

**Dr. Thomas Taylor: Hydrogeologische Standortüberwachung der
Schachanlage Asse**

Guten Abend meine Damen und Herren,



Schachanlage Asse

Hydrogeologie im Umfeld der Schachanlage Asse II

Hydrogeologische Umgebungsüberwachung der Schachanlage Asse

Standortüberwachung

Dr. rer. nat. Thomas Taylor

11.05.2008

1

Ich berichte Ihnen heute über die Arbeiten, die wir zurzeit auf der Schachanlage Asse im Zuge der hydrogeologischen Umgebungsüberwachung durchführen. Wie Herr Kappei schon eingangs gesagt hat, sind diese Arbeiten schon seit vielen Jahren im Gange, und naturgemäß berichte ich heute über die Beobachtung des Grund- und Oberflächenwassers.



Untersuchte Medien der hydrogeologischen Umgebungsüberwachung

Seit vielen Jahren werden Messungen und Beprobungen im Umfeld der Schachtanlage Asse II durchgeführt.

Das Messprogramm zur Umgebungsüberwachung umfasst Untersuchungen von Grund- und Oberflächenwasser in der Umgebung.

Was bereits angeklungen ist, es gab ein hydrogeologisches Forschungsprogramm, das uns zu Beginn wichtige hydrogeologische Parameter gebracht hat, und während der laufenden Betriebsphase, also jetzt, beobachten wir veränderliche Größen.



Aufgaben der hydrogeologischen Umgebungsüberwachung

**Zu Beginn der Arbeiten:
Ermittlung hydrogeologischer
Parameter**

(z. B. Porositäten, Durchlässigkeitsbeiwerte)

**Während der laufenden Betriebsphase:
Beobachtung veränderlicher Größen**

(Grundwasserspiegel, Wasserinhaltsstoffe)

Die hydrogeologischen Parameter, die wir gewonnen haben, sind bislang schon in den entsprechenden hydrogeologischen Modellen eingesetzt worden, die im Zuge der Nachweisführung der Langzeitsicherheit Verwendung fanden.



Aufgaben der hydrogeologischen Umgebungsüberwachung

Bereitstellung hydrogeologischer
Parameter zur Verwendung in
Rechenmodellen

Grunddaten aus vorherigen Arbeiten

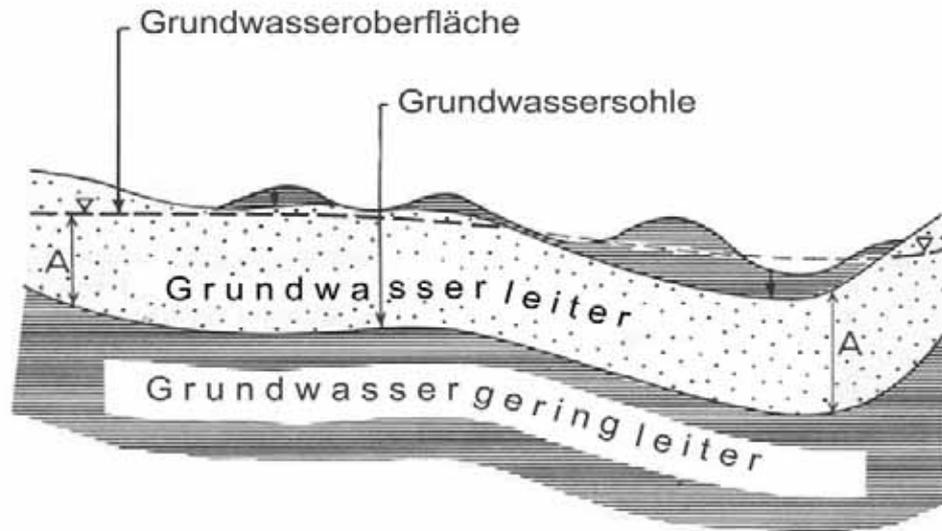
11.05.2008

4

Allerdings möchte ich gleich dazu sagen, dass ich heute nicht auf diese eingehen möchte, sondern darüber berichte, wie die Umgebungsüberwachung der Hydrogeologie gegenwärtig erfolgt.

