

**Wechselwirkungen zwischen Grundgebirge und Deckgebirge
im Rahmen des Grubenwasseranstiegs im Aachener und
Südlimburger Steinkohlerevier**

P. Rosner

Mitteilungen Ingenieur- und Hydrogeologie Heft 102,
S. 61 - 76, 9 Abb.; Aachen (2011)

Wechselwirkungen zwischen Grundgebirge und Deckgebirge im Rahmen des Grubenwasseranstiegs im Aachener und Südlimburger Steinkohlenrevier

Peter Rosner¹

Kurzfassung

Nach Einstellung der letzten Wasserhaltungen in 1993/1994 steigt das Grubenwasser auf der gesamten Fläche des Aachener und Südlimburger Steinkohlenreviers weiträumig an. In weiten Bereichen wurde bereits die Deckgebirgsbasis eingestaut. Als Grundlage für die Bewertung der Einwirkungen des Grubenwasseranstiegs auf die Grundwasserverhältnisse im Deckgebirge wurde im Rahmen einer Dissertation (ROSNER, 2011) u.a. eine detaillierte Bestandsaufnahme der hydrogeologischen Verhältnisse im Grenzbereich zwischen Steinkohlengebirge und Deckgebirgsbasis vorgenommen. Dabei wurden die Erkenntnisse aus der Betriebsphase der Bergwerke über Wasserzutritte aus dem Deckgebirge berücksichtigt. An einzelnen Tiefpegeln lassen sich die bisher aufgrund des Grubenwasseranstiegs erfolgten Veränderungen in der Wasserführung der Deckgebirgsschichten nachvollziehen. Die Untersuchungsergebnisse erlauben so eine bessere Abschätzung der noch zu erwartenden Einwirkungen.

Abstract

After closure of the last mine in the hard coal mining district of Aachen and South Limburg, mine drainage was ceased in 1993/1994. The recovery of the mine water level covers a wide area of about 490 km² on german and dutch territory. Meanwhile the mine water level has reached the base of the cap rock in a wide area. As a basis for the understanding and prediction of interactions between rising mine water and the changes of hydraulic heads and water quality in the cap rock, a detailed inventory of the hydrogeological situation in the boundary zone between carboniferous base rock and the overlying cap rock of cretaceous and tertiary age has been raised within the framework of a dissertation (ROSNER, 2011). Single deep groundwater observation wells in the cap rock already show distinct reactions in the development of hydraulic heads due to the rising of the mine water level. They allow to verify the hydrogeological model and improve the predictions for further impacts.

1 Einführung

Das Aachener und Südlimburger Steinkohlenrevier erstreckt sich im deutsch-niederländischen Grenzbereich zwischen der Maas im Westen und der Rur im Osten über eine Fläche von rd. 490 km² (s. Abb. 1). Den gemeinsamen Ursprung haben beide Revierteile im Wurmatal nördlich von Aachen, wo das Steinkohlengebirge zutage tritt; hier wurde bereits im 12. Jahrhundert erster Kohlenabbau dokumentiert. Der Bereich des oberflächennahen Altbergbaus erstreckt sich zu beiden Seiten des Wurmtals über eine Fläche von rd. 14 km² auf deutschem und niederländischem Staatsgebiet. Aufgrund der historischen Entwicklung des Reviers sind die einzelnen Steinkohlengruben untereinander weiträumig hydraulisch miteinander verbunden. Nur entlang der tektonischen Hauptstörung des Reviers, dem Feldbiss, lassen sich heute zwei Hauptwasserprovinzen - die Westliche und die Östliche Wasserprovinz - abgrenzen, die weitgehend hydraulisch eigenständig sind. Die Gruben der Westlichen Wasserprovinz wurden auf niederländischer und auch auf deutscher Seite (Grube Gouley-Laurweg, Würselen) bereits in den 1960er und 1970er Jahren stillgelegt. Auf deutscher Seite wurde im Bereich der Östlichen Wasserprovinz zuletzt das Bergwerk Emil Mayrisch, Siersdorf, noch bis 1992 betrieben. Aufgrund von einzelnen Annäherungsstellen zwischen den beiden Hauptwasserprovinzen musste die Wasserhaltung in der Westlichen Wasserprovinz auch nach der Stilllegung der Gruben weiter betrieben werden. Bei einem unkontrollierten Grubenwasseranstieg wurden Wasserdurchbrüche in die noch weiter betriebenen Gruben der Östlichen Wasserprovinz befürchtet. Die

¹ Dipl.-Geol. P. Rosner; Ingenieurbüro Heitfeld-Schetelig GmbH, Preusweg 74, D - 52074 Aachen.

Wasserhaltungen wurden daher erst in den Jahren 1993/1994 vollständig eingestellt. Seither erfolgt ein weiträumiger Wiederanstieg des Grubenwassers im gesamten Aachener und Südlimburger Steinkohlenrevier.

Im Zuge des Einstaus der Deckgebirgsbasis ist eine Veränderung der Grundwasserführung auch im Deckgebirge zu erwarten; darüber hinaus sind Übertritte stark mineralisierter Grubenwässer in das Deckgebirge nicht auszuschließen. Im Südlimburger Revier wurde eine Beeinträchtigung der Grundwassergewinnung aus den kretazischen Kalksteinen befürchtet. In den 1970er Jahren wurden daher im südwestlichen Teil des Reviers mehrere Tiefpegel eingerichtet, mit denen hydraulische und hydrochemische Veränderungen in den basalen Deckgebirgsschichten und den kretazischen Kalksteinen erfasst werden sollten (SHGM, 1975). Auf deutscher Seite werden mögliche Auswirkungen des Grubenwasseranstiegs auf die Grundwasserverhältnisse im Deckgebirge im Rahmen eines umfassenden Monitorings durch die EBV GmbH, Hückelhoven, überwacht.

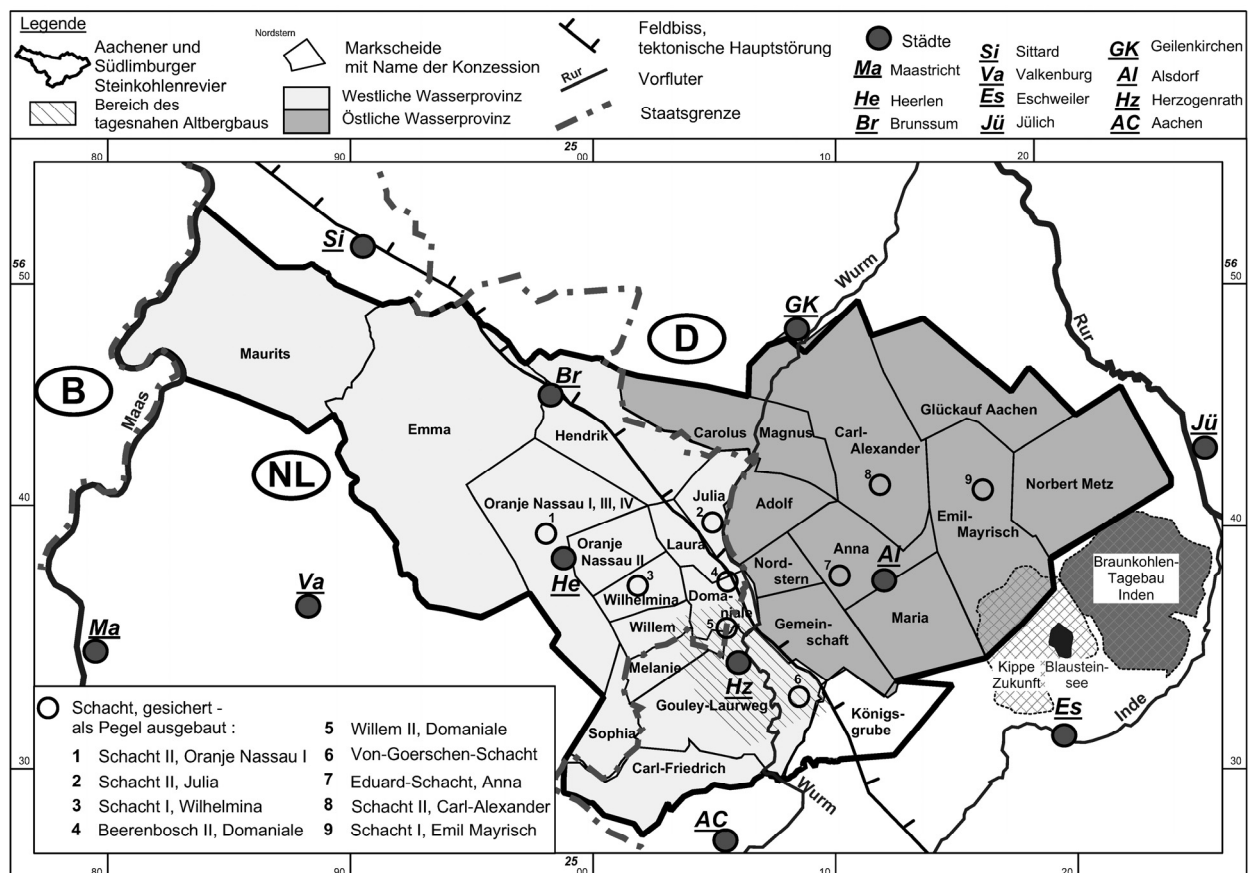


Abb. 1: Übersicht über die Hauptwasserprovinzen und Grubenfelder des Aachener und Südlimburger Steinkohlenreviers

