



Stellungnahme Wasserrechtsverfahren - Hamburger Wasserwerke

Addendum 1

HOLGER MAYER, BUND e.V. Regionalverband Elbe-Heide

Am Rande von Gesprächen nach Abgabe der Stellungnahme zwischen Vertretern des Landkreises Harburg und dem Arbeitskreis der Naturschutzverbände im Landkreis Harburg wurde im Hinblick auf die Antragsunterlagen des Genehmigungsverfahrens Hamburg Wasser die Frage aufgeworfen, ob die Bereiche ob der vorliegenden hydrogeologischen Situation überhaupt betroffen sein können. Der BUND hat deshalb auf Basis der durch Hamburg Wasser dokumentierten Grundwassermodellinformationen zwei Modelle nachentwickelt, mit dem wir die obig aufgeführten Fragestellungen zumindestens grob beantworten können. Als Ergebnis zeigten sich erste Effekte auf die untersuchten Gewässer innerhalb weniger Tage, die Abflussdominanz wird zwischen einem Monat (Wesel) und 5 Monaten (Schierhorn) erreicht. Am Ende des ersten Förderjahres sind die Auswirkungen einer Abflussreduzierung vollumfänglich eingetreten. Im aktuellen Antragszustand ist aus Sicht des BUND keine Erteilung einer gehobenen Erlaubnis oder Bewilligung möglich, da wesentliche Anforderungen durch die FFH-Richtlinie und die Wasserrahmenrichtlinie im Hinblick auf einen Nachweis der Nichtschädigung nicht erfüllt sind. Der BUND hält seinen Antrag auf Stilllegung der Brunnen W09, W10, W11, W12 aufrecht, da die Untersuchungen ein deutliches Schädigungspotential identifiziert haben. Erst wenn dieses fachlich qualifiziert ausgeräumt wurde können die Brunnen gegebenenfalls erneut in Betrieb genommen werden. In der Zwischenzeit ist die genehmigte Fördermenge von Hamburg Wasser wie beantragt zu reduzieren.

INHALTSVERZEICHNIS

1. Einleitung	3
2. Grundlagen der Abflussreduzierung	4
3. Beschreibung der Untersuchungsmethodik	7
4. Grundwassermodell Weseler BACH	11
5. Grundwassermodell Schierhorn	22
6. Fazit	25

Der Bund für Umwelt und Naturschutz Deutschland e.V. (BUND) ist bundesweit mit mehr als 460.000 Mitgliedern, Spendern und Förderern der größte Umweltverband Deutschlands. In Niedersachsen zählt der Verein rund 33.000 Mitglieder und Förderer. Der Verein ist vom Staat als Umwelt-/Naturschutzverband anerkannt. Der BUND versteht sich als die treibende gesellschaftliche Kraft für eine nachhaltige Entwicklung in Deutschland. Die Vision: ein zukunftsfähiges Land in einer zukunftsfähigen und friedfertigen Welt.

© 2016 BUND e.V. Regionalverband Elbe-Heide im Internet unter <http://www.bund-lueneburg-harburg.de>
Bei Rückfragen ist der Autor ist zu erreichen unter holger.mayer@bund.net

1. EINLEITUNG

In der Stellungnahme des BUND vom Januar 2016 (Mayer 2016) haben wir verschiedene methodische Punkte hinsichtlich der Genehmigungsunterlagen kritisiert. Dabei hatten wir uns räumlich im wesentlichen auf den Bereich des Weseler Baches im FFH-Gebiet Lüneburger Heide und auf das NSG Hangquellmoor bei Weihe, das Teil des FFH-Gebiet Seeve ist, konzentriert.

