- Material		Neusilber	Edelstahl	Silberdraht (Cu versilbert)
- Art		Drahtringe	Drahtringe	Drahtringe
- Anschlüsse		Bananenbuchsen, 4 mm	Miniaturbuchsen, 2 mm	Stecker, 1 mm (Silberdraht)
- Abstand voneinander [mm]		55	68	100
Eigenbau (j/n)?		ja	ja	ja
ggf. Hersteller				
Photo		Abb. 1	Abb. 2	Abb. 3 und 4

<b>Verwendende Institution</b>	Radic Research GmbH	RWTH Aachen
Kontakt	tino.radict-online.de	klitzschgeophysik.rwth-aachen.de
Anmerkung	nach KRUSCHWITZ ET AL. (2005)	3 Probenhalter
<b>Probenhalter</b>		
- Material		PMMA
- geeignet für hydraulische Messungen		ja
- Innendurchmesser [mm]		90
- Volumen [ml]		1909
<b>Stromelektroden</b>		
- Material	z. B. Kupfer	SIKA-B <?> Filterbronze, 5 mm dick
- Art	Platten	Platten
- Anschlüsse		Bananenbuchsen, 4 mm
- Abstand voneinander [mm]		300
- Fläche [cm <sup>2</sup> ]		63, 6
- Durchmesser [mm]	> 70	90
<b>Potentialelektroden</b>		
- Material	z. B. Silberdraht	Silberdraht
- Art	Drahtringe	Drahtringe
- Anschlüsse		Bananenbuchsen, 4 mm
- Abstand voneinander [mm]		100
Eigenbau (j/n)?	ja	tw., Endkappen gekauft u. angepasst
ggf. Hersteller	Anfertigung nach Kundenwunsch	Endkappen von IUT Dresden
Photo	Abb. 5	Abb. 6 und 7



<b>Verwendende Institution</b>	TU Clausthal	TU Clausthal
Kontakt	matthias.halischgmx.de	matthias.halischgmx.de
Anmerkung	Festgestein	Lockergestein
<b>Probenhalter</b>		
- Material	Vitonring (-schlauch) + Manschette	PMMA
- geeignet für hydraulische Messungen	nein	nein
- Innendurchmesser [mm]	20 und 25	40
- Volumen [ml]	61 – 72 (2 · 1 000 ml für Elektrolytbecher)	72 (2 · 1 000 ml für Elektrolytbecher)
<b>Stromelektroden</b>		
- Material	Platin	Platin
- Art	Netz (Gewebe)	Netz (Gewebe)
- Anschlüsse	Bananenbuchsen, 2 mm	Bananenbuchsen, 2 mm
- Abstand voneinander [mm]	290 – 340 (variabel nach Probenlänge)	340 (leicht variabel)
- Fläche [cm <sup>2</sup> ]	21, 2	21, 2
- Durchmesser [mm]	46 x 46	46 x 46
<b>Potentialelektroden</b>		
- Material	Platin oder wahlweise Ag/AgCl	Platin oder wahlw. Ag/AgCl
- Art	Ringelektrode ( $d = 20$ u. $25$ mm)	Ringelektrode (40 mm Durchmesser)
- Anschlüsse	Prüfbuchse MPB1 RT (2 mm)	Prüfbuchse MPB1 RT (2 mm)
- Abstand voneinander [mm]	25 – 40	54
Eigenbau (j/n)?	ja	ja
ggf. Hersteller		
Photo	Abb. 8 und 9	Abb. 9, 10 und 11

<b>Verwendende Institution</b>	TU Berlin	Uni Bonn
Kontakt	mamuegeophysik.tu-berlin.de	zissergeo.uni-bonn.de
Anmerkung		
<b>Probenhalter</b>		
- Material	Makrolon, PVC	PMMA
- geeignet für hydraulische Messungen	noch nicht, aber in Planung	nein
- Innendurchmesser [mm]	36	34
- Volumen [ml]	50 – 101	400
<b>Stromelektroden</b>		
- Material	Silber/Neusilber/Messing (je nach Typ), Elektrolyt (Platinnetz)	Edelstahl
- Art	Platten bzw. Elektrolytbecher/Platinnetz	Platten
- Anschlüsse	Bananenbuchsen, 4 mm	Krokodilklemmen
- Abstand voneinander [mm]	40 – 80, variabel je nach Typ	ca. 160
- Fläche [cm <sup>2</sup> ]	10, 2	ca. 25
- Durchmesser [mm]	40 (effektiv 36)	ca. 56
<b>Potentialelektroden</b>		
- Material	alle Typen: Silberdraht	Edelstahl
- Art	Stifte, 1 mm	Stifte
- Anschlüsse	Bananenbuchsen, 4 mm	Krokodilklemmen
- Abstand voneinander [mm]	10, 15 und 20, variabel	ca. 55
Eigenbau (j/n)?	ja	ja
ggf. Hersteller		
Photo	Abb. 12	Abb. 13