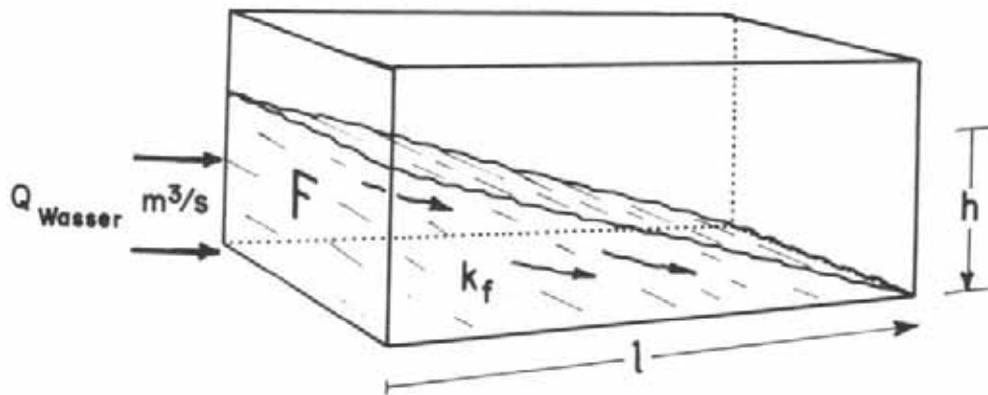
Wir haben die Grundparameter dadurch erhalten, dass wir Bohrungen niedergebracht haben, um Informationen über den geologischen Aufbau zu bekommen. Diese Bohrungen haben wir anschließend zu einer Grundwassermessstelle, sprich zu Brunnen, ausgebaut.

Die Geologie hat uns wichtige Erkenntnisse geliefert, z. B. über den Fakt, ob wir es mit Grundwasseringleitern oder ob wir es mit Grundwasserleitern zu tun haben. Weitere wichtige Begriffe wären hierbei auch noch Grundwassersohle und Grundwasseroberfläche.



Was uns im Rahmen der Hydrogeologie interessiert, ist die Frage: Wie viel Wasser lässt eine Gesteinsschicht durch? Dafür brauchen wir den so genannten k_f -Wert, der aus a) einer Fläche und b) einem Gefälle ermittelt wird.

Hydraulische Durchlässigkeit



Das Darcysche Gesetz

$$Q = k_f \cdot F \cdot \frac{h}{l}$$

Und wenn wir entsprechend Wassermengen einsetzen können, erhalten wir dann durch Umstellen der Formel den k-Wert, neben anderen Größen, wie z. B. die Porosität.

Wie ich eingangs gesagt habe, möchte ich aber mehr auf die veränderlichen Größen eingehen, d. h. ich will nicht zu sehr auf die Ergebnisse des hydrogeologischen Forschungsprogramms eingehen, sondern Ihnen berichten, was wir aktuell tatsächlich messen.



Aufgaben der hydrogeologischen Umgebungsüberwachung

Beobachtung veränderlicher Größen

- **Niederschlag**
- **Verdunstung**
- **Abflussmessungen aus Vorflutern**
- **Grundwasserstände**
- **Wasserinhaltsstoffe**

11.05.2009

7

Wir messen Niederschläge, die Verdunstung, wir führen Abflussmessungen aus Vorflutern durch, ermitteln Grundwasserstände und analysieren bestimmte Wasserinhaltsstoffe.

Bei den Niederschlägen ist dies ganz einfach, sie werden auch vom Deutschen Wetterdienst gemessen, entsprechende Daten werden uns zur Verfügung gestellt, ergänzend dazu führen wir auf der Asse auch selbst Messungen durch.

Täglich werden also die aufgefangenen Regenmengen ermittelt und dokumentiert.

Wesentlicher Punkt, wenn der Niederschlag auf die Erde aufgetroffen ist, ist die Verdunstung. Die Verdunstung ist recht kompliziert zu ermitteln, dafür gibt es in der Literatur sehr viele Arbeiten und auch entsprechende Tabellenwerte. Diese Daten verwenden wir dann in unseren Überlegungen zur Grundwasserneubildungsrate.

Weitere wesentliche Parameter sind Abflussmessungen aus Vorflutern. Vorfluter ist nichts anderes als das Fachwort für Fluss oder Bach, und die Durchführung gestaltet sich relativ einfach.

Wenn wir eine Fassung haben, von einer Drainage, z. B. ein Rohr, ermitteln wir durch Auslitern die Menge an Wasser, die wir pro Zeiteinheit auffangen können. Etwas komplizierter gestaltet sich die Volumenbestimmung, genauer die Volumen-Pro-Zeit-Bestimmung, in Flüssen.

Dort müssen wir erst die Morphologie des Bachbettes ermitteln und dann über geeignete Messinstrumente die Mengen erfassen, die pro Zeiteinheit abfließen.

Die Niederschläge in diesem Bereich liegen etwa bei 700 Millimeter, sprich 700 Liter pro Quadratmeter. Und wir haben eine Grundwasserneubildungsrate von etwa 100 Millimeter, d. h. die Differenz zwischen diesen beiden Werten teilt sich dann in die Verdunstung und in die Abflussmessung aus den Vorflutern auf.

