

# Beurteilung der Emscher-Formation als hydraulische Barriere

## Petrophysikalische Untersuchung



Technische  
Hochschule  
Georg Agricola

Ewigkeitsaufgaben und Grubenwassermanagement

Max Kersten, Jennifer Kleinjohann, Till Genth, Henning Jasnowski-Peters

### Wissenschaftliche Begleitung der Tiefbohrungen

Die geowissenschaftliche Begleitung der von der RAG AG erstellten Grundwassermessstellen beinhaltet die petrophysikalische und petrologische Analyse der Bohrkerne sowie die Auswertung der geophysikalischen Bohrlochdaten. Diese Arbeit fokussiert sich auf petrophysikalische Untersuchungen.

### Einführung

Für das integrale Monitoring des Grubenwasseranstiegs im Ruhrgebiet ist die Berücksichtigung der hydraulischen Durchlässigkeit im Deckgebirge für eine geostatische Modellierung und zuverlässige Prognostizierung des Grubenwasseranstiegs unerlässlich.

Die Tiefbohrungen Pferdekamp 1 und Ost 5 befinden sich im südlichen Münsterländer Becken (Abb. 1). Das Münsterländer Becken bildet eine geschlossene Grundwasserlandschaft mit einem Dreischicht-Grundwasserfließsystem mit einer asymmetrischen Muldenstruktur (Abb. 2). Die wissenschaftliche Begleitung gliedert sich in die lithostratigraphische, petrologische und petrophysikalische Analyse der bis zu 700 m tiefen Bohrungen. Untersucht werden die petrophysikalischen Kenngrößen „Porosität“ und „Permeabilität“ bzw. „hydraulische Durchlässigkeit“ an Proben der Emscher-Formation.