<b>Verwendende Institution</b>	Uni Köln	Uni Leipzig
Kontakt	bergersgeo.uni-koeln.de	geoflecrz.uni-leipzig.de
Anmerkung	kompatibel mit Apparatur der TU Berlin	
<b>Probenhalter</b>		
- Material	Makrolon	PMMA
- geeignet für hydraulische Messungen	nein	mit Einschränkungen
- Innendurchmesser [mm]	36	20 – 40
- Volumen [ml]	61, 1	514 – 696
<b>Stromelektroden</b>		
- Material	Aluminium	Platin
- Art	Platten	Netz (Gewebe)
- Anschlüsse	Bananenstecker	Bananenstecker, 4 mm
- Abstand voneinander [mm]	60	variabel je nach Probenlänge, i.a. 170 – 230
- Fläche [cm <sup>2</sup> ]	10, 2	30, 25
- Durchmesser [mm]	36	55 x 55
<b>Potentialelektroden</b>		
- Material	Silberdraht (Cu versilbert)	Edelstahl
- Art	Stifte	Stifte, 1 mm
- Anschlüsse	Bananenstecker	Bananenstecker, 4 mm
- Abstand voneinander [mm]	variabel: 10, 15, 20	variabel je nach Probenlänge, i.a. 40 – 110
Eigenbau (j/n)?	ja	ja (gemeinsam mit F. Börner/DGFZ)
ggf. Hersteller		
Photo	nicht verfügbar	Abb. 14

<b>Verwendende Institution</b>	Uni Leoben	Uni Leoben
Kontakt	norbert.schleifermu-leoben.at	norbert.schleifermu-leoben.at
Anmerkung	Festgestein	Lockersediment
<b>Probenhalter</b>		
- Material	PMMA	PMMA
- geeignet für hydraulische Messungen	nein	nein
- Innendurchmesser [mm]	20 (Probendurchmesser)	55
- Volumen [ml]	522	380
<b>Stromelektroden</b>		
- Material	Platin	Platin
- Art	Netz	Netz
- Anschlüsse	Bananenstecker, 4 mm, Klemmen	Bananenstecker, 4 mm
- Abstand voneinander [mm]	145	160
- Fläche [cm <sup>2</sup> ]	36	23,8
- Durchmesser [mm]	60 x 60	55
<b>Potentialelektroden</b>		
- Material	Platin	Platin
- Art	Stift, 1 mm	Drahtringe, 1 mm
- Anschlüsse	Bananenstecker, 4 mm, Klemmen	Bananenstecker, 4 mm
- Abstand voneinander [mm]	50	22
Eigenbau (j/n)?	ja	ja
ggf. Hersteller		
Photo	Abb. 15 und 16	nicht verfügbar

<b>Verwendende Institution</b>	Uni Potsdam
Kontakt	elueckgeo.uni-potsdam.de
Anmerkung	
<b>Probenhalter</b>	
- Material	PMMA
- geeignet für hydraulische Messungen	nein
- Innendurchmesser [mm]	80
- Volumen [ml]	1081
<b>Stromelektroden</b>	
- Material	Edelstahl
- Art	Platten
- Anschlüsse	Edelstahlschrauben
- Abstand voneinander [mm]	170
- Fläche [cm <sup>2</sup> ]	63, 6
- Durchmesser [mm]	90
<b>Potentialelektroden</b>	
- Material	Silber
- Art	Drahringe
- Anschlüsse	Bananenstecker, 4 mm
- Abstand voneinander [mm]	100
Eigenbau (j/n)?	ja
ggf. Hersteller	
Photo	Abb. 17