Das Ausmaß und die wasserwirtschaftliche Bedeutung der Wechselwirkungen zwischen Steinkohlengebirge und dem überlagernden Deckgebirge in den einzelnen Bereichen des Reviers hängen in starkem Maße ab von den hydraulischen Eigenschaften der dem Steinkohlengebirge unmittelbar auflagernden Deckgebirgsschichten. Ob sich eine Beeinflussung der Grundwasserführung im Deckgebirge im Zuge des Grubenwasseranstiegs nur auf tiefe, wasserwirtschaftlich unbedeutende Deckgebirgshorizonte oder auch auf oberflächennahe und möglicherweise wasserwirtschaftlich genutzte Horizonte erstreckt, ist wiederum abhängig vom Vorhandensein von flächenhaft verbreiteten, hydraulisch wirksamen Grundwasserstauern innerhalb der Deckgebirgsschichten. Inne-

rhalb des Reviers sind diese Verhältnisse sehr wechselhaft. Grundlage für eine Bewertung der möglichen Einwirkungen des Grubenwasseranstiegs auf die Grundwasserverhältnisse im Deckgebirge ist eine detaillierte Analyse der geologischen und hydrogeologischen Verhältnisse insbesondere an der Deckgebirgsbasis. Darüber hinaus erlauben auch die Beobachtungen über die Entwicklung von Grundwasserzutritten aus dem Deckgebirge in der Betriebsphase der Gruben Rückschlüsse auf mögliche Einwirkungsbereiche im Rahmen des Grubenwasseranstiegs. Eine umfassende Bearbeitung dieser Thematik für das Aachener und Südlimburger Steinkohlenrevier wurde von ROSNER (2011) vorgelegt.

2 Geologisch-hydrogeologische Rahmenbedingungen

Der tektonische Bau des Aachener und Südlimburger Steinkohlenreviers ist geprägt durch das stufenweise Absinken des Grundgebirges aus dem Limburger Hügelland und der Nordeifel nach Nordosten zur Niederrheinischen Bucht. Das Revier lässt sich anhand der maßgeblichen tektonischen Bruchzonen in insgesamt vier tektonische Hauptschollen gliedern; aufgrund des unterschiedlichen Deckgebirgsaufbaus und der hydraulischen Wirksamkeit der Grenzstörungen sind diese „Hydrogeologischen Homogenbereiche“ („HY“, vgl. Abb. 5) im Deckgebirgsniveau hydrogeologisch weitgehend eigenständig. Die Mächtigkeit der Deckgebirgsschichten nimmt dabei einerseits von Scholle zu Scholle nach Nordosten sowie andererseits auf den einzelnen Schollen mit dem generellen Abtauchen der Grundgebirgsoberfläche nach Nordwesten zu. In den nordwestlichen und nordöstlichen Randbereichen des Aachener und Südlimburger Reviers steigen die Deckgebirgsmächtigkeiten so auf Beträge bis rd. 700 m an.

Im Aachener Revier wird der Deckgebirgsaufbau bestimmt durch eine tertiäre und quartäre Wechselfolge aus Grundwasser leitenden und Grundwasser stauenden Schichten. Im Rahmen der vorliegenden Bearbeitung wurde ein entsprechend vereinfachtes, auf die hydraulisch wirksamen Horizonte im basalen Deckgebirge fokussiertes Deckgebirgsmodell mit einer Einteilung in die „Tertiären Einheiten T1 bis T6“ entsprechend der Darstellung in Abb. 2 zugrunde gelegt. Im Hinblick auf die Wechselwirkungen zwischen Steinkohlengebirge und Deckgebirge ist dabei vor allem die weiträumige Verbreitung oligozäner Grundwasser stauender Schichten an der Deckgebirgsbasis (Ratingen-Schichten [03] und Lintfort-Schichten [04A], „Tertiäre Einheit T2“) sowie der miozänen Braunkohlenformation (insbesondere Flöz Morken [6A], „Tertiäre Einheit T4“) im zentralen Deckgebirgsniveau von Bedeutung. Die gering durchlässigen Schichten der „Tertiären Einheit T2“ wurden aufgrund ihrer Bedeutung für die Begrenzung der Wasserzutritte aus dem Deckgebirge im Aachener Revier zusammen mit der lokal vorhandenen Verwitterungsdecke des Grundgebirges mit einer gesonderten Bezeichnung - dem „Baggert“ - versehen. Die Schichten der Braunkohlenformation, mit Flöz Morken [6A] an der Basis, bewirken eine hydraulische Trennung zwischen dem am ehesten vom Grubenwasseranstieg betroffenen tiefen Hauptgrundwasserstockwerk im Niveau der „Tertiären Einheit T3“ und den lokal wasserwirtschaftlich relevanten tertiären Horizonten im Niveau der „Tertiären Einheit T6“ einschließlich der quartären Ablagerungen.

Ein grundsätzlich vergleichbarer Deckgebirgsaufbau liegt auch in weiten Teilen des Südlimburger Reviers vor (Hydrogeologische Homogenbereiche II und III). Hier treten an der Deckgebirgsbasis stärker sandige eozäne Horizonte der Tongeren-Formation (entsprechend „Tertiäre Einheit T1“) sowie gering durchlässige oligozäne Horizonte der Tongeren- und Rupel-Formationen (entsprechend „Tertiäre Einheit T2“) auf.

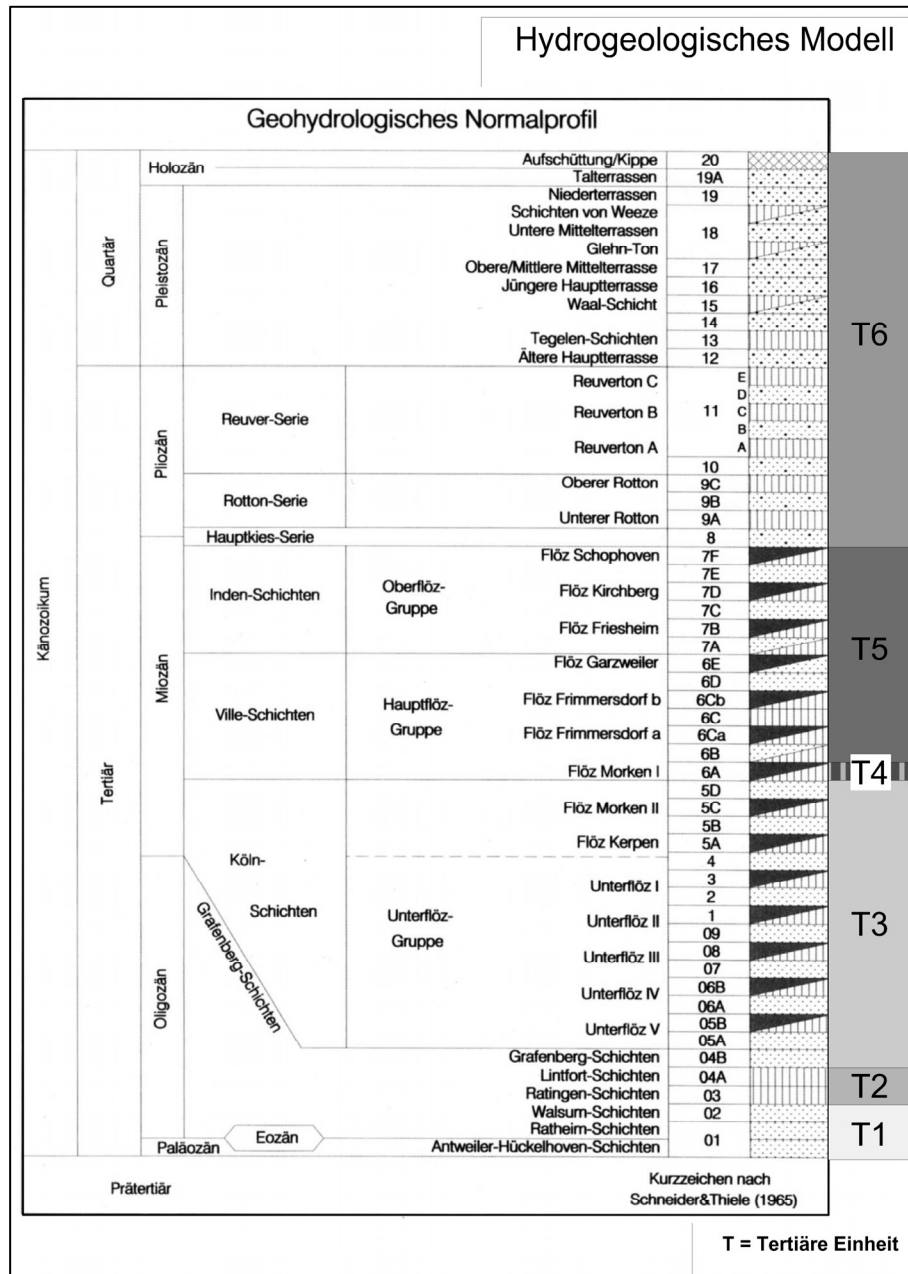


Abb. 2: Geohydrologisches Normalprofil der Deckgebirgsschichten in der Niederrheinischen Bucht (BECKER & ASMUS, 2005) mit vereinfachtem hydrogeologischen Modellaufbau

Auf der südwestlichen Randscholle des Südlimburger Reviers (Hydrogeologischer Homogenbereich I) wird der Deckgebirgsaufbau dagegen von kretazischen Schichten bestimmt. An der Basis treten überwiegend gering durchlässige Schichten der Vaals-Formation auf (schluffige Sande), die lokal von Sanden der Aachen Formation („Aachener Sande“) unterlagert sein können. Im Hangenden folgen die Kalksteine der Maastricht-Formation, die lokal für die Grundwassergewinnung genutzt werden, und schließlich eine Wechselfolge aus sandigen und tonig/schluffigen tertiären Ablagerungen.