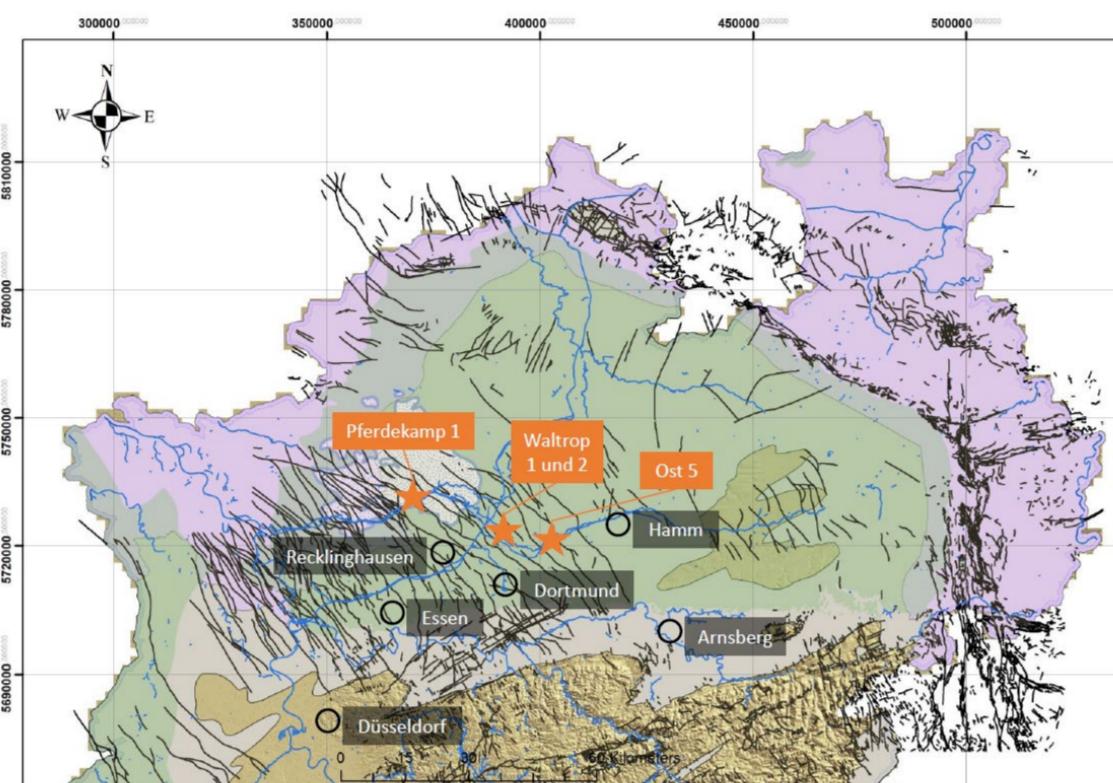


Abb. 1: Lage der Bohrungen

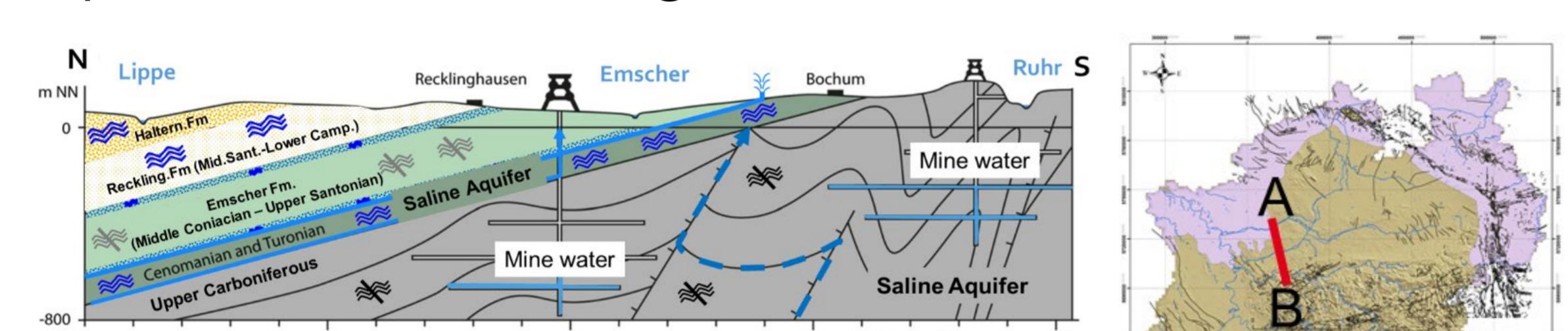


Abb. 2: geologischer Schnitt Ruhrrevier, geändert nach HAHNE & SCHMIDT (1982)

### Methodik

- Proben der Emscher-Formation an den Tiefbohrungen Pferdekamp 1 und Ost 5
- Gesteinsplugs mit 2,5 cm Durchmesser und 2,5/5 cm Länge
- Porositätsmessungen an Hg-Porosimeter (Abb. 3)
- Quecksilber wird aufgrund seiner geringen Benetzungbarkeit und hohen Oberflächenspannung verwendet
- Druck von bis zu 414 MPa wird erreicht, was einem kleinsten Porendurchmesser von 3,6 nm entspricht
- Berechnung der Permeabilität über die Porosität mit der Katz-Thompson Methode
- Permeabilitätsmessungen mit dem Gaspermeameter (Abb. 4)
- Druck bis zu 20 bar
- Messungen bis zu 0,001 mD möglich



Abb. 3: Quecksilberporosimeter (Micromeritics)



Abb. 4: Ultra-Perm Gaspermeameter (CoreLab)

### Ergebnisse

- Gesteine der Emscher-Formation haben eine durchschnittliche Porosität von 17,5 %
- durchschnittlicher Porendurchmesser: 0,03 µm
- durchschnittliche Permeabilität: 0,002 mD
- Tiefentrend zeigt einen leichten Abfall der Werte zur Teufe hin (Abb. 5).
- Graph der inkrementellen Intrusion vs. Porengröße zeigt eine ausgeprägte Bimodalität (Abb. 6)

Probe	Gesamtes Porenvolumen	Mittlerer Porendurchmesser	Durchschnitt Porendurchmesser	Gesamt Dichte	Skelett-dichte	Porosität
PK 308,98 H	m <sup>3</sup> /g	nm	nm	g/mL	g/mL	%
PK 308,98 H	9,4280	33,12	25,85	2,2894	2,6603	13,9448
PK 319,37 V	14,1080	34,91	28,21	2,0858	2,6314	20,7417
PK 358,3 V	13,4865	30,93	28,23	2,1161	2,6488	20,1139
PK 363,4 H	13,4090	30,87	27,92	2,0184	2,4885	18,8932
PK 431,35 V	10,3940	44,00	35,25	2,1553	2,6855	19,7415
PK 436,95 H	9,3730	47,32	37,33	2,1013	2,5746	18,3806
PK 482,29 H	9,9415	40,45	33,56	2,1742	2,6553	18,1191
PK 495,8 V	11,4553	29,97	23,30	2,2575	2,6541	14,9463
PK 495,8 H	10,2513	32,50	24,90	2,2792	2,6670	14,5415
PK 503,34 V	9,9180	30,90	27,70	2,2571	2,6712	15,5033

Tabelle 1: Ergebnisse der Porosimetrie-Untersuchungen an Plug-Proben der Emscher-Formation