Am Rande von Gesprächen nach Abgabe der Stellungnahme zwischen Vertretern des Landkreises Harburg und dem Arbeitskreis der Naturschutzverbände im Landkreis Harburg wurde im Hinblick auf die Antragsunterlagen des Genehmigungsverfahrens Hamburg Wasser die Frage aufgeworfen, ob die Bereiche ob der vorliegenden hydrogeologischen Situation überhaupt betroffen sein können und in wieweit potentiell vorhandene hydrologische Fenster in den trennenden Tonschichten zwischen den Grundwasserleitern zu Auswirkungen der Grundwasserförderung auf die Oberflächengewässer führen. In der Stellungnahme vom Januar 2016 hatte der BUND unter anderem untersucht, in welchen Zeiträumen eine Abflussreduzierung im Hinblick auf die Elsterzeitlichen Rinnen zu erwarten ist (Mayer 2016 Seiten 17ff). Nicht untersucht hatten wir, wie die bekannten geologischen Strukturen im Nahbereich von zwei Brunnengruppen (W09-W12 und Schierhorn 1 bis 5) sich auf eine Abflussreduzierung bei naheliegenden Gewässern auswirkt. Im ersteren Fall sind das der Weseler Bach und der Weseler Moorbach, im Falle Schierhorn die Hangquellstrukturen im Naturschutzgebiet.

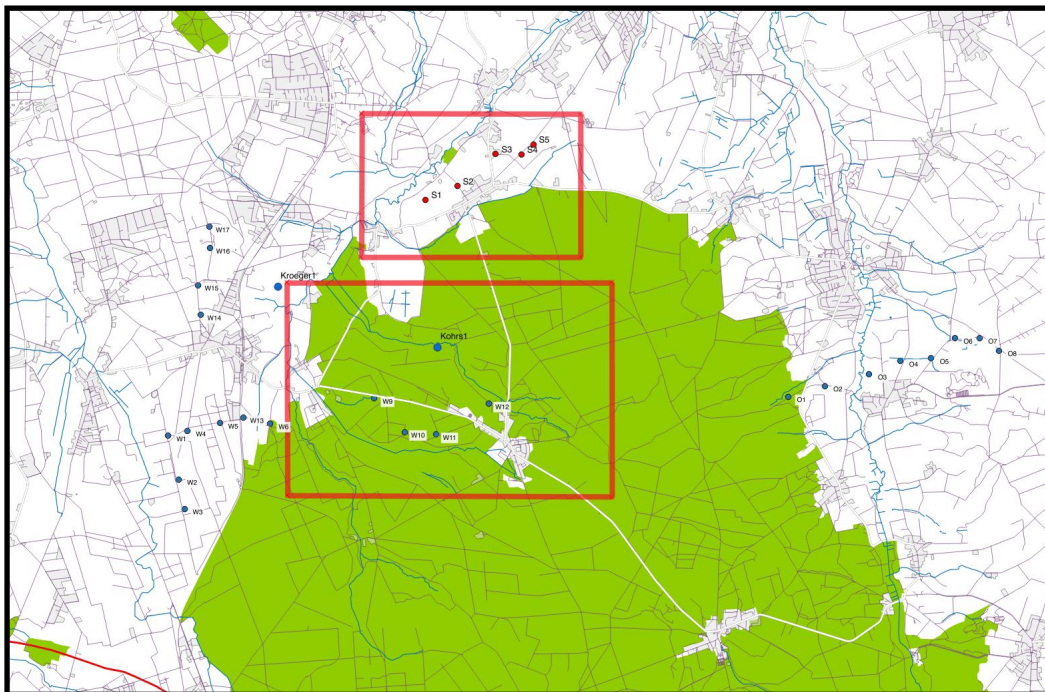


Abb. 1. Übersichtskarte über die Untersuchungsgebiete Wesel und Schierhorn (rot umrandet)

Wichtige offene Fragen, die die Antragsunterlagen von Hamburg Wasser nicht beantwortet haben, sind:

- Gibt es in den genannten Gewässern durch eine Grundwasserförderung Abflussreduzierungen?
- Wie schnell treten diese im Gewässer auf?
- Wie intensiv treten diese im Gewässer auf?
- Wo im Gewässerverlauf treten diese auf?
- Wie wirken sich Unsicherheiten in der hydrogeologischen Modellierung auf Abflussmengen und Auswirkungszeiten aus?

und abschliessend

- Wie kann man eine fachlich qualifizierte Antwort auf die vorherigen Fragen erhalten?