## B Fotos

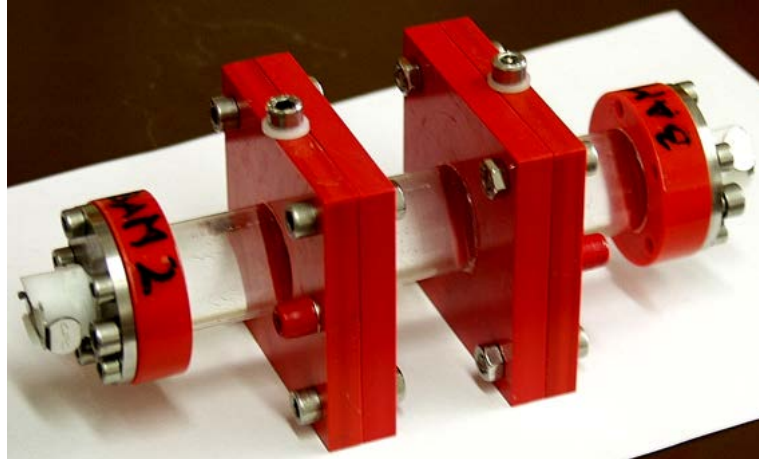


Abbildung 1: Probenhalter BAM.

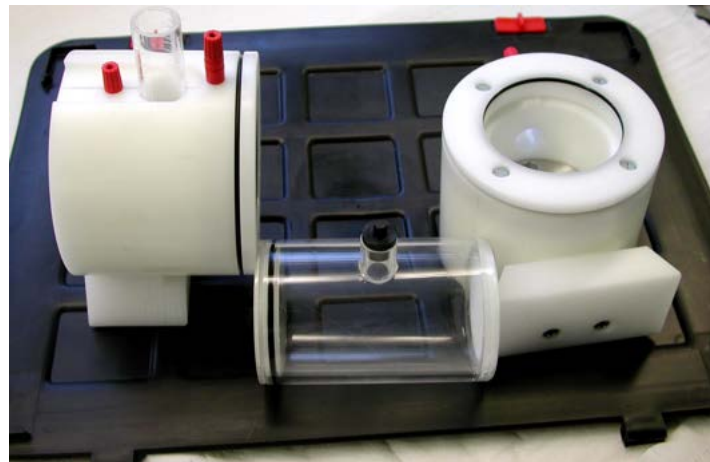


Abbildung 2: Probenhalter BGR.

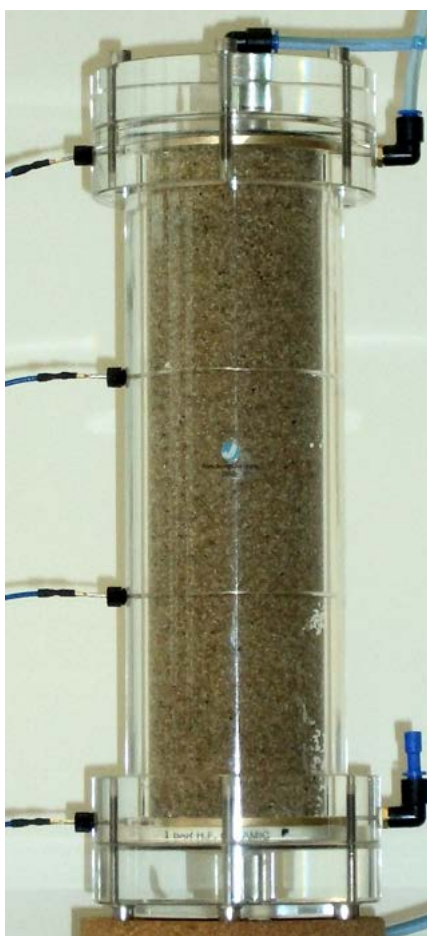


Abbildung 3: Probenhalter FZJ.



Abbildung 4: Messsystem FZJ.



Abbildung 5: Beispiel eines Probenhalters von Radic.



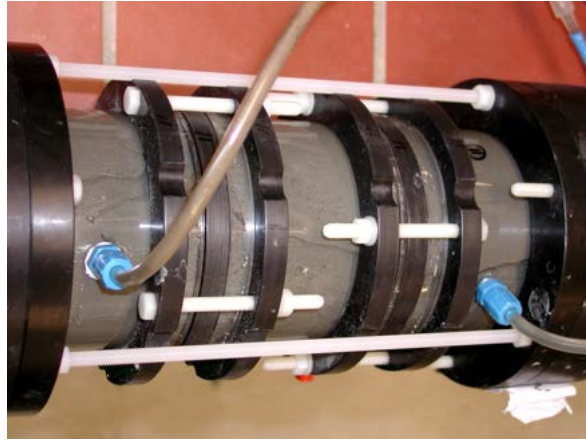


Abbildung 6: Probenhalter RWTH Aachen (EPSN0005).