Grundwasserstände unterliegen somit einer permanenten dynamischen Entwicklung. In meinem Vortrag möchte ich Ihnen jetzt anhand einiger Beispiele zeigen, wie das in der Praxis aussieht.



Schachtanlage Asse

Hydrogeologie im Umfeld der Schachtanlage Asse II

Beobachtung veränderlicher Größen

**Zur Verfügung stehen zur Zeit Daten aus folgenden
Messstellen:**

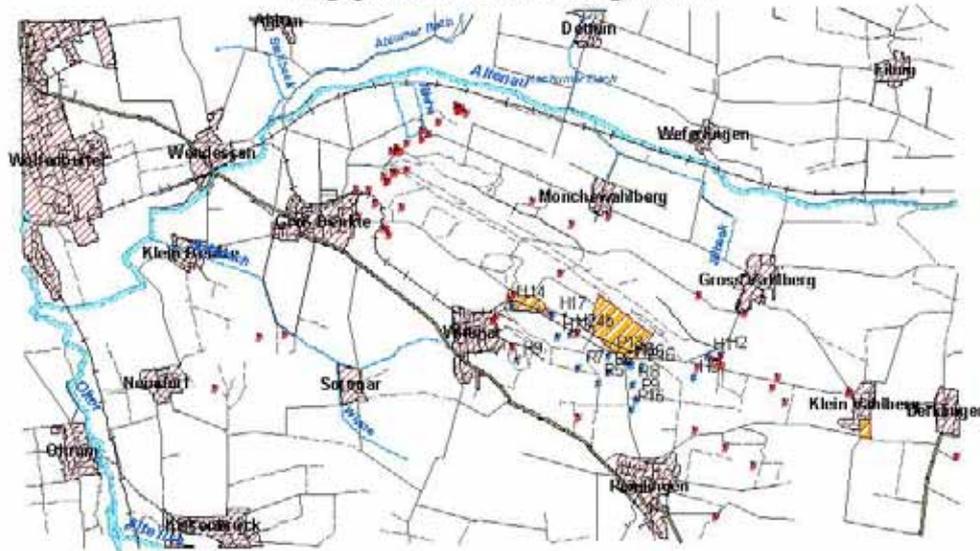
- **20 Grundwassermessstellen**
- **verschiedene Vorflutermessstellen**
- **diverse Quellaustritte**

11.05.2008

U

Wir haben 20 Grundwassermessstellen zur Verfügung, einige Vorflutermessstellen und dazu natürlich auch Quellaustritte, die gerade im Bereich der Asse am NW-Ende der Struktur wesentlich sind.

Lageplan des Beobachtungsnetzes



11.05.2008

9

Um Ihnen ein Bild zu vermitteln, wo diese Messstellen eingerichtet sind, habe ich einen Lageplan vorbereitet. Dargestellt in Gelb ist zentral die Schachtanlage Asse II, westlich davon Schachtanlage Asse I und östlich davon Schachtanlage Asse III. Die Gemeinden Remlingen, Wittmar, Groß Denkte und zentral ist der Asse-Höhenzug dargestellt.

In Rot sind sämtliche Quellaustritte und auch Drainagen dargestellt.

Und in Blau, etwas schlecht zu sehen, sind Grundwassermessstellen, sprich Brunnen.

Wir haben, da bitte ich um Nachsicht, den Lageplan noch nicht soweit ergänzen können, dass auch die gesamten Vorfluter-Messstellen darin enthalten sind.

In der Regel messen wir an immer den gleichen Stellen entlang der Altenau im Norden, wo sie abbiegt und in die Oker einmündet, sowie an diversen kleineren Einmündungen, die z. B. in die Altenau münden.



Schachtanlage Asse

Hydrogeologie im Umfeld der Schachtanlage Asse II



11.05.2006

10

Als Beispiel, wie so etwas aussieht, z. B. eine Salzquelle im Bereich Groß Denkte „Bleier Graben“, dort haben wir im tieferen Teil – das Gelände ist leicht abschüssig an der Stelle – Süßwasser, aber im oberen Teil haben wir einen Salzwasserzutritt. Dies kann man auch sehr gut an der Flora erkennen, dass sich hier der Salzgehalt ändert.



Schachtanlage Asse

Hydrogeologie im Umfeld der Schachtanlage Asse II



11.05.2006

11



Schachtanlage Asse

Hydrogeologie im Umfeld der Schachtanlage Asse II



11.05.2009

12

Es gibt andere Messstellen, die gefasst sind, wo wir auch relativ einfach eine Volumen-Pro-Zeiteinheit-Messung durchführen können, hier ist das anhand einer Drainage dargestellt.