Der BUND Regionalverband Elbe-Heide sieht gerade im Hinblick auf die Tatsache, dass beide Untersuchungsräume innerhalb von FFH-Gebieten liegen die Notwendigkeit, die genannten Fragen vor der Erteilung einer Bewilligung zu klären, um gegebenenfalls weitere notwendige Untersuchungsmaßnahmen durch die Bewilligungsbehörden einleiten zu lassen.

Das Grundwassermodell der Firma Hamburg Wasser ist ausschliesslich stationär kalibriert. Dies bedeutet, dass Fragen im Hinblick auf zeitliche Effekte nicht ausreichend damit beantwortet werden können. Darüber hinaus haben wir schon in unserer Stellungnahme vom Januar 2016 darauf hingewiesen, dass wesentliche Untersuchungselemente nicht in den Antragsunterlagen enthalten sind.

Um die Relevanz weiterer Untersuchungen zu prüfen hat der BUND deshalb auf Basis der durch Hamburg Wasser dokumentierten Grundwassermodellinformationen zwei Modelle nachentwickelt, mit dem wir die obig aufgeführten Fragestellungen zumindestens grob beantworten können.

Im nächsten Kapitel werden wir zuerst die Kerngrundlagen zum Thema Abflussreduzierungen durch Grundwasserförderung darstellen. Anschliessend stellen wir die Herleitung der von uns erstellten Grundwassermodelle sowie deren Anwendung methodisch vor und verweisen dabei auf vorliegende Datenbestände, die bei der Erstellung genutzt wurden. Wir beschreiben hier auch die Grenzen unserer Modelle. Es folgt die Ergebnisdiskussion für das Grundwassermodell Wesel des BUND sowie in Folge die Ergebnisdiskussion des Grundwassermodells Schierhorn des BUND. Abschliessend ziehen wir ein Fazit aus den Untersuchungsergebnissen und stellen daraus folgende weitere Forderungen bezogen auf das laufende Genehmigungsverfahren vor.

2. GRUNDLAGEN DER ABFLUSSREDUZIERUNG

Wasser ist eine zunehmend kostbarere Resource in unserer Umwelt. Klimawandel, weltweites Bevölkerungs- und wirtschaftliches Wachstum führen zu einer immer stärkeren Belastung unserer Trinkwasservorräte. Schon im Jahr 2011 warnte die Welthungerhilfe davor, dass bis 2025 drei Milliarden Menschen, das wäre dann jeder dritte Mensch auf der Erde, unter Wasserknappheit leiden wird (2011). Unter diesem Gesichtspunkt ist ein sparsamer Umgang mit Wasser ethisch moralische Pflicht - auch in Gebieten, die nicht unter massiven Wassermangel leiden.

Aber auch in unserer mit Wasser im Vergleich z.Z. in der Regel noch gut versorgten Natur stellen sich zunehmend Probleme durch die Nutzung des Grund- und Oberflächenwassers ein. Ob durch Sauerstoffmangel in den Sommermonaten (2015) oder Austrocknung von Bachläufen in der Lüneburger Heide (Hillmer 2016).

Eine Ursache für Probleme in unseren Gewässern sind Grundwasserentnahmen, die für den menschlichen Verzehr, für die Landwirtschaft oder für die Industrie gefördert werden. Dieser Zusammenhang wurde schon 1940 von Charles V. Theis beschrieben (Theis 1940). Dort heisst es

1. All water discharged by wells is balanced by a loss of water somewhere.

...