Einen Überblick über den tektonischen Bau des Reviers und den Aufbau der Deckgebirgsschichten mit einer schematischen Darstellung der Steinkohlengruben des Aachener und Südlimburger Reviers liefern die beiden Profilschnitte in Abb. 3 und Abb. 4; die Lage der Profillinien ist in Abb. 5 dargestellt.

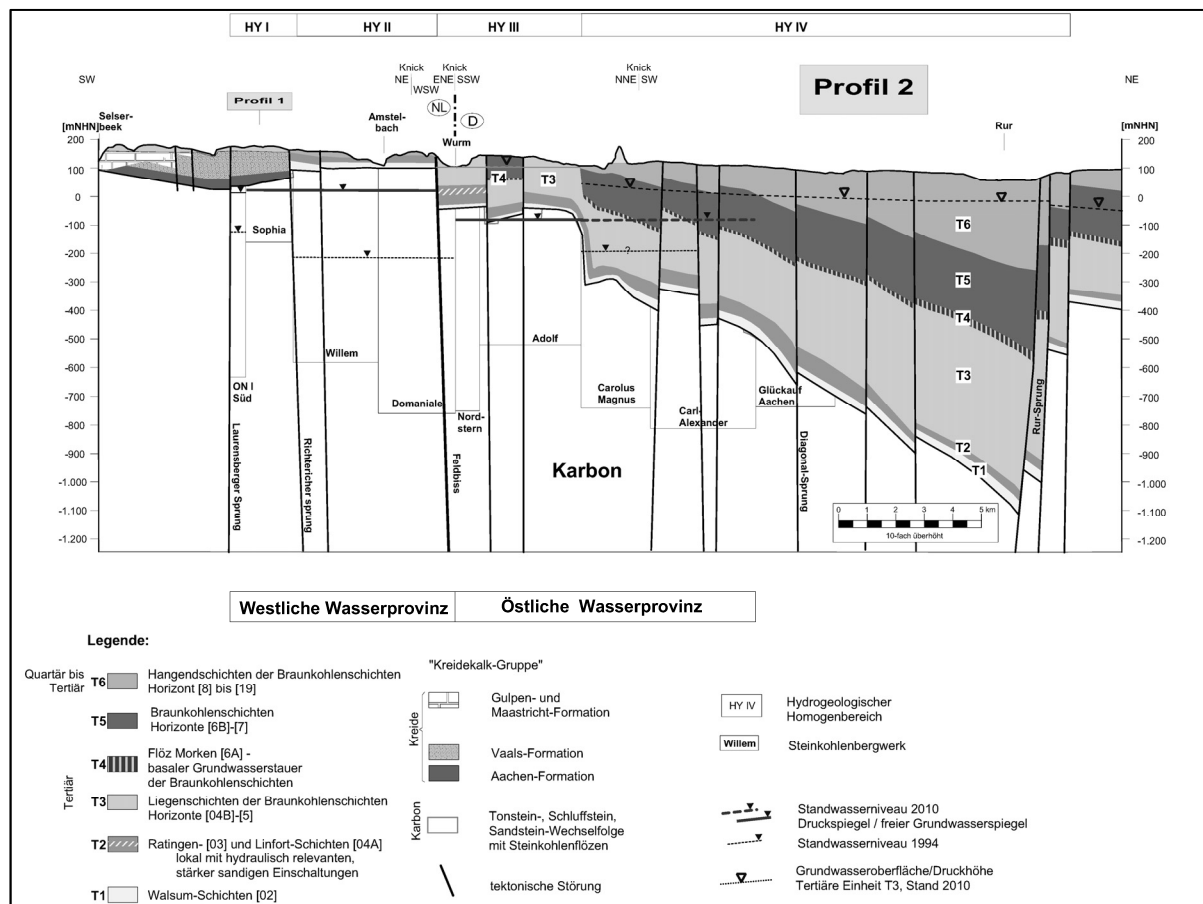


Abb. 3: Profilschnitt SW-NE durch nördlichen Teil des Aachener Reviers (Profillinie s. Abb. 5)

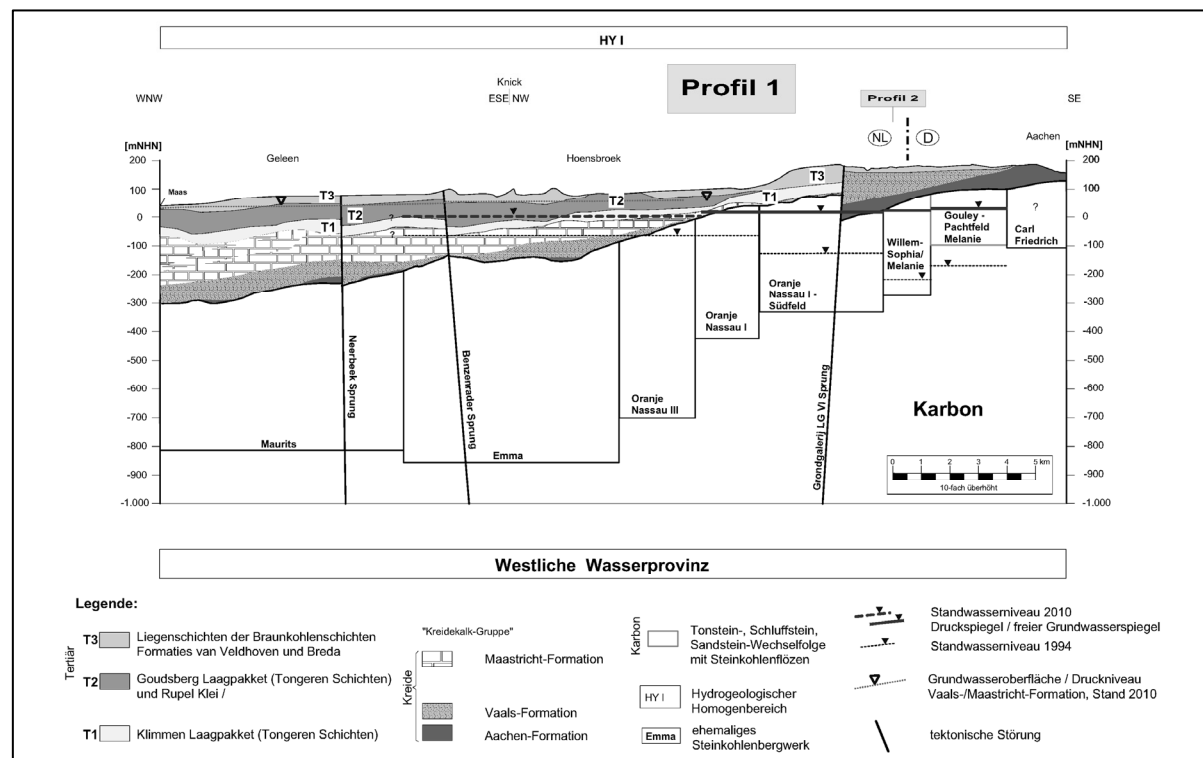


Abb. 4: Profilschnitt NW-SE durch südwestlichen Teil des Südlimburger Reviers (Profillinie s. Abb. 5)

3 Auswirkung der bergbaulichen Wasserhaltung auf die Grundwasserführung im Deckgebirge

Hinsichtlich der Charakterisierung der hydraulischen Wechselwirkungen zwischen Deckgebirge und Karbon können für das Aachener und Südlimburger Revier grob folgende Bereiche unterschieden werden:

1. Bereiche mit gering durchlässiger Abdeckung an der Karbonoberfläche und entsprechend geringen Grundwasserzutritten aus dem Deckgebirge (T2 oder Vaals-Formation).
2. Bereiche mit entwässerten, aber im natürlichen ungestörten Zustand Grundwasser führenden Deckgebirgsschichten (Aachener Sande, T1), in denen der Zulauf aus dem höheren Deckgebirge durch abdichtende Horizonte (Vaals-Formation, T2) weitgehend eingeschränkt ist.
3. Bereiche mit verstärkten Wasserzutritten im Grubengebäude aus mächtigen, Grundwasser führenden Sedimenten (z.B. aus Kölner Schichten [2] bis [4] oder Maastricht-Formation), in denen die abdichtende Wirkung der üblicherweise im Liegenden vorhandenen gering durchlässigen Schichten (Vaals-Formation, T2) aufgrund fazieller Besonderheiten oder geringer Mächtigkeit reduziert ist.

Zwischen diesen grundsätzlichen hydrogeologischen Gegebenheiten gibt es verschiedene Übergangsformen. Die Verbreitung der einzelnen Bereiche ist auf der Grundlage einer umfassenden Auswertung geologischer Grundlagendaten und Bohrdaten sowie zusätzlicher Angaben aus der Literatur und Grundwasserstandsdaten aus den entsprechenden basalen Deckgebirgshorizonten in Abb. 5 dargestellt.