Schachtanlage Asse

Hydrogeologie im Umfeld der Schachtanlage Asse II



11.05.2006

13

Andere Messstellen, wie diese hier in Remlingen, sind nicht zugänglich; sie sind z. T. unterirdisch verlegt worden, damit es keine Störungen im Verkehr gibt.



Schachtanlage Asse

Hydrogeologie im Umfeld der Schachtanlage Asse II



11.05.2006

14

Diese finden wir auch im Gelände.



Schachtanlage Asse

Hydrogeologie im Umfeld der Schachtanlage Asse II



11.05.2008

15

Wenn wir sie öffnen, sehen wir einen gemauerten Schacht, im unteren Bereich ein Rohr, einen Messbalken, der von der Markscheiderei eingemessen worden ist, und letztendlich einen Gehäusekasten.

An dieser Stelle können wir sehr einfach, sehr schnell und auf gleiche Weise mit einem Lichtlot den Abstand zum Messpunkt ermitteln. Wir können die Ergebnisse anschließend auf unsere hydrologischen Karten übertragen und dort Veränderungen feststellen.

Die Brunnen sind ähnlich aufgebaut, mit dem Unterschied, dass wir in jeden Brunnen noch eine Druckdose eingebaut haben.

Diese Druckdose ist mit einem Kleincomputer verbunden, mit einem so genannten Datenlogger, der es uns erlaubt, frei wählbar alle 15 Minuten einen Messwert zu speichern, gemittelt aus 15 Sekundenabständen.



Schachtanlage Asse

Hydrogeologie im Umfeld der Schachtanlage Asse II



11.05.2006

16

Das waren Beispiele für größere Quellen, es gibt aber auch sehr kleine Quellen, diese hier liegt bei Groß Vahlberg.



Schachtanlage Asse

Hydrogeologie im Umfeld der Schachtanlage Asse II



11.05.2008

17

Und diese hier liegt bei Mönchevahlberg. Da wir in Quellen keine kontinuierlichen Daten zu Wasserständen ermitteln, beschränke ich mich auf die Brunnen.

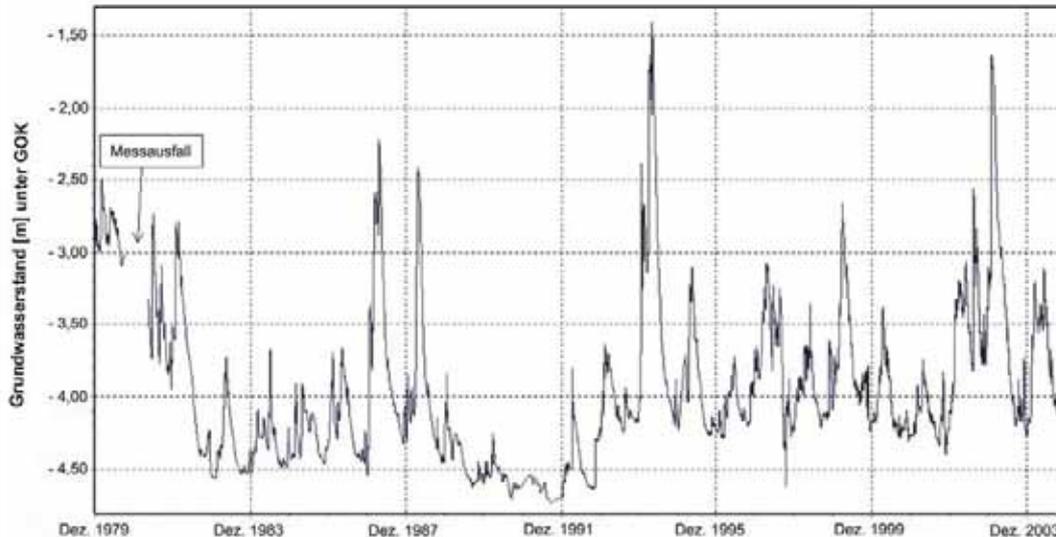


Beobachtung veränderlicher Größen

Messdaten zu

- **Niederschlag**
- **Grundwasserständen**

Ich möchte Ihnen nun anhand von Niederschlagslinien und Grundwasserganglinien zeigen, was wir gemessen haben.



Langjährige Wasserspiegelganglinie der Bohrung H 1 (mu) von 1979 bis 2004

11.05.2006

19

Dies ist eine Darstellung der langjährigen Wasserspiegelganglinie der Bohrung H1. Sie liegt an der Straße von Remlingen nach Groß Vahlberg, verfiltert im Unteren Muschelkalk, hat eine Filterteufe von 70 Meter unter Gelände.