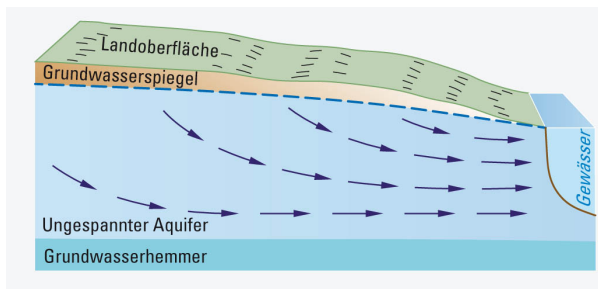
4. Again, after sufficient time has elapsed for the cone to reach the areas of natural discharge, further discharge by wells will be made up in part by a diminution in the natural discharge. If this natural discharge fed surface streams, prior rights to the surface water may be injured.

5. In most artesian aquifers - - excluding very extensive ones, such as the Dakota sandstone - - little of the water is taken from storage. In these aquifers, because the cones of depression spread with great rapidity, each well in a short time has its maximum effect on the whole aquifer and obtains most of its water by increase of recharge or decrease of natural discharge.

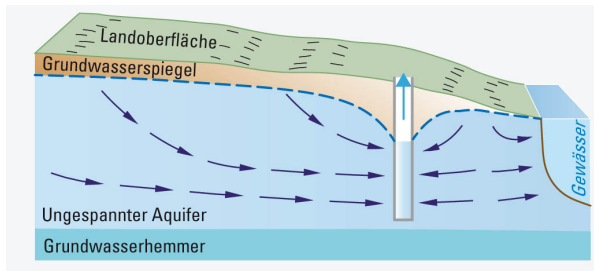
...

Wir möchten hier besonders auf den Punkt 5 hinweisen. Theis warnt hier vor besonders hohen Auswirkungen einer Grundwasserförderung in Grundwasserleitern unter artesischen Bedingungen, da diese besonders hohe Auswirkungen auf die Gewässer zeitigt. Genau diese Situation liegt im Landkreis Harburg vor.

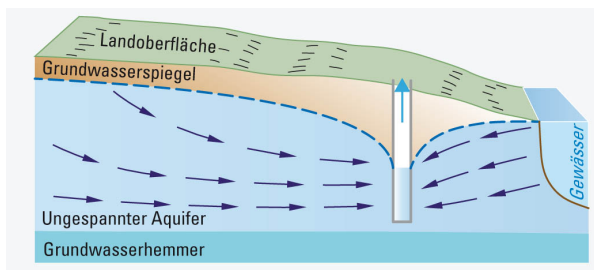
Wie funktioniert eine Abflussreduzierung durch eine Grundwasserförderung? Sehen wir uns dazu die Abbildungen auf der folgenden Seite an.



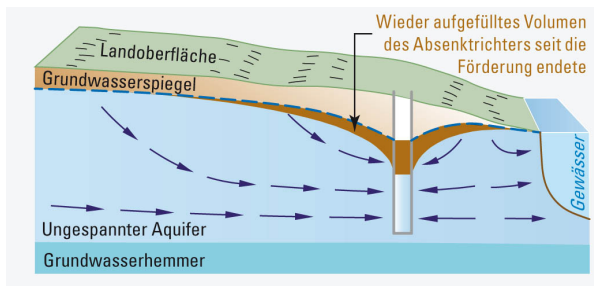
Unter unbeeinflussten Bedingungen entspricht die Grundwasserneubildungsrate der Exfiltrationsrate in Gewässer.



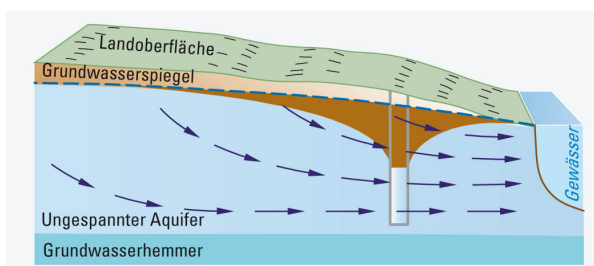
Mit Aufnahme der Grundwasserförderung wird Wasser dem Grundwasserspeicher entnommen. Es bildet sich ein Absenkungstrichter und die Exfiltrationsrate in das Oberflächengewässer wird reduziert.