Der südwestliche Teil des Südlimburger Reviers (HY I) ist gekennzeichnet durch die flächenhafte Verbreitung gering durchlässiger Schichten an der Deckgebirgsbasis (im Wesentlichen Vaals-Formation). In Bereichen mit einer Mächtigkeit der Schichten der Vaals-Formation < 25 m wurden nach RUTTEN (1948) in den Gruben während der Betriebsphase verstärkte, länger anhaltende Wasserzutritte aus den Maastricht-Schichten festgestellt. Dies betrifft einerseits den Bereich des Sattels von Puth sowie andererseits den Bereich des Waubacher Sattels, wo allerdings bereits oligozäne Sande den Schichten der Vaals-Formation auflagern. Darüber hinaus sind zeitlich begrenzt verstärkte Deckgebirgswasserzutritte in den Gruben insbesondere dort beobachtet worden, wo die im Liegenden der Vaalser Schichten lokal verbreiteten Aachener Sande entwässert wurden.

Der südöstliche Teil des Aachener Reviers ist gekennzeichnet durch die flächenhafte Verbreitung der gering durchlässigen Schichten der Tertiären Einheit T2 an der Deckgebirgsbasis. Im Bereich der Grubenfelder Gouley-Laurweg und Gemeinschaft, im südwestlichen Teil des Aachener Reviers, ist die abdichtende Wirkung dieser bindigen Basisschichten allerdings einerseits aufgrund einer faziell bedingt stärker sandigen Ausprägung und einer reduzierten Mächtigkeit sowie andererseits im Altbergbaubereich infolge der Durchstoßung dieser Schicht durch eine Vielzahl von Schächten deutlich reduziert. So beschreibt HERBST (1964), dass die im Feld Gemeinschaft (HY III) aufgefahrenen Querschläge immer unter starkem Wasserzulauf aus dem Deckgebirge zu leiden hatten. Der Wasserzustrom erfolgte hier aus den mächtigen, grundwassererfüllten Schichten der Tertiären Einheit T3. Konkrete Erkenntnisse über das Ausmaß einer daraus resultierenden Absenkung der Grundwasseroberfläche im Deckgebirge liegen für diesen Bereich nicht vor. Allerdings weisen einzelne, in unterschiedlichen Deckgebirgsniveaus verfiltrierte Grundwassermessstellen aus dem Bereich der Herzogenrather Scholle (HY III) auf eine signifikante Abnahme der Druckhöhen in den basalen Deckgebirgsschichten gegenüber dem oberflächennahen Hauptaquifer (Tertiäre Einheit T3) hin.

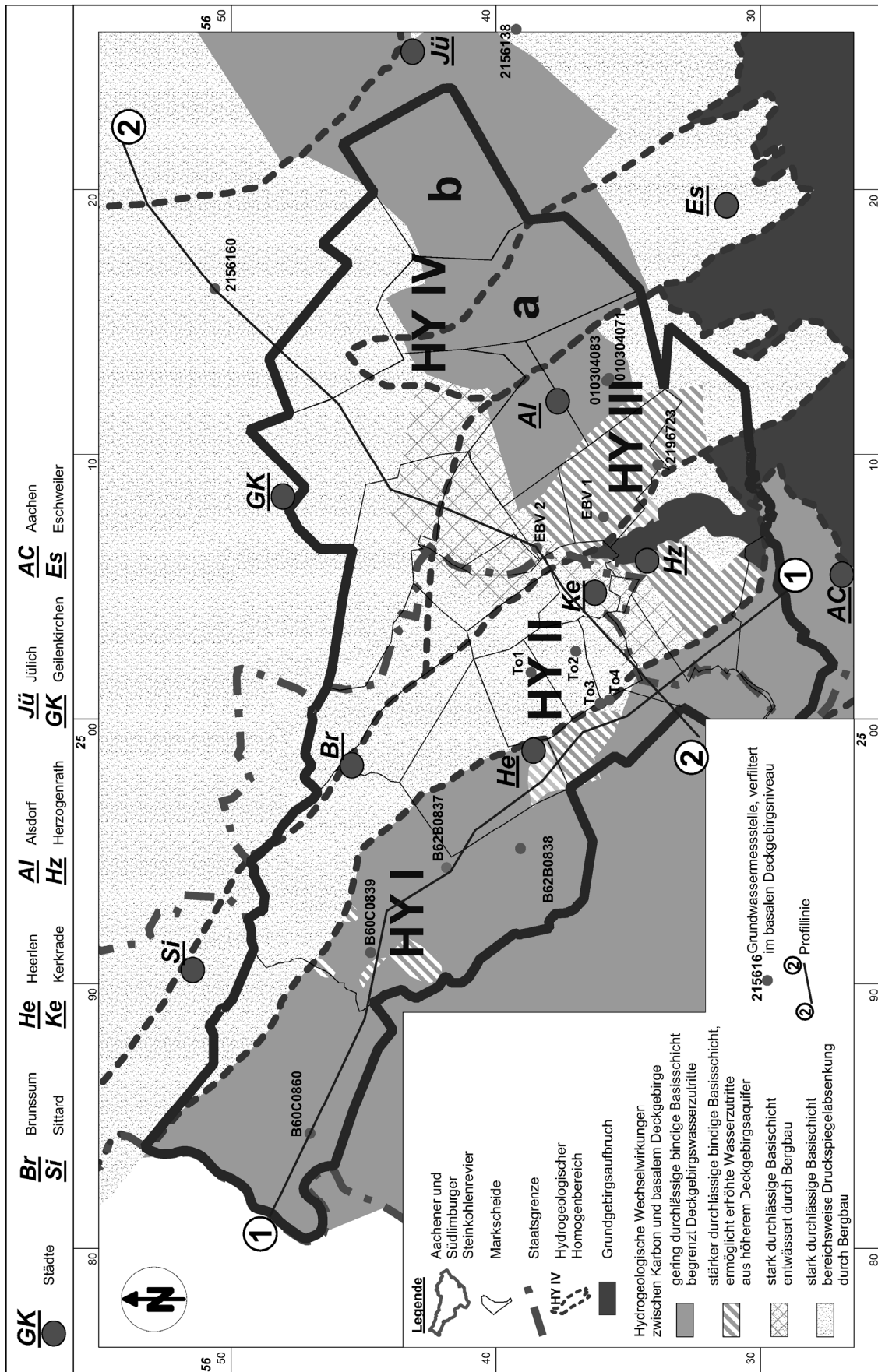


Abb. 5: Bereiche unterschiedlicher Wechselwirkungen zwischen Deckgebirge und Karbon im Aachener und Südlimburger Steinkohlenrevier

Beispielhaft zeigen dies die langjährigen Ganglinien der Grundwasserstandshöhen des Pegels 2196723/3, Würselen (Abb. 6). Hier ist in den basalen sandigen Schichtgliedern der Tertiären Einheit T2 gegenüber den überlagernden Grundwasser führenden Schichten ein um rd. 8 m tieferer Druckspiegel ausgebildet. Dies deutet auf eine signifikante Versickerung von Grundwasser aus den basalen Deckgebirgsschichten in das Steinkohlengebirge hin. Die Ganglinienverläufe der Grundwasserstandshöhen zeigen in den in unterschiedlichen Teufen verfilterten Peilrohren einen einheitlichen, von den Niederschlagsverhältnissen abhängigen, langjährig schwankenden Verlauf. Inwieweit zugleich die Grundwasseroberfläche in den Schichten der Tertiären Einheit T3 durch den Bergbau beeinflusst ist, lässt sich nicht feststellen, da keine entsprechend langen Beobachtungsreihen vorliegen. Grundsätzlich ist eine solche Beeinflussung aber aufgrund der Beobachtung der starken Wasserzuläufe aus dem Deckgebirge im Feld Gemeinschaft (s.o.) anzunehmen.