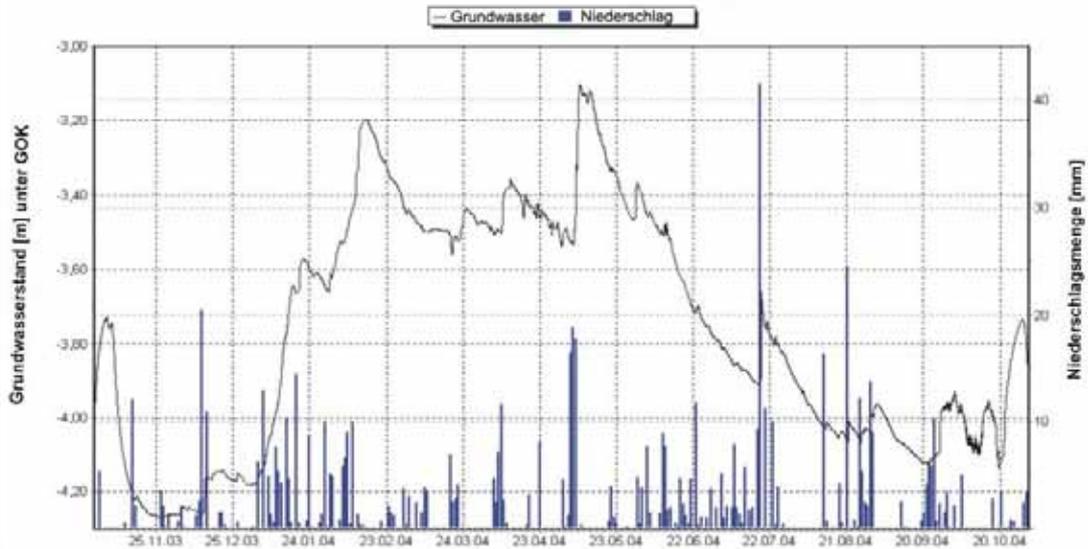
Dargestellt ist hier auf der x-Achse die Zeit, und zwar beginnend mit 1979 bis 2004, also 25 Jahre. Auf der y-Achse ist der Grundwasserstand in Metern unter Geländeoberkante angegeben.

Ich fange erstmal mit der Technik an. Wir haben auch manchmal einen Datenausfall, aber dieses Risiko ist trotzdem noch geringer, als nach Alt-Väter-Sitte zu festgelegten Zeiten mit einem Lichtlot ins Gelände zu gehen – mit dieser Methode ist die Datendichte dünner, und möglicherweise werden dann z. B. am Wochenende Starkregenereignisse nicht erfasst.

Was ich Ihnen hier zeigen möchte, ist, dass wir Grundwasserspiegelhöhen haben, die innerhalb von 25 Jahren doch deutliches Schwanken zeigen, z. B. hier oben -1,5 Meter gegenüber -4,5 Meter, d. h. das sind mindestens 3 Meter Schwankungsbreite, die wir in diesem Bereich haben.

Zurückzuführen ist dies darauf, dass im Bereich der Filterstrecke das Deckgebirge aufgelockerter ist und somit Niederschlagsereignisse schneller ihren Widerhall finden.

Wir sehen also hier, zu Beginn der Errichtung der Messstelle in 1979, den Trend, dass es erstmal abwärts geht, dass es stabil bleibt, eine kleine Erhöhung gibt (1986), es geht noch weiter runter (1991), und nun sind wir langsam in einem ansteigenden Trend, wobei etwa ab dem Jahr 2000 wieder sinkende Wasserstände festzustellen sind.



Wasserspiegelganglinie einschließlich Niederschläge des hydrologischen Jahres 2004 (H 1)

11.05.2006

20

Schauen wir uns mal ein Jahr etwas detaillierter an:

Erneut der gleiche Brunnen, auf der x-Achse die Zeitskala, nun beginnend am 25.11.2003 und endend am 20.10.2004. Der Grund dafür ist, dass die Hydrologen/ Hydrogeologen per Konvention festgelegt haben, dass das hydrogeologische Jahr nicht im Januar, sondern bereits im November beginnt.

Dargestellt ist wieder in Schwarz die Grundwasserspiegelganglinie. Sie sehen hier blaue Balken, die jeweils die täglichen Niederschlagsereignisse abbilden.

Dazu gibt es auch eine Skalierung: Niederschlagsmenge in Millimeter. Man erkennt, dass der längste Balken etwa 40 Millimeter darstellt. Bereiche ohne Messwerte repräsentieren Zeiten ohne Niederschlag.

