

## Abschnitt 6.3.4

### Fossile organische Substanz, Huminstoffe, Bilder 6.3.4 A bis Q

Querverweis: Bilder von fossiler organischer Substanz sind auch in Abschnitt "4.3.1 Auswahl 1, Pyrit, Denitrifikation, Verockerung" enthalten.

Die fossile organische Substanz in Grundwasserleitern kommt in den unterschiedlichsten Erscheinungsformen vor: als pulverisierter Abrieb, als millimetergroße Körner, als zentimetergroße Holzstücke und als Brocken von organischem Sedimentmaterial aus vor-eiszeitlichen Gewässern. Diese organische Substanz enthält im Allgemeinen noch zahlreiche Strukturmerkmale von lebendem Pflanzenmaterial, also hauptsächlich Strukturkohlenhydrate und Lignin. Zu den Strukturkohlenhydraten zählen Cellulose, Hemicellulose und Pektin, die häufig vereinfachend unter dem Begriff "Cellulose" zusammengefasst werden. Der Wasserchemiker interessiert sich für die Cellulose als Reaktionspartner bei der Reduktion von Sulfat ("Desulfurikation") und als Ausgangsstoff für Kohlenstoffdioxid und Methan bei anaeroben Gärprozessen, während das Lignin als Ausgangsstoff für Huminstoffe und für Ligninsulfonsäure (Abfallstoff bei der Zellstoffgewinnung) interessant ist.

In den 1980er Jahren wurden im Wassergewinnungsgebiet "Fuhrberger Feld" der Stadtwerke Hannover AG mehrere Aufschlussbohrungen niedergebracht, um die Beschaffenheit des Grundwasserleiters untersuchen zu können. Einige dieser Bohrungen wurden als Schlauchkernbohrungen (Bild A, Aufschlussbohrung 2, Sept. 1983) durchgeführt. Bild B zeigt einen Blick durch die Hülle des Kerns, der bereits in Bild A durch starke Verfärbungen auffällt (Tiefenbereich: 7 bis 8 m). Deutlich zu erkennen sind die schwarzen Körner des organischen Materials.

Bild C ist eine Nahaufnahme durch die Hülle des Kerns. Im rechten Teil des Bildes wurde die braune Grundfärbung eliminiert, um den Kontrast zu erhöhen. Die Bildung eines farblosen Hofes in unmittelbarer Nähe des Kornes und die Ausfällung von Eisenoxidhydrat in größerer Distanz lässt sich dadurch erklären, dass das Korn Pyrit enthält, der durch Sauerstoffspuren zunächst zu farblosem Eisen(II) und nach Zurücklegen einer Diffusionsstrecke zu braunem Eisen(III) oxidiert wird.

Im Grundwasserleiter des Fuhrberger Feldes werden im Mittel ca.  $4 \text{ kg/m}^3$  fossile organische Substanz beobachtet, allerdings mit starken örtlichen Unterschieden. Im Jahre 1981 musste der Horizontalfilterbrunnen 5 des Wasserwerks Fuhrberg mit neuen Filtersträngen ausgerüstet werden. Bei den Bohrarbeiten stieß man auf eine Ansammlung von fossilem organischem Material und hat dieses sichergestellt. Bild G zeigt einen Teil des Materials. Ein Labor für Rohstoff-Untersuchung und Beratung wurde damit beauftragt, eine Probe davon zu untersuchen. Der Untersuchungsbericht wird auf der nächsten Seite wiedergegeben.

Am Ende dieser Zusammenstellung findet der Leser ein Bild vom Torfabbau im Teufelsmoor bei Worpswede und von der Hamme, deren Braunfärbung auf das Moor zurückzuführen ist. Als "Kontrastprogramm" wird die effektive Vermoderung von Holz bei Sauerstoffzutritt gezeigt.

## Untersuchungsbericht – Projekt: Horizontalbrunnen Fuhrberg, Stoffanalyse

### Untersuchung einer Materialprobe aus der Horizontalbrunnenbohrung Fuhrberg, Brunnen 5

Materialbeschreibung (makroskopisch):

Bei dem zu analysierenden Material handelt es sich um ein dunkelbraunes, im trockenen Zustand eckig brechendes Sedimentgestein (organogen) mit relativ geringem Gewicht und einer geringen Härte, das den Eindruck von Braunkohle macht.