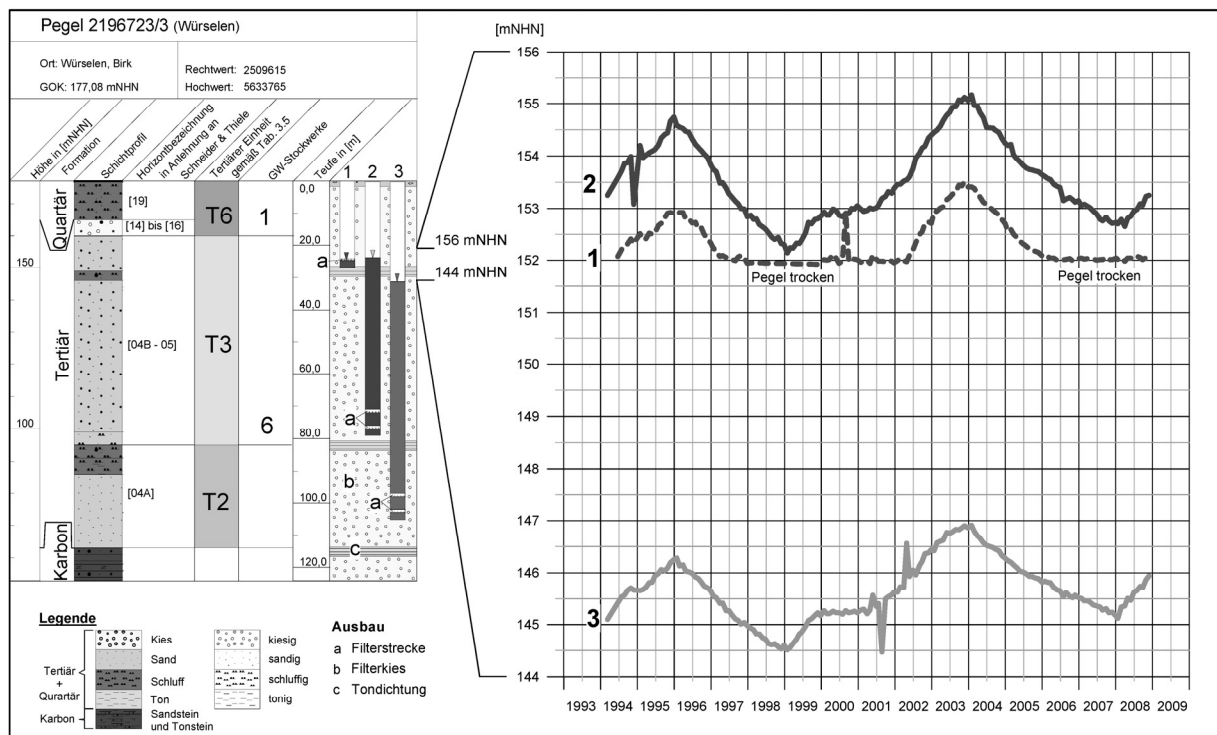


Abb. 6: Grundwasserstandshöhen in den Deckgebirgsschichten im südöstlichen Teil der Herzogenrather Scholle (HY III) am Beispiel des Pegels 2196723/3, Würselen (Lage s. Abb. 5)

Entsprechende Verhältnisse zeigen die in Abb. 6 dargestellten langjährigen Grundwasserstandsganglinien der Pegel 010304071 und 010304083, Alsdorf-Blumenrath, im südöstlichen Teil der Alsdorfer Scholle (HY III, Pegellage s. Abb. 5). Dies deutet darauf hin, dass auch im südöstlichen Teil der Alsdorfer Scholle (Feld Maria) signifikante Wasserzutritte aus dem Deckgebirge in die Grubenbaue erfolgen und eine gewisse Durchsickerung der Tertiären Einheit T2 (im Bereich der Pegel 010304071 und 010304083 durch die ausführende Bohrfirma als stark tonige Sande angesprochen) stattfindet.

Dementsprechend ist in diesen Bereichen im Rahmen des Grubenwasseranstiegs mit dem Einstau der Deckgebirgsbasis auch mit einer Beeinflussung der Grundwasserstände im oberflächennahen Deckgebirgsgrundwasserstockwerk im Deckgebirge zu rechnen. Bisher wurde die Deckgebirgsbasis in diesen Bereichen noch nicht eingestaut.

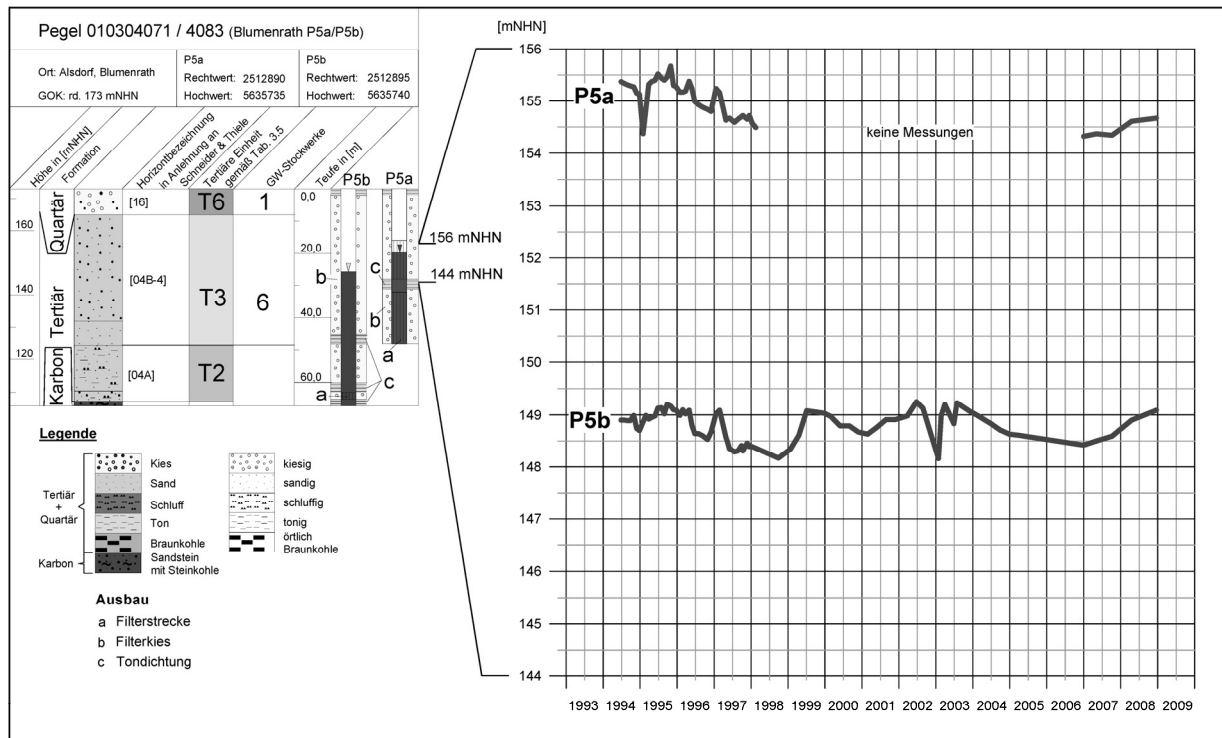


Abb. 7: Grundwasserstandshöhen in den Deckgebirgsschichten im südöstlichen Teil der Alsdorfer Scholle (HY III) am Beispiel der Pegel 0304071 / 0304083, Alsdorf-Blumenrath (Lage s. Abb. 5)

Im Bereich des tagesnahen Altbergbaus um das Wurmatal (Gruben Gouley-Laurweg und Domaniale) ist die grundwassererfüllte Mächtigkeit der die Lintfort-Schichten [04A] (Tertiäre Einheit T2) überlagernden, Grundwasser führenden Schichten (Quartäre Terrassenablagerungen) durch die starke Absickerung in das Grubengebäude deutlich reduziert. Die grundwassererfüllten Mächtigkeiten betragen hier auf der Hochscholle westlich des Wurmtals im Allgemeinen < 3 m. In diesem Bereich ist aufgrund der starken bergbaulichen Auflockerung des tagesnahen Steinkohlengebirges und der Vorflutwirkung der Wurm nicht mit einem signifikanten Wiederanstieg der Wasserstände im Deckgebirge zu rechnen. Dazu werden auch die zahlreichen alten Entwässerungsstollen zur Wurm beitragen; einige dieser Stollen wurden durch die EBV GmbH gezielt für eine Ableitung des ansteigenden Grubenwassers zur Wurm in ihrer Entwässerungsfunktion wieder hergestellt.

An diese Zone der flächenhaften Verbreitung der Tertiären Einheit T2 an der Deckgebirgsbasis schließt sich im Aachener und Südlimburger Revier nach Nordwesten eine Zone an, in der im Liegenden die sandigen Ablagerungen der Tertiären Einheit T1 auftreten. In den Bereichen, in denen diese Ablagerungen in vergleichsweise geringer Mächtigkeit ausgebildet sind, hat sich hier zunächst eine breite Zone ausgebildet, in der diese Schichten im Zuge des Steinkohlenbergbaus offensichtlich weitflächig entwässert wurden. So wurde im Feld Carolus Magnus bei Reparaturarbeiten am Schacht I im Jahre 1930 der „Liegende Sand“ in rd. 370 m Teufe trocken vorgefunden (ANTONOW, 1941). Weiterhin wurden nach ANTONOW (1941) die dem Karbon auflagernden „Schwimmsandschichten“ im Jahre 1934 im Südfeld der Grube Adolf trocken angefahren. Für den niederländischen Bereich weist RUTTEN (1948) darauf hin, dass im Bereich der Grube Wilhelmina das Deckgebirge entwässert wurde, so dass die oberen Sohlen weitgehend trocken waren. Der Bereich der Gruben Willem-Sophia und Domaniale bildet nach Beschreibungen von RUTTEN (1948) ähnlich wie der Bereich der Grube Gemeinschaft eine Übergangszone, in der die überlagernden Tonhorizonte der Tertiären Einheit T2 keine vollständige Abdich-

tung nach oben bilden, so dass die Sande der Tertiären Einheit T1 nicht vollständig entwässert sind, sondern sukzessive Niederschlagswasser nachströmt.

Aus heutiger Sicht lassen sich diese Beschreibungen lokal durch Pegelraten und Bohrbefunde bestätigen. Der am NE-Rand des Feldes Nordstern in Herzogenrath-Merkstein gelegene Pegel EBV 2 (s. Abb. 5) weist die rd. 13 m mächtigen basalen Walsumer Sande [02] (T2) weitgehend entwässert aus; die Sande führen hier vielmehr Grubengas. Im deutsch-niederländischen Grenzbereich wurden die basalen Walsumer Sande [02] im Zusammenhang mit der Erkundung von Hinterlassenschaften des Altbergbaus (HY II) an zahlreichen Stellen entwässert angetroffen.