Was man schön sehen kann, ist, dass eine Auffüllung des Grundwasserkörpers durch die Niederschläge erfolgt, etwa ab November.

Dazu gibt es eine kleine Absenkung des Grundwasserspiegels und eine Stagnation. Die Absenkung kommt daher, dass das Grundwasser natürlich nicht statisch im Untergrund bleibt, sondern sich bewegt und über die Quellen abfließt.

Wir erkennen auch eine weitere Erhöhung, zu einem späteren Zeitpunkt, im April.

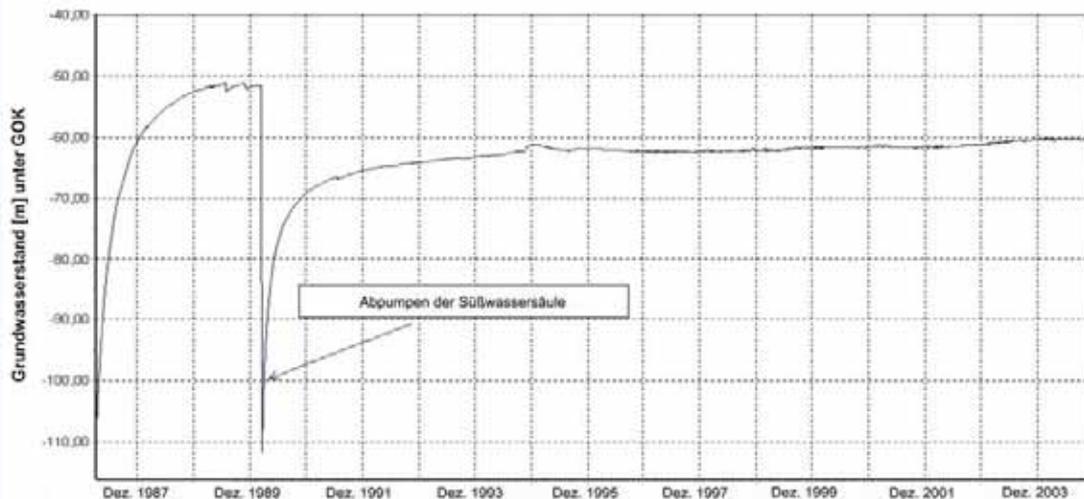
Was wir dann sehen, ist der kontinuierliche Abfall, obwohl es viele Regenereignisse gibt. Nur eines davon ist stark genug, nämlich Ende Juli, das dazu führt, dass wir nochmals eine kleine Erhöhung des Grundwasserspiegels bekommen, aber letztendlich ist der Trend ungebrochen abwärts gerichtet.

Daraus können wir sehen, dass wir eine intakte Vegetation haben, die offensichtlich mit Beginn der Vegetationsperiode jede Menge Grundwasser entnimmt. Und wir sehen auch, dass nach der Vegetationsperiode wieder eine Auffüllung des Grundwasserkörpers erfolgt.



Schachtanlage Asse

Hydrogeologie im Umfeld der Schachtanlage Asse II



Langjährige Wasserspiegelganglinie der Tiefbohrung R 7 von 1987 bis 2004

11.05.2006

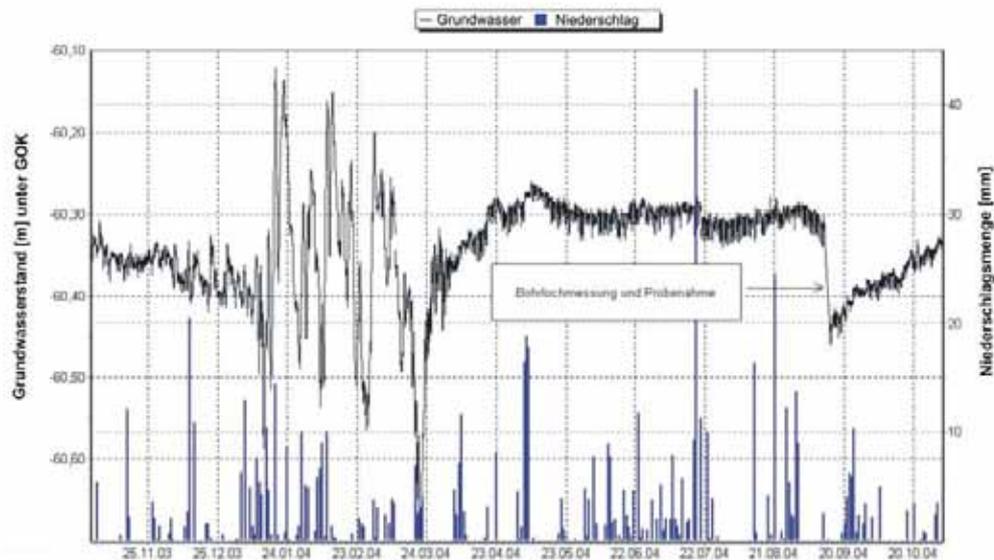
21

Sie werden sich sicherlich fragen, warum ich das so detailliert vorstelle und ausgerechnet diese Messstelle ausgesucht habe. Ich zeige Ihnen im Vergleich die Messstelle R7, die ebenfalls im Unteren Muschelkalk verfiltert, aber die Filterstellung liegt jetzt etwa 450 Meter unter Gelände.