In einigen Fällen kann die Förderrate so hoch sein, dass in Folge Wasser aus dem Oberflächengewässer in den Grundwasserleiter (Aquifer) fließt, ein Prozess, den man als induzierte Infiltration von Oberflächenwasser bezeichnet.



Nach der Beendigung der Grundwasserförderung beginnt sich der Grundwasserspiegel wieder zu regenerieren und Wasser fließt in den Speicher des Grundwasserspeichers, um den Absenkungstrichter, der durch die vorhergehende Förderung entstanden ist, wieder aufzufüllen.



Irgendwann kann das System wieder zum Ursprungszustand zurückkehren, ohne dass Änderungen im Grundwasserspeicher oder der Abflussreduzierung vorliegen.

Abb. 2. Die fortschreitenden Änderungen an Grundwasser- und Oberflächenabfluss vor, während und nach dem Beginn der Grundwasserförderung, dargestellt an einem Model. Quelle: (Barlow & Leake 2013)

Eine präventive Analyse der Auswirkungen einer Handlung auf unsere Gewässer ist heute einerseits durch die Wasserrahmenrichtlinie (2000) und andererseits im Falle von Gewässern in FFH-Gebieten durch die FFH-Richtlinie (1992) verpflichtend festgelegt. Bei beiden gilt ein Verschlechterungsverbot, dass in der Praxis nur durch einem Projekt vorangestellte Untersuchungen genüge geleistet werden kann. Eine nachgelagerte Identifikation oder Verminderung von Schadensfällen reicht nicht aus!

Dabei ist darauf hinzuweisen, dass Untersuchungen nicht nur vorgenommen werden müssen, sie müssen auch aussagekräftig bezogen auf den zu erwartenden Erhaltungszustand sein. Hier haben wir in (Mayer 2016) an verschiedenen Beispielen aufgeführt, dass im aktuellen Antrag von Hamburg Wasser die große Mehrheit der Methoden keine Aussagekraft besitzt, weil sie entweder am Thema vorbeiuersuchen oder aber von falschen Prämissen ausgehen. Darüber hinaus wurden die auf Seite 2, aufgeführten Fragen zum Wasserhaushalt nicht beantwortet.

Grundsätzlich werden im Bereich der Abflussreduzierugn zwei Arten von Methoden verwendet - statistische und numerisch/analytische Methoden. Statistische Methoden werten Pegelstände und Wetterdaten aus. Diese Methoden besitzen einerseits als Voraussetzung lange, über mehrere Jahre und Jahrzehnte erfasste, Messreihen. Und sie besitzen ausschliesslich eine Aussagekraft bezüglich vollständiger Einzugesgebiete.

Sind hingegen lokale Auswirkungen z.B. einzelner Förderbrunnen auf einzelne Gewässerabschnitte zu untersuchen oder liegen keine oder nur wenige Messdaten vor, so sind kalibrierte numerische Grundwassermodelle das Mittel der Wahl (Barlow & Leake 2012 Seite 54). Dabei ist zu beachten, dass schon bei den Vorarbeiten zur Kalibrierung, die über einige Monate statt mehrere Jahre oder Jahrzehnte erfolgen, einige der zuvor gestellten Fragen beantwortet werden können.

Ein wesentliches Werkzeug sind dabei Depletion-Domination-Diagramme (Abb. 3), die angeben, zu welchen Zeitpunkt die durch die Grundwasserförderung reduzierte Abflussmenge die Reduzierung der Wassermenge im Grundwasserspeicher übersteigt (tdds - Time to Depletion Dominated Supply). Hier durch kann identifiziert werden, wie schnell sich eine Abflussreduzierung nach Aufnahme der Grundwasserförderung einstellt.