Materialuntersuchung:

Zur genauen Ansprache des Materials wurden die folgenden Untersuchungen durchgeführt:

- Dichtebestimmung:  
Die Dichte des raumtrockenen Materials wurde aus der Wasserverdrängung einer zuvor ausgewogenen Probenmenge ermittelt. Danach beträgt die Dichte des Materials  $1,1 \text{ g/cm}^3$ .
- Bestimmung des Glührückstandes:  
Der Glührückstand läßt eine Aussage über den Gehalt an brennbaren und flüchtigen Bestandteilen in einer Stoffprobe zu. Es handelt sich hierbei um den Anteil an der Probenmenge, die nach 12-stündigem Glühen der Probe bei  $1000 \text{ °C}$  zurückbleibt. Der Glührückstand (Aschegehalt) der Probe beträgt  $8,9 \%$ . Das heißt, daß der größte Teil ( $91,1\%$ ) der Probe aus flüchtigen bzw. brennbaren Stoffen (vorzugsweise Kohlenstoff und Wasser) besteht.
- Bestimmung der Strichfarbe:  
Auf einer rauhen Porzellanfläche zeigt das Material einen dunkelbraunen Strich, wie er für Braunkohlen typisch ist.
- Humussäurereaktion mit KOH:  
Das Material wird pulverisiert und einige Minuten in verdünnter Kalilauge gekocht. Bei Braunkohlen bildet sich eine tiefbraune Färbung von Kaliumhumat, die z. B. bei Steinkohlen ausbleibt. Die untersuchte Probe zeigt eine solche tiefbraune Färbung.
- Ligninreaktion mit  $\text{HNO}_3$ :  
Das Material wird in verdünnter  $\text{HNO}_3$  (1:9) aufgekocht. Dabei schäumt das Material unter Bildung von  $\text{NO}_2$ -Dämpfen auf. Nach Absatz des Pulvers zeigt die Lösung bei Braunkohlen eine rötlich-orangene Färbung, die bei Steinkohlen nicht auftritt. Die untersuchte Probe zeigt eine solche rötliche Färbung.

Ergebnis der Untersuchung:

Alle durch die Untersuchung ermittelten Parameter weisen das untersuchte Material als Braunkohle aus.

Dichte:  $1,1 \text{ g/cm}^3$   
 Glührückstand:  $8,9 \%$   
 Strichfarbe: braun.  
 Humussäurereaktion: positiv  
 Ligninreaktion: positiv.

Die Tatsache, daß das Material mit dem Messer im lufttrockenen Zustand nicht schneidbar ist, spricht trotz der relativ niedrigen Dichte für eine Hartbraunkohle, Um das Material innerhalb der Braunkohlen exakt ansprechen zu können, ist allerdings eine reflektionsmikroskopische Untersuchung des Materials notwendig, von der im Rahmen dieses Gutachtens wegen des damit verbundenen Kostenaufwandes abgesehen wurde.

....., den 24.8.1981

Unterschrift

Die in dem Gutachten erwähnte Humussäurereaktion kann grundsätzlich auch mit Natronlauge durchgeführt werden. Ebenso ist es möglich, anstelle einer zu untersuchenden organischen Substanz eine (trockene) Aquiferprobe mit Natronlauge zu behandeln und aus der Farbintensität der Lösung auf den Kohlegehalt zurück zu schließen. In Bild J wird ein Fall gezeigt, bei dem jede Probe einen Tiefenbereich von jeweils 1 m repräsentiert (je 50 g trockenes Material, 100 ml 1 n Natronlauge, 70 °C (Siedeverzug vermeiden!); für die Proben 9, 13 und 21 konnten Kohlegehalte von 0,6, 0,16 und 3,7 Prozent abgeschätzt werden).

Im Wasserwerk Fuhrberg wurde vom Juli 1978 bis Oktober 1994 eine Adsorberharzanlage betrieben, mit der ca. 50 Prozent der im Fuhrberger Rohwasser enthaltenen Huminstoffe eliminiert werden konnten (s. im Analysenanhang des Buches "Erläuterungen zu den Analysen 26 und 27"). Bei der Regeneration des Adsorberharzes fiel ein Eluat an, das insgesamt sieben Mal eingesetzt werden konnte und dabei eine Konzentration an organischem Kohlenstoff von ca. 40 g/l erreichte. Bild K gibt eine Vorstellung davon.