Für den südwestlichen Teil der Grubenfelder Wilhelmina und Willem (Raum Heerlerbaan - Dentgenbach, HY II) liegen gemäß mündlicher Mitteilung von Herrn Drs. P. van Rooijen (Klimmen, NL) aus 03.2007 neuere Wasserstände aus mehreren Pegeln vor, die auf eine deutliche Entspannung der Wasserstände in den basalen Tongeren-Formation (T1) hinweisen (Pegel To1 bis To4 in Abb. 5). Dort, wo die Sande der Tongeren Formation (T1) nach Nordwesten hin mächtiger werden, traten die Wasserzutritte aus den Deckschichten nach RUTTEN (1948) lang anhaltend auf, ohne dass eine vollständige Entwässerung erfolgte (s.o.).

4 Verlauf des Grubenwasseranstiegs

In der Östlichen Wasserprovinz erfolgte der Grubenwasseranstieg nach Einstellung der Wasserhaltung in 1993 auf einem weitgehend einheitlichen Niveau mit anfänglichen Anstiegsgeschwindigkeiten um rd. 70 m/a, die zwischenzeitlich auf Beträge um rd. 20 m/a zurückgegangen sind; bis Ende 2010 wurde hier ein Standwasserniveau von -65 mNHN erreicht. In diesem Zusammenhang wurde in der Östlichen Wasserprovinz das Deckgebirge bereits weiträumig eingestaut; nur auf der höchstgelegenen Teilscholle (HY III) liegt das Standwasserniveau derzeit noch unterhalb der Deckgebirgsbasis.

In der Westlichen Wasserprovinz wurden die Wasserhaltungsmaßnahmen der einzelnen Gruben im Rahmen der Stilllegung bereits in den 1960er und 1970er Jahren sukzessive eingestellt. Zuletzt wurden zum Schutz der Gruben in der Östlichen Wasserprovinz im deutsch-niederländischen Grenzbereich nur noch zwei zentrale Wasserhaltungen in den Gruben Domaniale (NL) und Gouley-Laurweg betrieben. In den einzelnen Gruben der Westlichen Wasserprovinz ist somit schon frühzeitig ein Teilanstieg des Grubenwassers erfolgt. Das Grubenwasser ist in den einzelnen niederländischen Gruben jeweils bis in das Niveau der Übertrittsstellen zu den benachbarten Gruben angestiegen und letztlich der zentralen Wasserhaltung im Feld Domaniale zugelaufen. Dadurch stellten sich in den niederländischen Gruben bis 1987 konstante Standwasserniveaus zwischen -62 mNHN im Nordwesten und -214 mNHN im Südosten ein.

Mit der Einstellung der zentralen Wasserhaltungen in 1994 setzte dann in der gesamten Westlichen Wasserprovinz erneut ein weiträumiger Grubenwasseranstieg ein. Das Standwasserniveau stellte sich dabei zunächst in allen Gruben auf ein einheitliches Niveau von rd. -62 mNHN ein, bevor dann der weitere Anstieg in der gesamten Westlichen Wasserprovinz auf einem weitgehend einheitlichen Niveau erfolgte. Bis Ende 2010 ist das Grubenwasser in der Westlichen Wasserprovinz auf ein Niveau zwischen -3 mNHN und 37 mNHN angestiegen; dabei hat sich ein generelles Druckgefälle aus dem Bereich des tagesnahen Altbergbaus im Wurmatal heraus nach Nordwesten eingestellt.

In diesem Zusammenhang wurde die Deckgebirgsbasis im nordwestlichen Teil der Westlichen Wasserprovinz etwa bis auf Höhe der Stadt Heerlen eingestaut. Der Grubenwasseranstieg erfolgt seit 1999 mit vergleichsweise geringen Anstiegsraten von weniger als 5 m/a. Bis zum Erreichen des natürlichen Vorflutniveaus der Wurm im Wurmatal (rd. 107 mNHN) werden daher voraussichtlich noch über 10 Jahre vergehen. Von wesentlicher Bedeutung für den weiteren Verlauf und die möglichen Auswirkungen des Grubenwasseranstiegs auch auf die Grundwasserverhältnisse im Deckgebirge sind dabei vor allem die weiterhin intakten weiträumigen hydraulischen Verbindungen zwischen den Gruben der Westlichen Wasserprovinz, die im Niveau des Steinkohlengebirges einen hydraulischen Kurzschluss zwischen dem Wurmatal (Vorflutniveau 107 mNHN) im Südosten und der Maas (Vorflutniveau 40 mNHN) im Nordwesten bewirken.

5 Auswirkungen des Grubenwasseranstiegs auf die Grundwasserverhältnisse im Deckgebirge

Konkrete Erkenntnisse über die Entwicklung der Grundwasserstände in den basalen Deckgebirgsschichten im Rahmen des Grubenwasseranstiegs liegen für das Aachener und Südlimburger Revier aus den Bereichen der Heerleider Scholle (HY I) und der Rur-Scholle (HY IV) vor.

- Beispiel Heerleider Scholle (HY I)

Im Bereich der Heerleider Scholle (HY I) wurden im Rahmen der Stilllegung der niederländischen Steinkohlengruben zwischen 1979 und 1981 vier tiefe Grundwassermessstellen errichtet, um den Einfluss des Grubenwasseranstiegs auf die basalen Deckgebirgsschichten erfassen zu können (s. Abb. 5). Die Entwicklung der Grundwasserstände in drei dieser Messstellen ist für die repräsentativen Peilrohre zusammen mit dem Verlauf des Grubenwasseranstiegs in diesem Bereich in Abb. 8 dargestellt.

Die Entwicklung der Grundwasseroberflächen bzw. Druckhöhen in den Kreideschichten korreliert mit dem Verlauf des Grubenwasseranstiegs. Bis 1987 erfolgte am Pegel B60C0839 (Schinnen) im Niveau der basalen Kreideschichten (hier Maastricht-Formation) parallel zum Grubenwasseranstieg ein signifikanter Anstieg der Druckhöhen um rd. 5 bis 6 m. Der Pegel B62B0838 (Voerendaal), in dessen Bereich die Deckgebirgsbasis erst Mitte der 1980er Jahre um wenige 10er Meter (rd. 30 m) eingestaut wurde, zeigte demgegenüber in dieser Phase keinen Anstieg der Wasserstände.

Zwischen 1988 und 1998 ist eine deutliche Stagnation der Druckhöhen in diesen Pegeln zu beobachten. Diese Periode fällt in die Zeit der Schutzwasserhaltung (Domaniale, Gouley-Laurweg), in der auch das Standwasserniveau im Steinkohlengebirge stagnierte. Erst nach dem Einsetzen des weiteren Grubenwasseranstiegs setzte sich ab etwa 1998 auch der Anstieg der Druckhöhen in den basalen Kreideschichten weiter fort. Bis 2009 summierte sich der messtechnisch erfasste Anstieg der Druckhöhen im Niveau der Kreideschichten im Bereich Schinnen auf insgesamt rd. 10 m. Ab etwa 1999 zeigte sich mit dem Einstau der Deckschichten im Raum Voerendaal auch im Pegel B62B0838 im Niveau der Vaals- und Maastricht-Formation ein signifikanter Anstieg der Druckhöhen, der sich in der Vaals-Formation bis 2009 auf rd. 3 m aufsummierte. Im Niveau der Maastricht-Formation sind die Druckhöhen bereits bis in das Niveau des Grundwasserspiegels in den oberflächennahen tertiären Lockergesteinen angestiegen. Hier deutet sich auch ein erster Anstieg von Wasserständen im oberflächennahen Bereich an.