Bei der Erstellung eines Brunnens ist es üblich, dass wir das Spülwasser und das Bohrwasser abpumpen müssen. Aus diesem Grund haben wir hier zu Beginn der Messungen einen niedrigen Grundwasserstand, der sich dann sehr langsam erhöht bis zu seinem Maximum. Daraus kann man erkennen, dass das Gestein sehr dicht ist, also Grundwasseringleitender als das Gestein, welches wir vorhin gesehen haben. Dies wird zusätzlich bestätigt durch einen Pumpversuch, den wir hier in 1989 respektive 1990 durchgeführt haben.

Die Absenkung erfolgt sehr schnell, der Wiederanstieg erfolgt sehr langsam. Wir reden über eine Schwankungsbreite von 50 bis 60 Meter.

Schauen wir uns mal an, wie das im Detail im Jahre 2005 aussieht.



Wasserspiegelganglinie einschließlich Niederschläge des hydrologischen Jahres 2004 (R 7)

11.05.2006

22

Auch hier sind in Blau die Niederschläge dargestellt, wieder wird die Kurve des Grundwasserganges gezeigt. Worauf ich hier aufmerksam machen möchte, ist, dass wir hier nicht ausgeprägt sehen können, dass Einflüsse von Vegetationseffekten festzustellen sind. Sondern es sind vermutlich – und zwar in der Zeit von Januar bis März – Probleme mit dem Datenlogger aufgetreten, die dann an dieser Stelle behoben wurden. Und man sieht dann hier ab April bis Ende August noch einmal eine Konstanz und danach einen Rückgang, zurückzuführen auf Probenentnahmen im September.