Abbildung 7: Probenhalter RWTH Aachen (Zelle).

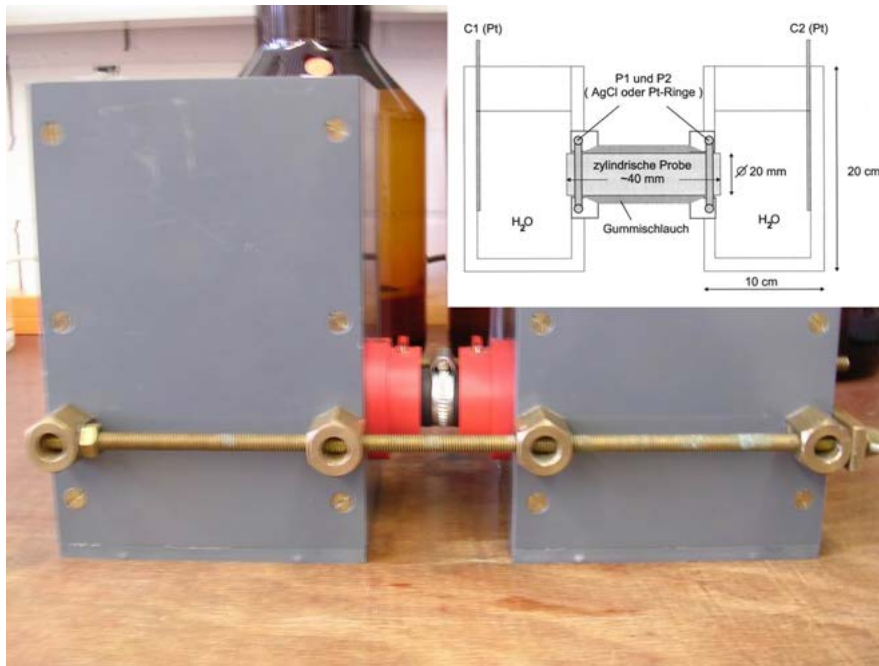


Abbildung 8: Probenhalter TU Clausthal für Festgestein, Seitenansicht.

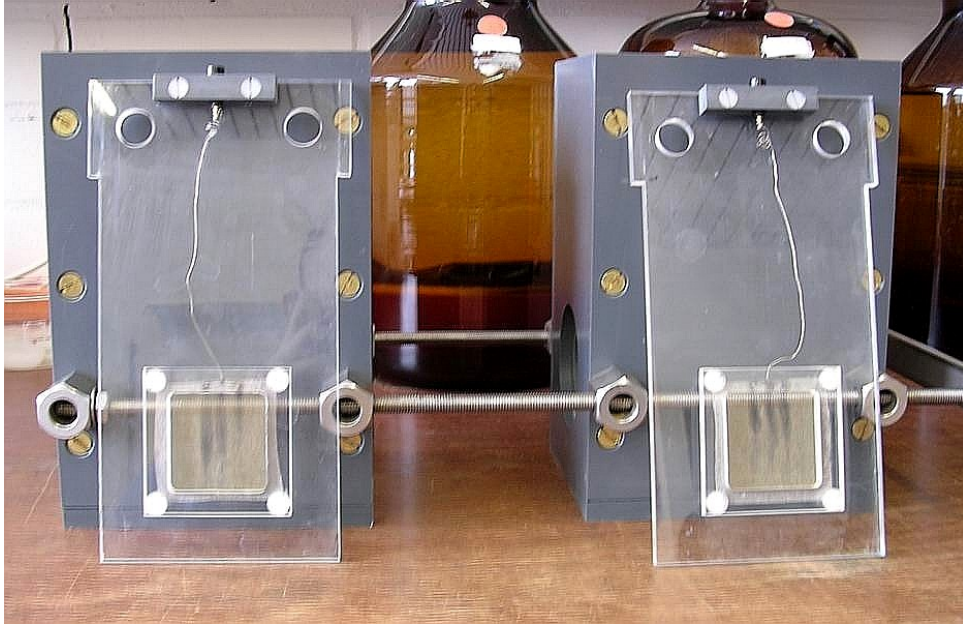


Abbildung 9: Probenhalter TU Clausthal, Stromelektroden.