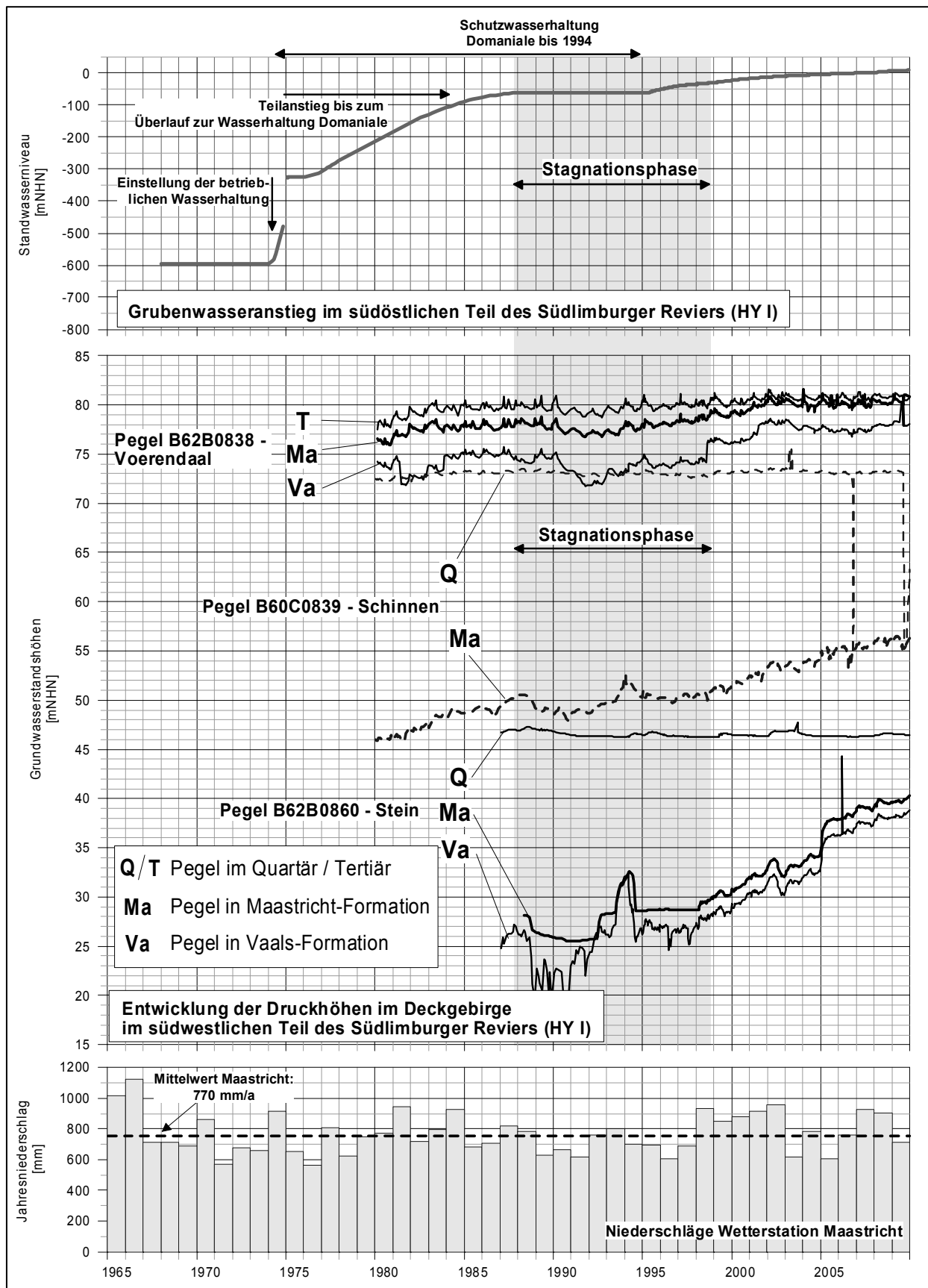


Abb. 8: Entwicklung der Druckhöhen im basalen Deckgebirge der Heerlerheider Scholle (HY I) im Bereich des Nördlichen Hauptbassins des Südlimburger Reviers (Lage der Pegel s. Abb. 5)

Im nordwestlichen Randbereich des Reviers, im Pegel B62C0860 (Stein), stieg das Druckniveau in den Kreideschichten seit 1998 um insgesamt rd. 11 m an und liegt damit heute nur noch wenige Meter unterhalb des Grundwasserstandes in den oberflächennahen quartären Ablagerungen.

In der Summe zeigt sich im gesamten Bereich der Heerlreider Scholle (HY I) zwischen Voerendaal und Stein ein durch den Grubenwasseranstieg hervorgerufener Wiederanstieg der Druckhöhen in den Kreideschichten. Dieser Anstieg der Druckhöhen im Deckgebirge wird sich mit dem weiteren Grubenwasseranstieg fortsetzen. Der „hydraulische Kurzschluss“ im Niveau des Steinkohlengebirges (s.o.) kann dabei dazu führen, dass das Druckniveau im Steinkohlengebirge deutlich über das ehemals natürliche Druckniveau ansteigt. Mit dem Ausgleich der Druckhöhen zwischen den Kreideschichten und den oberflächennahen Grundwasserleitern und einem gegebenenfalls noch darüber hinausgehenden Druckanstieg in den Kreideschichten ist in Abhängigkeit von der faziellen Ausbildung der Tertiären Einheit T2 in diesen Bereichen auch ein Anstieg der Grundwasserstände in den oberflächennahen Grundwasserleitern nicht auszuschließen. Dies kann insbesondere in morphologisch tief gelegenen Bergsenkungsbereichen des Reviers auch lokal zur Ausbildung von Vernässungszonen führen.

Erkenntnisse über die Entwicklung der Grundwasserqualität in den basalen Deckgebirgsschichten liegen nur anhand weniger Analysenergebnisse von Grundwasserproben aus den oben beschriebenen Tiefpegeln bis 1998 vor. Gemäß VAN ROOIJEN ET AL. (1998) betrug die elektrische Leitfähigkeit der in den basalen Kreideschichten zirkulierenden Grundwässer bis 1998 maximal 600 bis 800 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Eine Beeinträchtigung durch das ansteigende Grubenwasser war bis 1998 nicht festzustellen; neuere Daten liegen nicht vor (IHS, 2007). Eine signifikante qualitative Beeinträchtigung der Grundwasserqualität in den Kreideschichten ist zukünftig vor allem dann zu erwarten, wenn das Druckniveau im Steinkohlengebirge über die natürlichen Druckhöhen in den Kreideschichten ansteigt. Anhand der bisherigen Entwicklung der hydraulischen Gefälleverhältnissen innerhalb der Westlichen Wasserprovinz zwischen Wurmatal und Maas ist eine solche Entwicklung nicht auszuschließen.

- Beispiel Rur-Scholle (H IV)

Im nördlichen Bereich des Aachener Reviers wurden die basalen Walsum-Schichten [02] (T1) im Zuge des Steinkohlenbergbaus teilweise vollständig entwässert und die Druckhöhen weiträumig abgesenkt. Erkenntnisse über die Druckhöhen liegen aufgrund der großen Deckgebirgsmächtigkeiten und der fehlenden wasserwirtschaftlichen Relevanz dieses Horizontes nur von wenigen Pegeln im östlichen Randbereich der Rur-Scholle vor.

Im Einwirkungsbereich des Aachener Reviers liegt nur der Pegel 2156160, Lindern, rd. 5 km nordöstlich der Abbaufelder des Aachener Reviers (s. Abb. 5). Die Ganglinien der Grundwasserstandshöhen in ausgewählten Peilrohren zeigt Abb. 9. Zum Vergleich sind hier die Entwicklung der Druckhöhen im Steinkohlengebirge für den rd. 8 km südöstlich der Abbaufelder des Aachener Reviers gelegenen Pegel 2156138, Schophoven, und den im südwestlichen Randbereich der Rur-Scholle gelegenen Schacht II, Julia, dargestellt. Im Bereich der niederländischen Grube Julia wurde die Deckgebirgsbasis bereits eingestaut, so dass hier parallel zum Grubenwasseranstieg auch mit einem entsprechenden Anstieg der Druckhöhen in den dem Steinkohlengebirge hier unmittelbar auflagernden basalen Sanden des Horizontes T1 gerechnet werden muss.

Der Pegel 2156160, Lindern, zeigt zwischen 2000 und 2009 einen signifikanten Anstieg der Druckhöhen im Niveau des Steinkohlengebirges von -80 mNHN auf -40 mNHN. Parallel dazu erfolgte auf gleichem Druckniveau der Anstieg der Druckhöhen in den Walsum-Schichten [02] (T1). Ende 2009 lag das Druckniveau hier um

rd. 40 m höher als in den Grubenbauen der Östlichen Wasserprovinz. In dem im Hangenen folgenden Grundwasserstockwerk T3 lag das Druckniveau im gleichen Zeitraum weitgehend konstant auf einem deutlich höheren Niveau um -15 mNHN. Hier sind die Druckhöhen gegenüber dem natürlichen Zustand durch die Sumpfungmaßnahmen für die Braunkohlentagebaue Inden und Hambach abgesenkt; im Beobachtungszeitraum seit 1999 hat es aber keine signifikante Veränderung dieses Sumpfungseinflusses gegeben. Einwirkungen des Grubenwasseranstiegs sind in diesen Horizonten nicht festzustellen; dies belegt die abdichtende Funktion des Horizontes T2 in diesem Bereich.

Außerhalb des Einwirkungsbereiches des Aachener Reviers zeigt der Pegel 2156138, Schophoven, dass hier auch im Steinkohlengebirge seit 1999 weitgehend konstante Druckhöhen auf einem durch die Sumpfungmaßnahmen für die Braunkohlentagebaue beeinflussten Niveau zwischen -20 und -23 mNHN vorliegen. Der deutliche Anstieg der Druckhöhen im Pegel 2156160, Lindern, kann daher nur durch den Grubenwasseranstieg im Aachener Revier hervorgerufen sein.