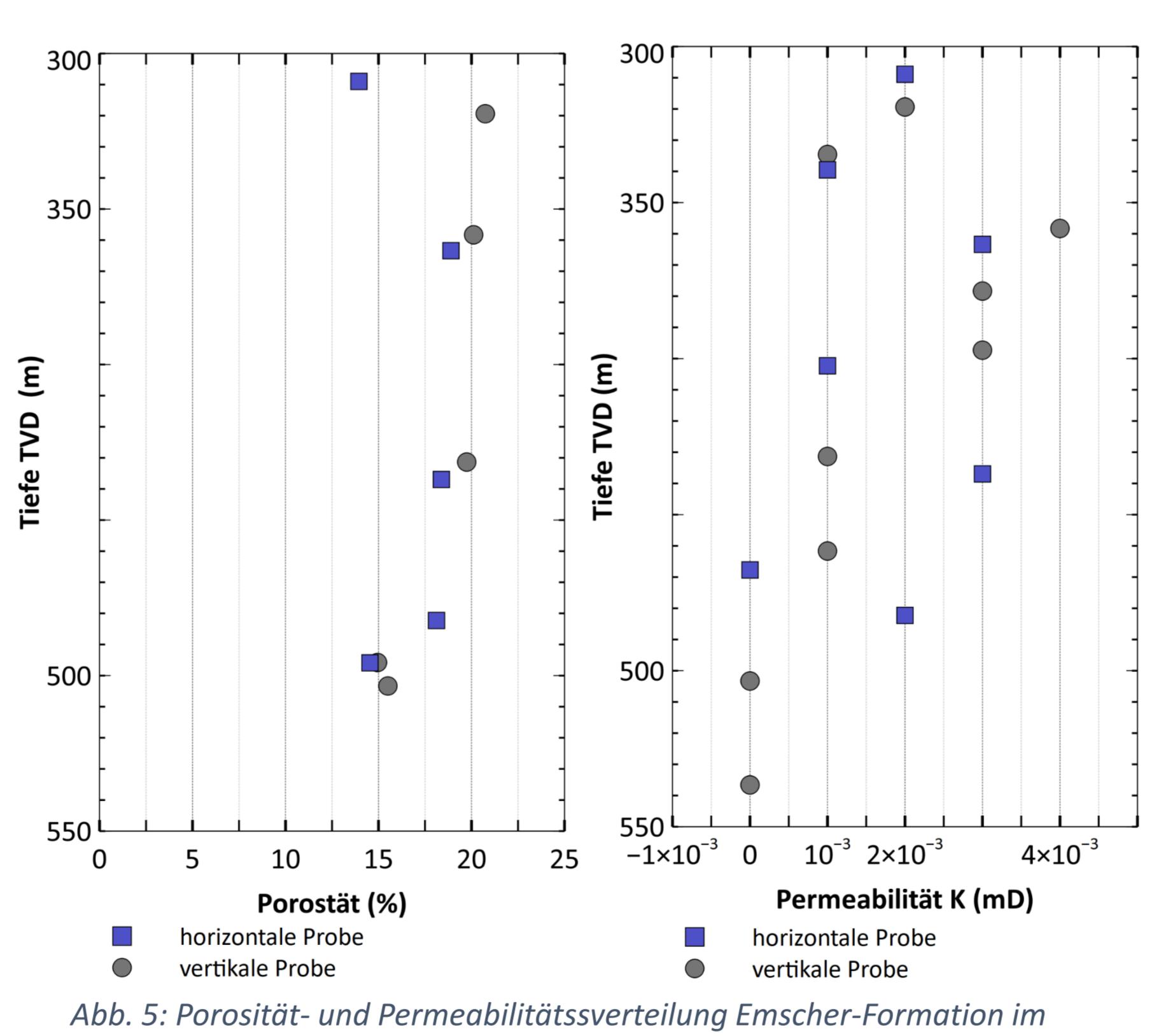


Abb. 5: Porositäts- und Permeabilitätsverteilung Emscher-Formation im Teufenverlauf.