Gewässer in Moorgebieten sind oft intensiv braun gefärbt. Bild L entstand im September 2011 an der Hamme. Dieser Fluss entwässert das Teufelsmoor bei Worswede.

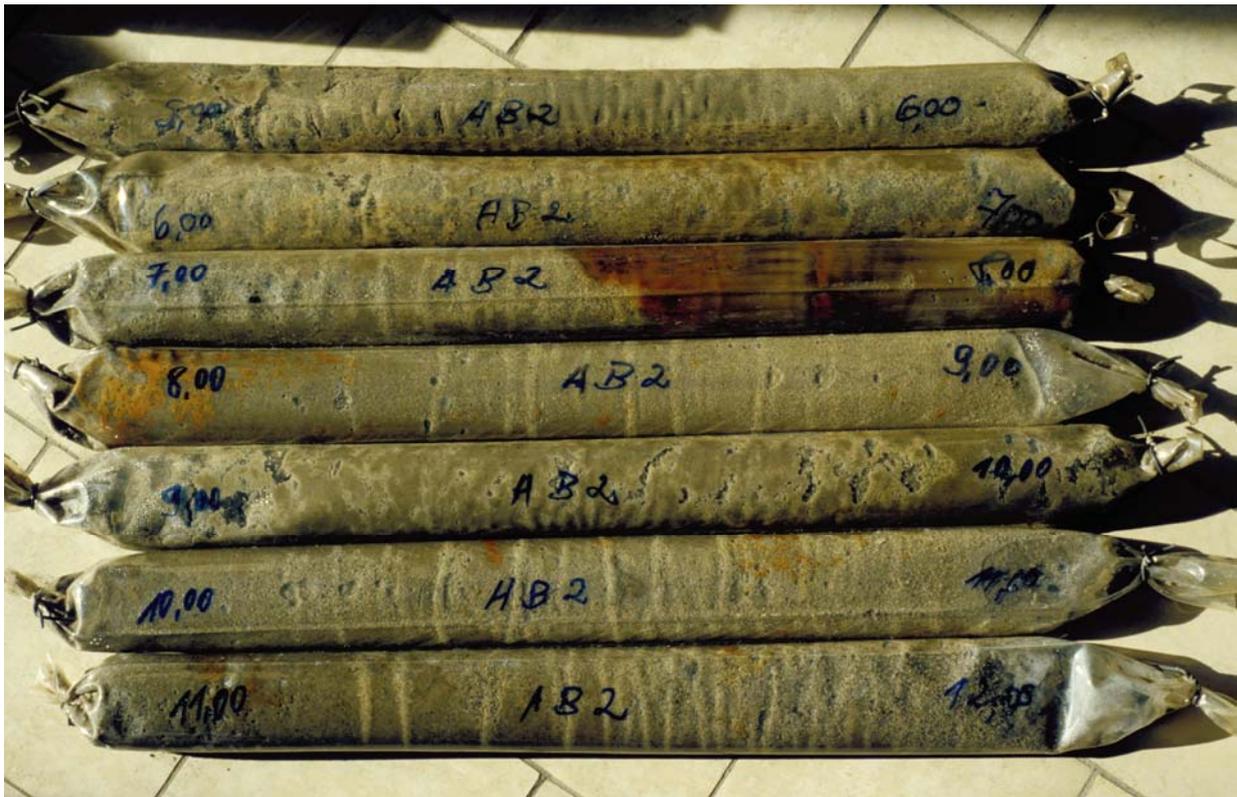


Bild 6.3.4 A: Aufschlussbohrung 2, Fuhrberg, 1983, Schlauchkerne

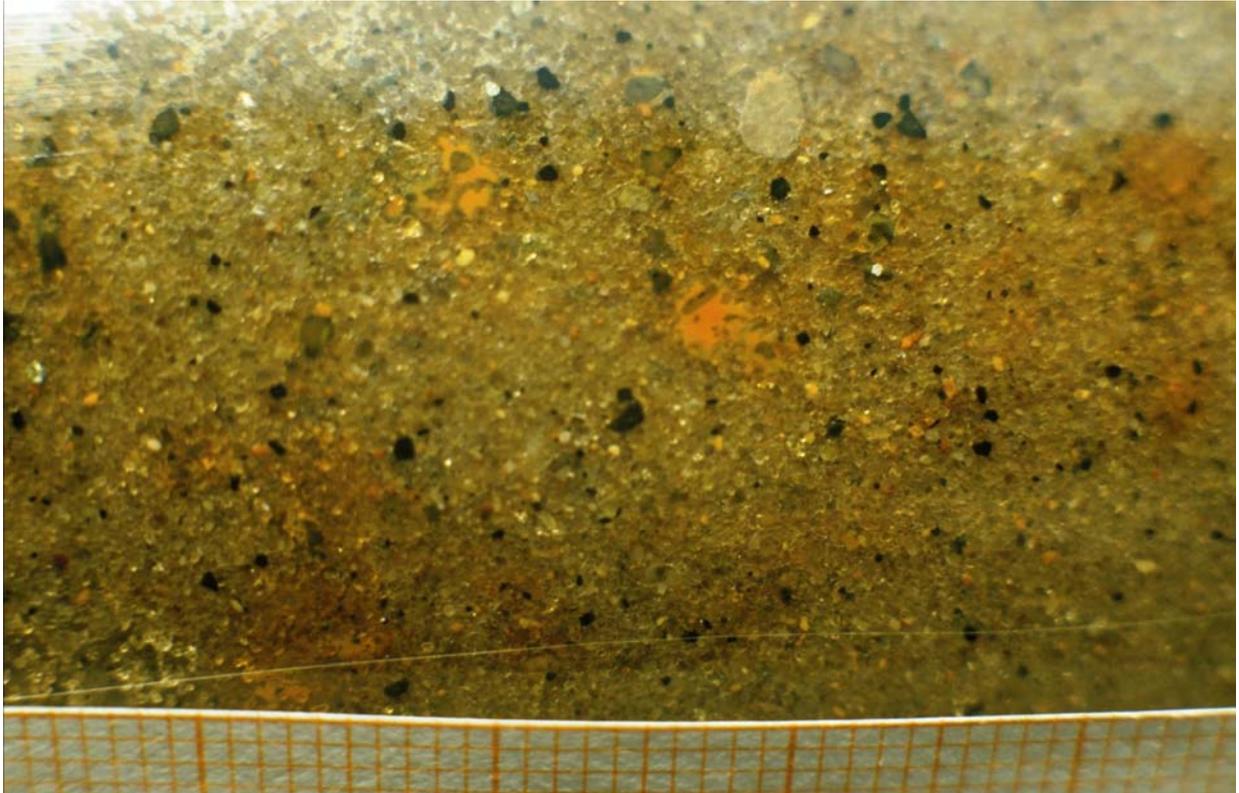


Bild 6.3.4 B: Aufschlussbohrung 2, Fuhrberg, Kohlekörner in Schlauchkern

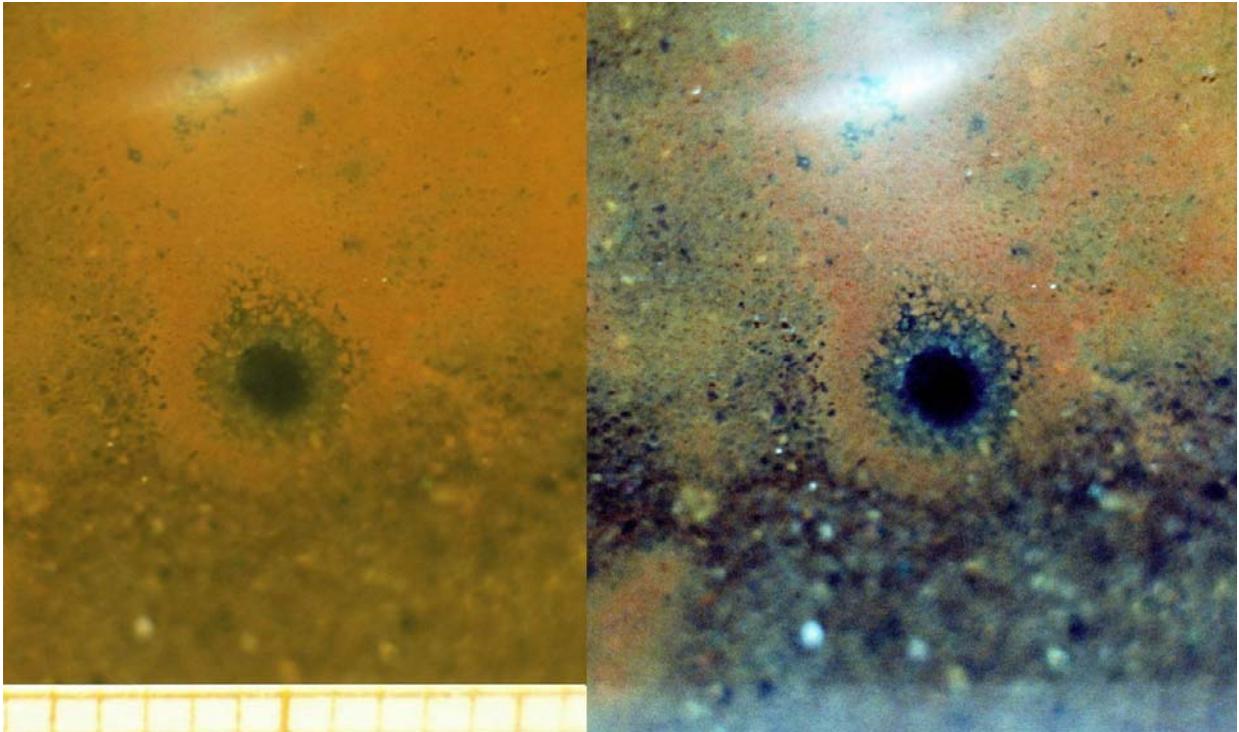


Bild 6.3.4 C: wie B, Kohlekorn mit "Hof" (s. Text)



Bild 6.3.4 D: Organische Substanz in aufgeschnittenem Schlauchkern, sonst wie B.



Bild 6.3.4 E: Organische Substanz, Aufschlussbohrung bei einem niedersächsischen Versorgungsunternehmen, 1984, 5 x 7,5 mm



Bild 6.3.4 F: Fossiler Ast, Brunnen 42 eines nordrhein-westfälischen Versorgungsunternehmens, Tiefe 21 m, 1985, 5 x 7,5 mm.



Bild 6.3.4 G: Organische Substanz von Brunnen 5, Wasserwerk Fuhrberg, 1981