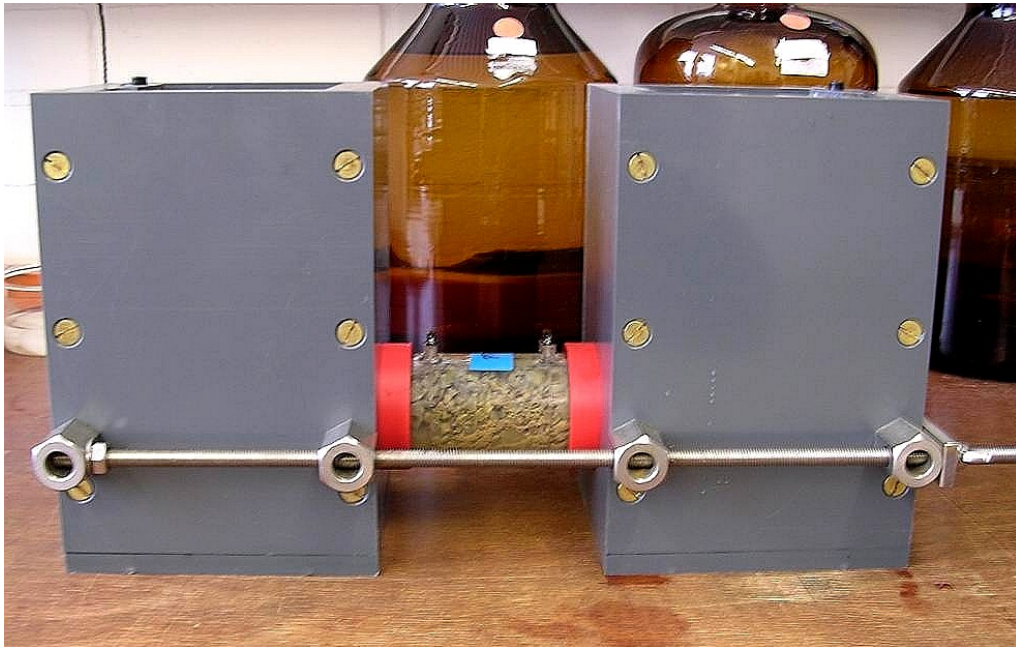


Abbildung 10: Probenhalter TU Clausthal für Lockersediment, Seitenansicht.



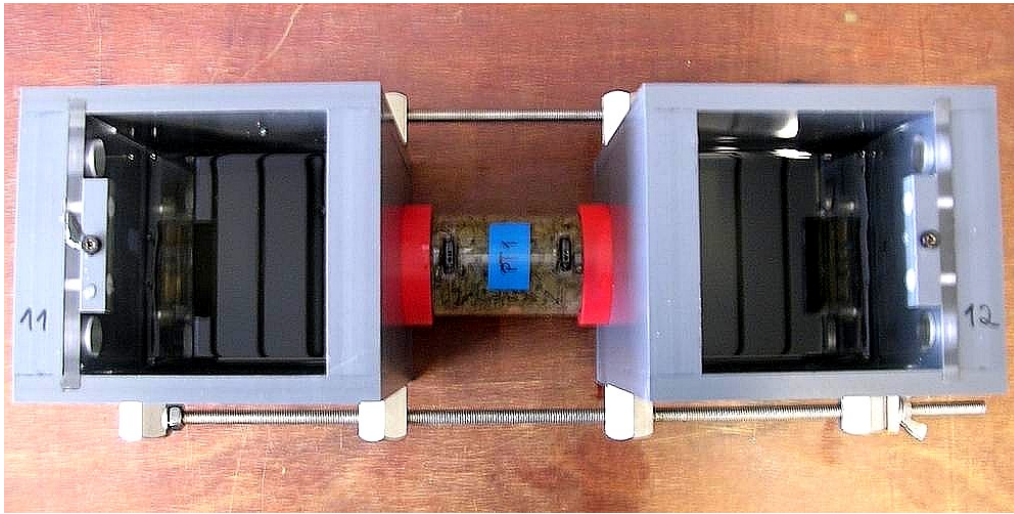


Abbildung 11: Probenhalter TU Clausthal für Lockersediment, Aufsicht.