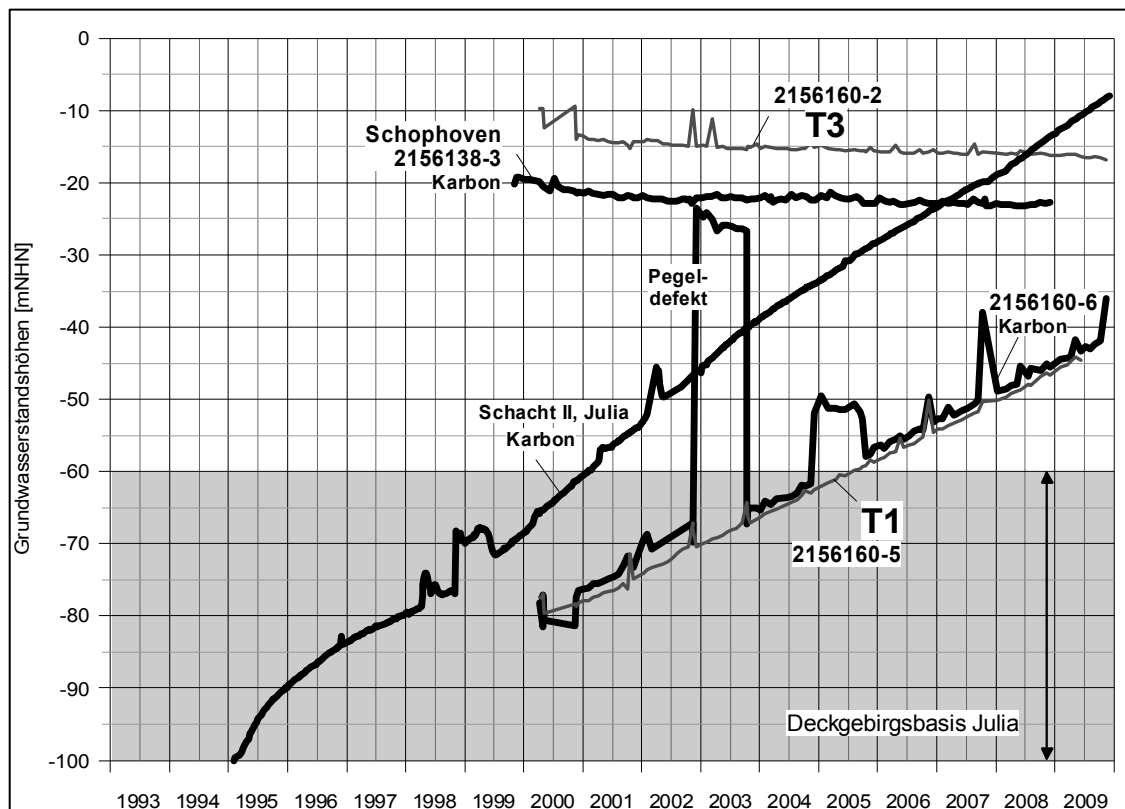


Abb. 9: Entwicklung der Druckhöhen im Karbon und im basalen Deckgebirge der Rur-Scholle nördlich des Aachener Reviers (Lage der Pegel s. Abb. 4)

Die Entwicklung der hydraulischen Verhältnisse in den basalen Walsum-Schichten [02] (T1) im Bereich des Pegels 2156160, Lindern, lässt darauf schließen, dass im gesamten Verbreitungsgebiet der Tertiären Einheit T1 im Nordraum des Aachener Reviers und darüber hinaus weiter in die Rur-Scholle hinein im Zuge des Grubenwasseranstiegs auch ein weiträumiger Wiederanstieg der Druckhöhen in diesem basalen Horizont erfolgt. Darauf deutet auch die parallele Entwicklung des Grubenwasseranstiegs im Grubenfeld Julia hin. Auch für diesen Bereich ist davon auszugehen, dass das Steinkohlengebirge und die basale Tertiäre Einheit T1 eine hydraulische

Einheit bilden und mit dem Einstau der Deckgebirgsbasis auch eine Wiederanstieg der Druckhöhen im basalen Deckgebirgshorizont parallel zur Entwicklung des Grubenwasseranstiegs erfolgt.

Diese Entwicklung belegt zugleich den weiträumigen Einfluss, den die Wasserhaltungsmaßnahmen des Steinkohlenbergbaus mit der Entwässerung des basalen Grundwasserleiters T1 auf das nördliche Umfeld des Reviers, weit über die Reviergrenzen hinaus, gehabt haben. Diese Entwicklung ist nicht nur von wasserwirtschaftlicher Bedeutung, sondern wirkt sich z.B. auch auf die Ausdehnung der aus dem Grubenwasseranstieg resultierenden Bodenhebungen aus (ROSNER, 2011). Darüber hinaus zeigt sich hier auch, dass die Einwirkungen durch den Grubenwasseranstieg im Steinkohlengebirge auf das basale Deckgebirgsniveau im Liegenden der Ratingen Schichten [03] (T2) begrenzt sind. Dies bestätigen auch die überwiegend in der Tertiären Einheit T3 verfilterten Überwachungspegel innerhalb der Östlichen Wasserprovinz, in denen bisher keine Beeinflussung durch den Grubenwasseranstieg festgestellt werden konnte.

6 Zusammenfassende Bewertung und Ausblick

Die aus den basalen Deckgebirgsschichten für den Bereich des Aachener und Südlimburger Steinkohlenreviers vorliegenden Pegeldaten belegen, dass mit dem Einstau der Deckgebirgsbasis in Bereichen, in denen betriebszeitlich Wasserzutritte aus dem Deckgebirge erfolgten, ein Wiederanstieg auch der Druckhöhen in den Deckgebirgsschichten erfolgt. Diese Entwicklung stellt zunächst die Wiederherstellung natürlicher Verhältnisse dar. Das ehemals der bergbaulichen Wasserhaltung zugelaufene Grundwasser steht nunmehr dem natürlichen Wasserkreislauf im Deckgebirge wieder zu Verfügung.

Im Aachener Revier sind die Einwirkungen des Grubenwasseranstiegs auf das Deckgebirge bisher auf das Niveau der basalen Walsum-Schichten [02] (T1) begrenzt. Die überlagernden Grundwasser stauenden Ratingen- und Lintfort-Schichten [03]/[04A] (T2) bilden in den bisher eingestauten Deckgebirgsbereichen eine wirksame hydraulische Barriere gegenüber den im Hangenden folgenden Grundwasserstockwerken des tertiären Deckgebirges. Allerdings erstreckt sich der Einwirkungsbereich der bergbaulichen Sumpfungmaßnahmen in diesen basalen Walsum-Schichten [02] (T2) weit über die eigentlichen Grenzen des Reviers hinaus nach Norden in die Rur-Scholle hinein. Dies ist z.B. im Hinblick auf die räumliche Ausdehnung von Bodenhebungen infolge des Druckanstiegs in den basalen Deckschichten von Bedeutung (ROSNER, 2011).

Im südöstlichen Teil des Südlimburger Reviers ist ein signifikanter Wiederanstieg der Druckhöhen in den für die Grundwassergewinnung bedeutsamen kretazischen Kalksteinen (Maastricht-Formation) zu beobachten. Lokal sind die Druckhöhen in den Kalksteinen bereits über das Niveau des oberflächennahen Grundwasserkörpers angestiegen und haben auch hier einen Anstieg der Wasserstände bewirkt. Diese Entwicklung kann im Zuge des weiteren Grubenwasseranstiegs im Südlimburger Revier insbesondere in Bergsenkungsbereichen mit geringen Flurabständen langfristig auch zu Vernässungen an der Geländeoberfläche führen.

Im weiteren Verlauf des Grubenwasseranstiegs muss mit einer Ausweitung der Einwirkungsbereiche im Deckgebirge gerechnet werden. Die im Rahmen der vorliegenden Bearbeitung zusammengetragenen Erkenntnisse aus der Betriebsphase der Bergwerke über Wasserzuläufe aus dem Deckgebirge und die bereits beobachteten Druckhöhenanstiege in Deckgebirgsschichten erlauben dabei eine Abschätzung der zukünftig noch zu erwartenden Einwirkungen. Für eine Konkretisierung sind entsprechende Monitoringmaßnahmen durchzuführen. Für das Aachener Revier steht dazu bereits ein umfassendes Messstellennetz zur Verfügung.

Literatur

- ANTONOW, G. (1941): Grundwasserverhältnisse im Aachener Steinkohlenbezirk unter besonderer Berücksichtigung der Gruben Carolus Magnus und Carl Alexander der Baesweiler Scholle.- Diss. RWTH Aachen, 76 S.; Aachen.
- BECKER, B. & ASMUS, S. (2005): Beschreibung und Korrelation der känozoischen Lockergesteinsschichten der Grundgebirgsbohrungen im Umfeld des Tagebaus Hambach.- Scriptum 13, S. 61-74, 7 Abb.; Krefeld.
- CUVELIER, N. (2005): Planung und Durchführung eines Bohrprogramms zur Erkundung des tiefen Untergrundes der Niederrheinischen Bucht.- Scriptum 13, S. 7-31, 16 Abb., 1 Tab., 1 Anh.; Krefeld.
- HERBST, G. (1964): Die Grubenwässer im Steinkohlenrevier von Aachen-Erkelenz.- Z. dtsh. Geol. Ges. 116, S. 70-75, 2 Abb.; Stuttgart.
- INGENIEURBÜRO HEITFELD-SCHETELIG GMBH (27.02.2007): Bericht zu den möglichen Auswirkungen des Grubenwasseranstiegs im Südlimburger Steinkohlenrevier - Vorstudie.- Unveröffentl. Gutachten im Auftrag des Ministerie van Economische Zaken (Niederlande), 69 S., 1 Anh., 12 Anl.; Aachen.
- ROSNER, P. (2011): Der Grubenwasseranstieg im Aachener und Südlimburger Steinkohlenrevier - eine hydrogeologisch-bergbauliche Analyse der Wirkungszusammenhänge.- Diss. RWTH Aachen, in Vorbereitung; Aachen.
- RUTTEN, M.G. (1948): Geologie van het Limburgse mijnwater.- Meded. Geol. Stichting, Serie C - VI - No. 4, 107 S., 31 Abb., 13 Tab., 1 Anh.; Maastricht.
- SHGM - STUDIEGROEP „HYDROGEOLOGISCHE GEVOLGEN VAN DE MIJNSLUITINGEN“ (1975): Het stijgende mijnwater in de gesloten Zuid-Limburgse mijnen.- 31 S., 5 Tab., 6 Anl.; Maastricht.
- VAN ROOIJEN ADVIEZEN & STAATSTOEZICHT OP DE MIJNEN (1998): Het mijnwater - stand van zaken voorjaar 1998.- Rapport Provincie Limburg, 23 S., 7 Abb., 4 Beilagen; Maastricht.