Bild 6.3.4 H: wie G, fossiles Holz, 5 x 7,5 mm



Bild 6.3.4 I: wie G, Organisches Sedimentgestein, 5 x 7,5 mm



Bild 6.3.4 J: Natronlauge-Auszug, Br. B, niedersächsisches Versorgungsunternehmen, 1978



Bild 6.3.4 K: Eluat aus der Adsorberharzanlage, Wasserwerk Fuhrberg, 1982

Abgebaut wird organische Substanz, wenn Wasser *und* Sauerstoff auf sie einwirken können. Wenn entweder Wasser oder Sauerstoff fehlen, kann organische Substanz geologische Zeiträume überdauern.

Riesige Depots organischer Substanz können sich dann bilden, wenn Biomasse schneller in sauerstofffreie Zonen gelangt als sie unter Sauerstoffeinfluss abgebaut werden kann. Typische Beispiele sind Moore.



Bild 6.3.4 L: Torfabbau im Teufelsmoor bei Worpswede (1975)

Torf war über viele Jahrhunderte ein wichtiger Energieträger. Heute wird Torf hauptsächlich zur Bodenverbesserung im Gartenbau eingesetzt. Den Wasserchemiker interessiert vor allem die Tatsache, dass Torf Huminstoffe abgibt. Bild 6.3.4 M soll das am Beispiel der Hamme bei Worpswede verdeutlichen



Bild 6.3.4 M: Hamme bei Worpswede (2011)

Wie die folgenden Bilder zeigen, ist die Holzersetzung unter Sauerstoffeinfluss sehr effektiv:



Bild 6.3.4 N: Vermodernder Baumstamm am Silbersee bei Hannover (2010)



Bild 6.3.4 O: Wie Bild M, Nahaufnahme

Bei der Zersetzung von Holz unter Sauerstoffeinfluss ist der Wasserbedarf gering. Das folgende Bild ist an einem Bootanleger am Steinhuder Meer entstanden:



Bild 6.3.4 P: Morsche Stelle an einem Bootanlegesteg am Steinhuder Meer (2010)

Wenn Holzpfähle in der Erde versenkt werden sollen, muss man sicher sein, dass der Untergrund sauerstofffrei ist. Pfosten für Gartenzäune setzt man häufig auf metallene Ständer, um sie vor der Bodenfeuchtigkeit zu schützen:



Bild 6.3.4 Q: Pfosten