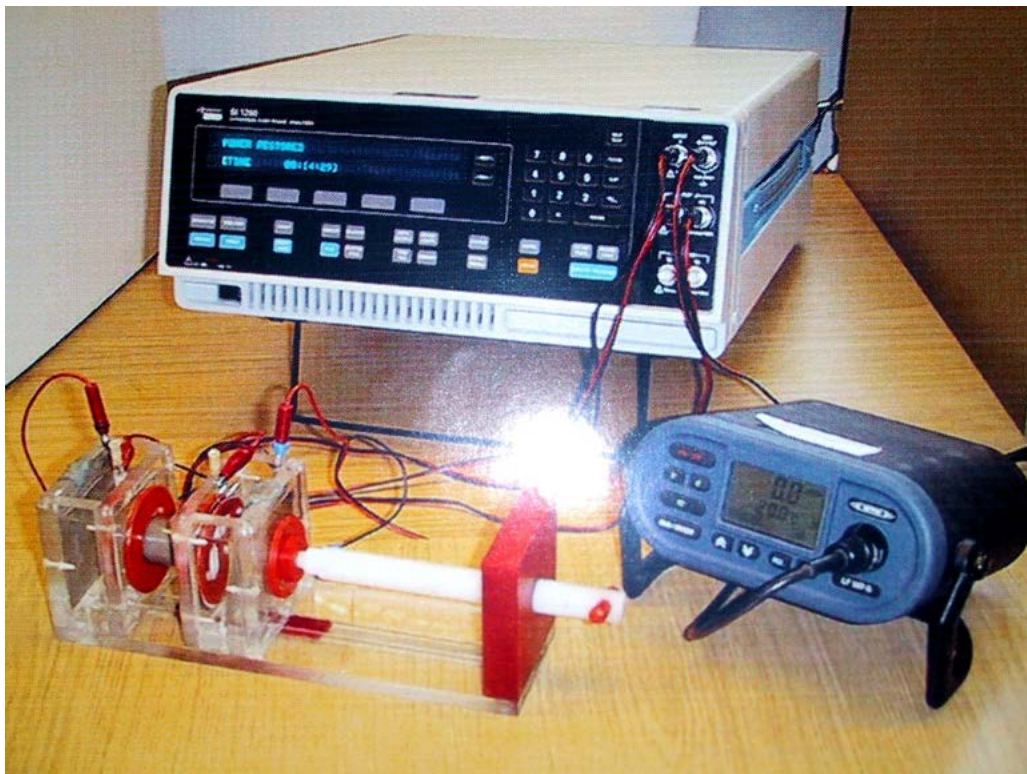


Abbildung 12: Messsystem TU Berlin.

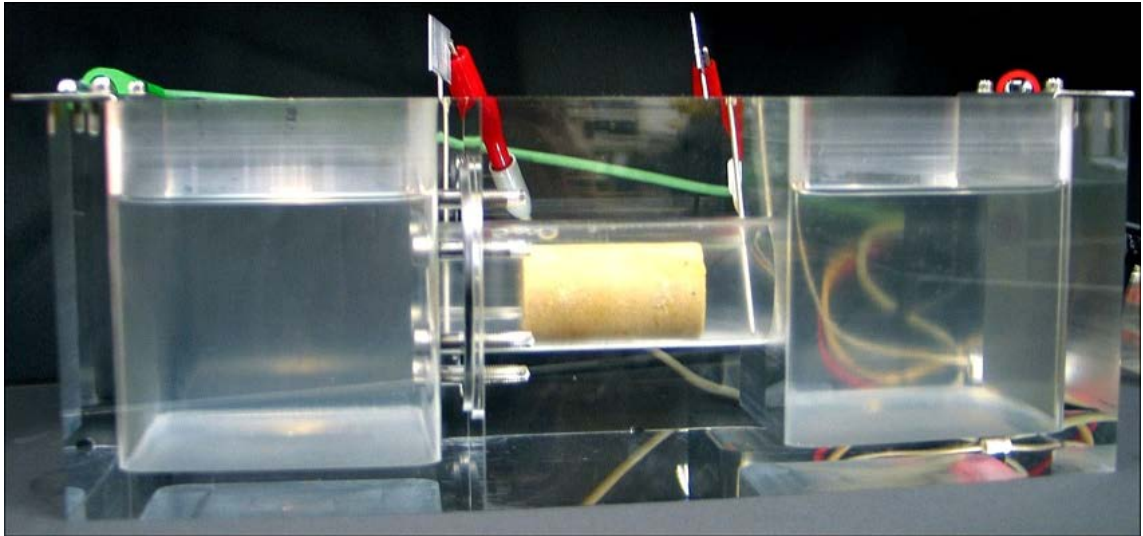


Abbildung 13: Probenhalter Uni Bonn.