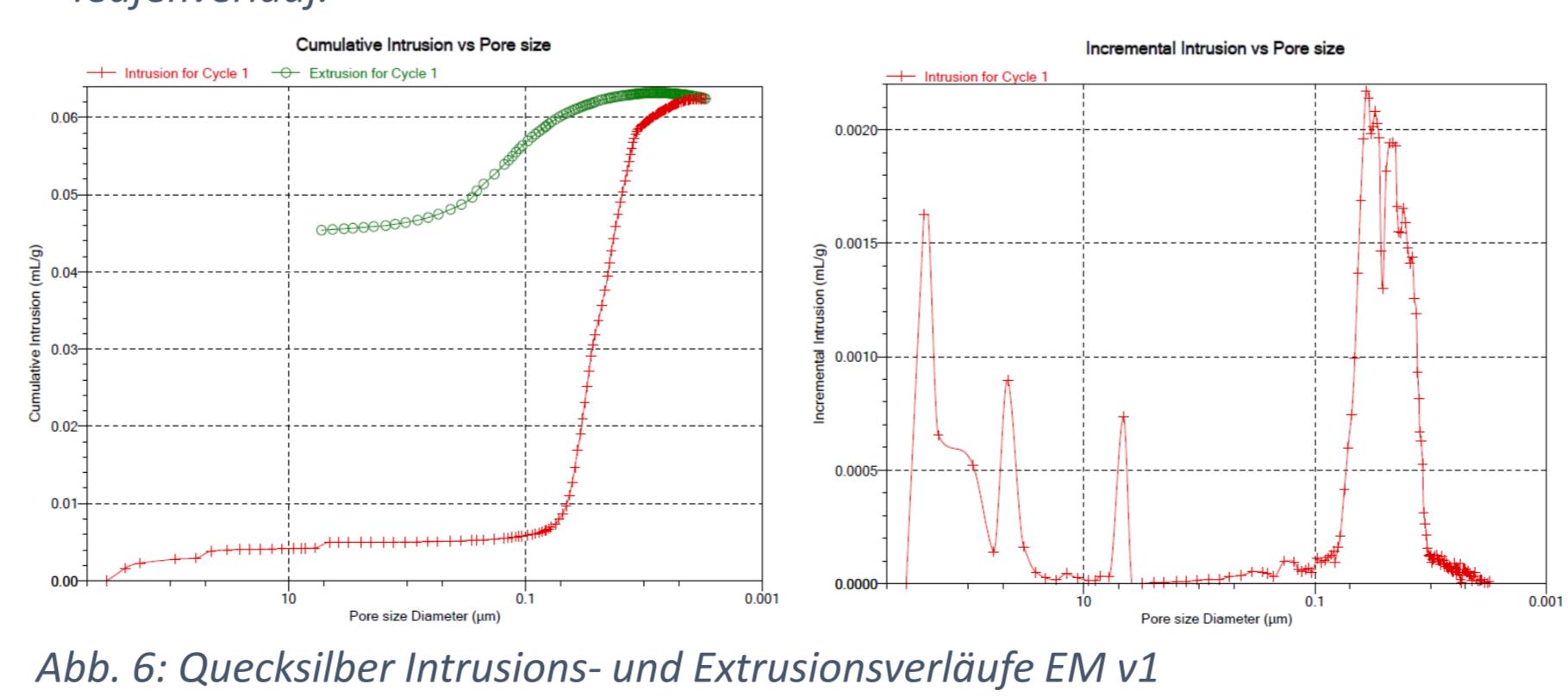


Abb. 6: Quecksilber Intrusions- und Extrusionsverläufe EM v1

### Schlussfolgerung

Die Gesteine der Emscher-Formation haben eine hohe Porosität verglichen mit seinen sehr geringen Porendurchmessern. Aufgrund seiner geringen Porendurchmesser ergibt sich für die Emscher-Formation vertikal sowie horizontal eine sehr schwache hydraulische Durchlässigkeit. Die durchschnittliche Permeabilität ist sehr gering, was Auswirkungen auf Gasmigration und -speicherung hat. Sehr gering permeable Gesteine wie die der Emscher-Formation lassen sich besser über kleinskalige Gesteinsplugs messen. Zur Übertragung der ermittelten hydraulischen Eigenschaften auf einen größeren Betrachtungsmaßstab sind der Bezug zur Bohrlochgeophysik sowie flächendeckende petrophysikalische Modelle geplant.

#### Quellenangaben:

Corelab: <https://www.corelab.com/cli/routine-rock/ultraperm-gas-permeameter>, letzter Zugriff: 06.07.2023.  
HÄHNE, C. & SCHMIDT R. (1982): Die Geologie des Niederrheinisch-Westfälischen Steinkohlengebietes: Einführung in das Steinkohlengebirge und seine Montangeologie, 106 S., Verlag Glückauf Micromeritics: Autopore V, Mercury Intrusion Porosimetry, Broschüre.

#### Kontakt:

Max.Kersten@thga.de  
Jennifer.Kleinjohann@thga.de  
Till.Genth@bergbaumuseum.de

#### Danksagung:

Wir danken der RAG AG für das zur Verfügung gestellte Kermaterial der Bohrungen Waltrop 2, Pferdekamp 1 und Ost 5. Dem Geologischen Dienst NRW wird gedankt für die Zusammenarbeit bei der Prüfung der Kerne und Cuttings, sowie den geochemischen Analysen. Wir danken den DBM für die Möglichkeit verschiedene Gerätschaften zu nutzen.