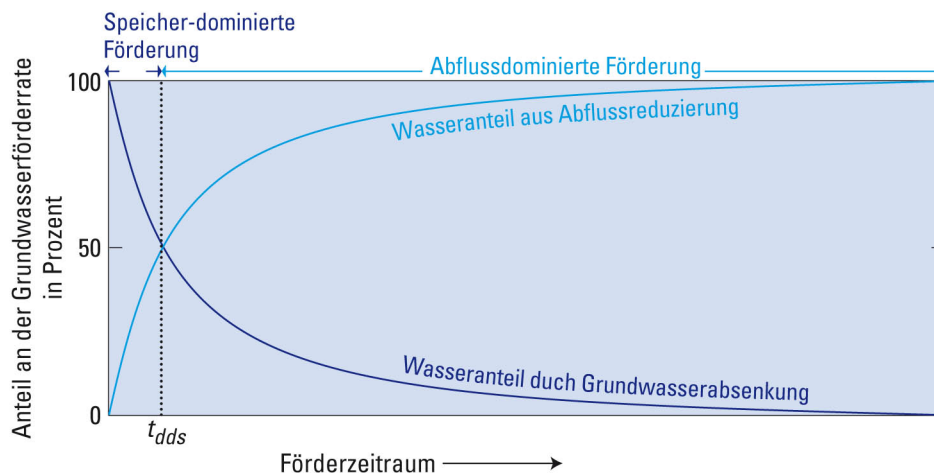


Abb. 3. Das Verhältnis von Grundwasserspeicheränderung und Abflussreduzierung als Quellen des geförderten Grundwassers über einen Zeitraum für einen hypothetischen Förderbrunnen. Die Variable tdds ist die Zeit, die benötigt wird, um die abflussdominierte Förderung für einen spezifischen Förderbrunnenstandort zu erreichen. In einigen Szenarien kann der Übergang von speicherdominierter Förderung zur abflussdominierten Förderung in wenigen Tagen oder Monaten auftreten, wohingegen unter anderen Umständen eine abflussdominierte Förderung eventuell erst nach Jahrzehnten auftritt. (Barlow & Leake 2013)

Des weiteren lassen sich mit den Grundwassermodellen komplette Gewässerlängsprofile berechnen, die angeben, welche Abflussmenge durch welchen Gewässerabschnitt fließen. Diese Profile in Verbindung mit im Gewässer getätigten Abflussmessungen führen erst zu einem im Hinblick auf Abflussreduzierungen kalibrierten Grundwassermodell. Ein solches liegt mit dem Grundwassermodell von Hamburg Wasser nicht vor!

3. BESCHREIBUNG DER UNTERSUCHUNGSMETHODIK

Nach Auswahl der beiden Untersuchungsgebiete, dem Bereich um die Ortschaft Wesel und das NSG Hangquellmoor bei Weihe wurden die relevanten hydrogeologischen Daten für die Modelle aus den Antragsunterlagen von 2009 und 2015 extrahiert. Es wurde anschliessend ein konzeptionelles Grundwassermodell für die jeweiligen Untersuchungsgebiete erstellt. Dazu wurden geographische Daten vereinheitlicht und vereinfacht und Förderszenarien entwickelt. Der Ablauf davon ist in Abb. 4 dargestellt.