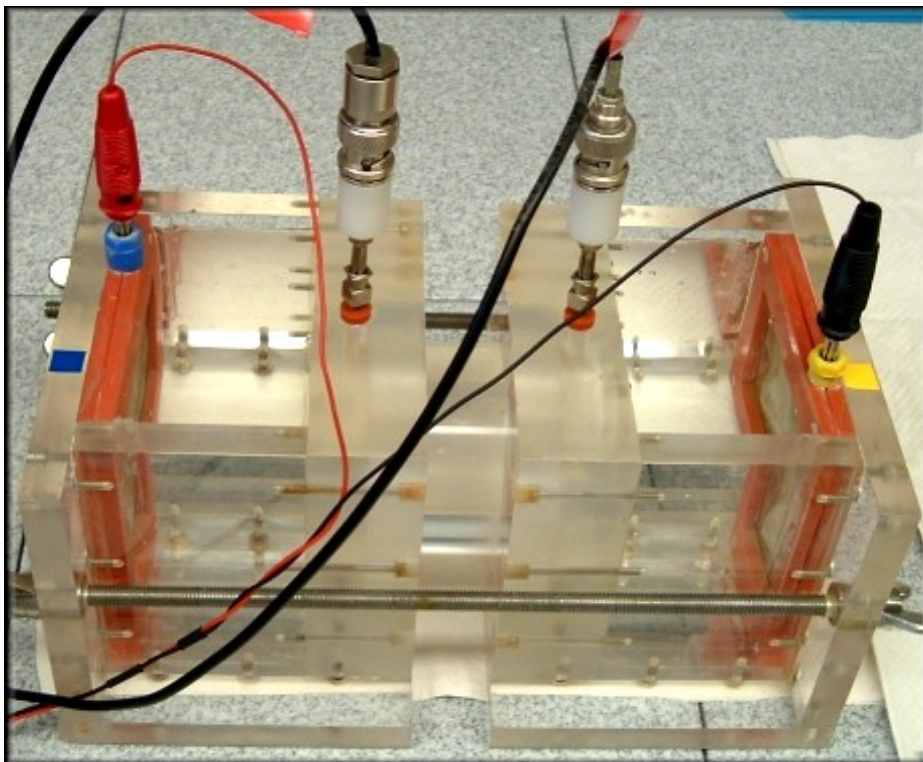


Abbildung 14: Probenhalter Uni Leipzig.

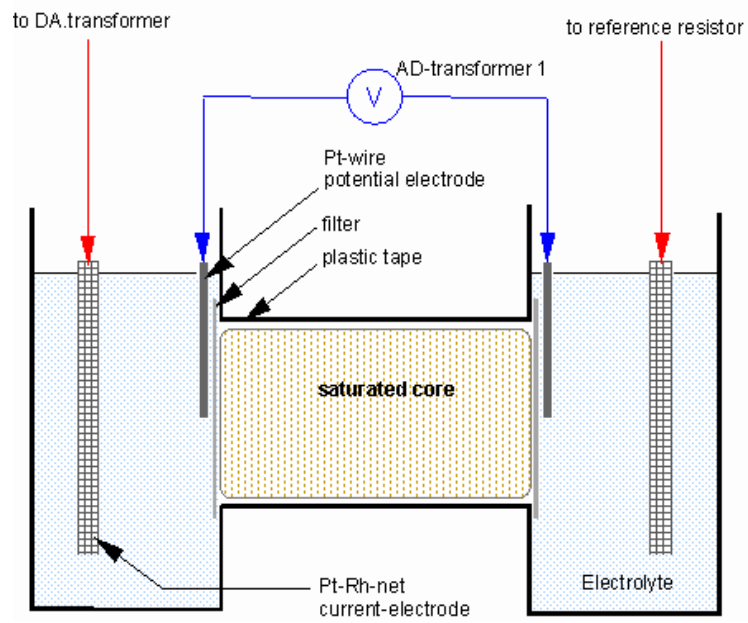


Abbildung 15: Probenhalter Uni Leoben für Festgestein, Schema.