Beobachtung veränderlicher Größen

Messdaten zu

•Inhaltsstoffen

Kationen

Na, K, Mg, Ca, Mn, Fe

Li, Rb, Sr

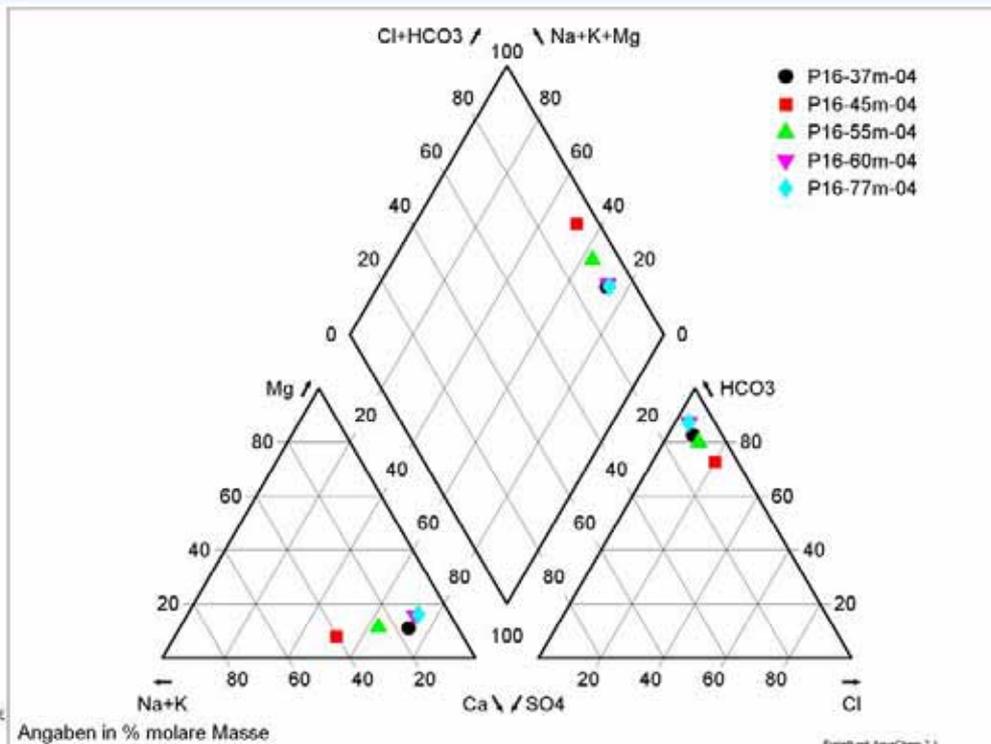
Anionen

Cl, Hydrogencarbonat, Sulfat,
Nitrat

Bromid, Phosphat, Bor

Wir nutzen auch die Möglichkeit, die gewonnenen Wasserproben chemisch analysieren zu lassen. Die Parameter, die wir bei Fremdinstituten in Auftrag gegeben haben, sind im Prinzip die, die auch bei einer normalen Trinkwasseruntersuchung analysiert werden. Und nicht nur in Trinkwasseruntersuchungen der Haushalte. Ich möchte wetten, wenn Sie das Etikett Ihrer Wasserflasche ansehen, werden Sie ähnliche Parameter wieder finden.

Wir bekommen dann als Ergebnis eine Menge Zahlen und Fakten, mit denen ich Sie heute Abend nicht langweilen werde. Ich habe eine graphische Darstellung gewählt, um Ihnen näher zu bringen, worin die Unterschiede liegen bzw. wie man erkennen kann, dass die chemische Beschaffenheit der analysierten Wässer unterschiedlich ist.



Dies ist ein so genanntes Piper-Diagramm, es dient zur Typisierung und Klassifizierung von Grundwässern und ist ein Standard-Handwerkzeug für Hydrogeologen.

Es besteht aus zwei Dreiecken und einer Raute. Links unten sind die Kationen dargestellt, rechts unten die Anionen. Letztendlich ist in der Raute der Zusammenschchnitt von Kationen und Anionen dargestellt.

Hier sind die Analyseergebnisse des Grundwassers der Grundwassermessstelle P16 dargestellt, wo in unterschiedlichen Tiefenstufen Proben entnommen wurden. Die chemischen Analyseergebnisse wurden umgerechnet, normiert und entsprechend hier eingetragen. Das geschieht nicht mehr per Hand, sondern per Computer.

Ich denke, wir sehen uns mal eine Probe an. Diese entspricht der Wasserprobe der P16 (rotes Quadrat) aus 45 Meter Tiefe. Wenn wir nun versuchen zurückzuverfolgen, was die Grafik darstellt: Nichts anderes, als dass diese Probe auf der waagerechten Achse im unteren linken Dreieck Natrium und Kalium, und zwar zu einem Anteil von etwa 40 Prozent, enthält.

Wenn wir auf der linken Achse hochgehen, ist hier die Magnesium-Komponente von etwa 10 Prozent dargestellt. Und wenn wir die abwärts gerichtete Komponente nehmen, Calcium, dann befinden wir uns etwa bei knapp 55 Prozent.

Man sieht auch bei den Anionen die Unterschiede in den einzelnen Wasserproben. Hier zeichnet sich die abgebildete Probe durch geringere Hydrogencarbonatgehalte aus.

Erwarten würden wir z. B., dass wir mit steigendem Hydrogencarbonatgehalt, vor allem auch mit steigendem Calciumgehalt, eine andere Abfolge erhielten als diese hier.

Aber die P16, -37 Meter, die höchste Probe, liegt zusammen mit den tiefsten Proben aus 60 und 77 Meter Tiefe, sie sind praktisch chemisch identisch.

Wenn man sich das geologische Profil anschaut, wird ganz schnell klar, dass es innerhalb des Unteren Muschelkalks auch noch mal ganz gravierende Unterschiede gibt, die gerade anhand solcher Darstellungen sichtbar werden. Ich möchte es an dieser Stelle bewenden lassen und nochmals kurz zusammenfassen:



Schachtanlage Asse

Hydrogeologie im Umfeld der Schachtanlage Asse II

Zusammenfassung

Ermittlung hydrogeologischer Parameter für die
Charakterisierung der hydrogeologischen Gegebenheiten
(z. B. Porositäten, Durchlässigkeitsbeiwerte)

Laufende Beobachtung veränderlicher Größen
(Grundwasserspiegel, Wasserinhaltsstoffe)

Ziel:
Dokumentation und Beobachtung des hydrogeologischen Systems

11.05.2006 25

Wir haben in den Anfangszeiten zunächst die hydrogeologischen Grundparameter ermittelt, die dann in die Computermodelle eingeflossen sind. Zurzeit sind wir weiterhin dabei, die veränderlichen dynamischen Größen zu beobachten. Das alles mit dem Ziel, dass wir das hydraulische System beobachten, Veränderungen erkennen und last but not least die Dokumentation des Ganzen. Vielen Dank!