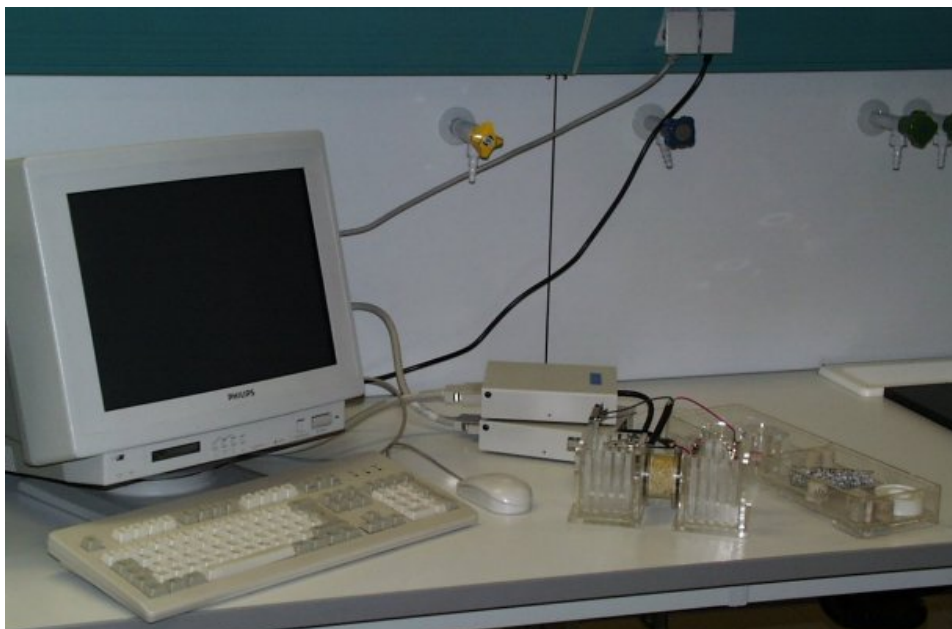


Abbildung 16: Probenhalter Uni Leoben für Festgestein.



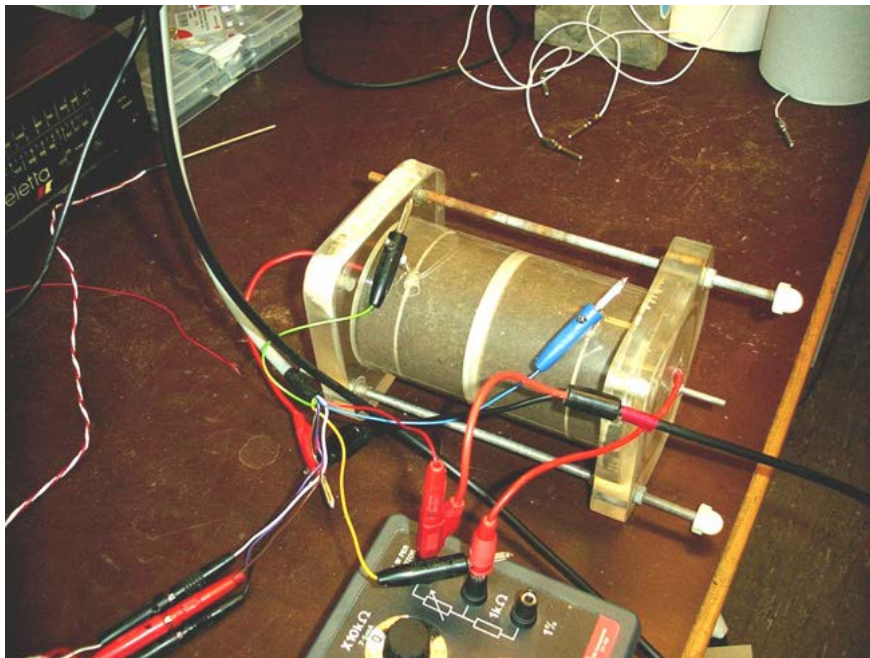


Abbildung 17: Probenhalter Uni Leoben für Festgestein.