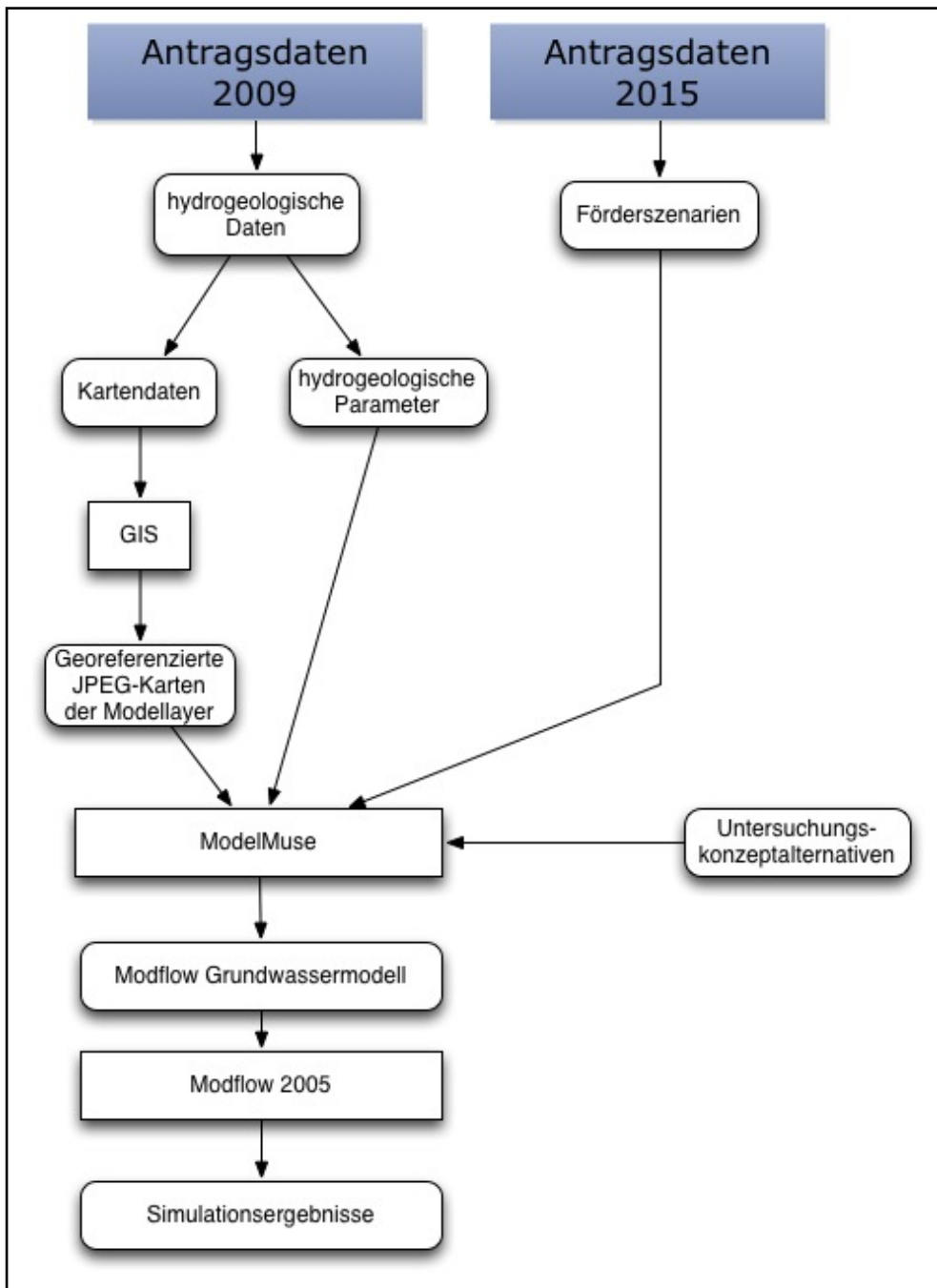


Abb. 4. Überblick über die Modelgenerierung

In einem ersten Schritt wurde ein Ebenenmodell der verschiedenen Grundwasserleiter und Grundwasserhemmer erstellt. Dabei wurde die Schichtung aus dem Grundwassermodell von Hamburg Wasser (Bruns et al. 2007) übernommen. Anschliessend galt es die regionalen kf-Werte und deren Ausdehnung in den verschiedenen Schichten zu identifizieren, damit diese geographisch korrekt in das Modell übernommen werden können.

Bei einer vergleichenden Prüfung der Karte der Grundwasserneubildungsrate und des L2-Grundwasserleiters im Bereich Wesel ist dabei aufgefallen, dass die Koordinatensysteme der Originalkarten aus dem Antrag 2009 nicht übereinstimmen (Bruns et al. 2007 Anlagen III.5 und III.6.2). Beide Kartenausschnitte in Abb. 5 stellen den Koordinatenbereich 355800 bis 356200 und 5900000 bis 5904000 in Gauß-Krüger-Koordinaten dar. Wie man sofort erkennen kann, passen die Darstellungen nicht übereinander. So sind die Brunnenpositionen, aber auch der Gewässerverlauf verschoben.

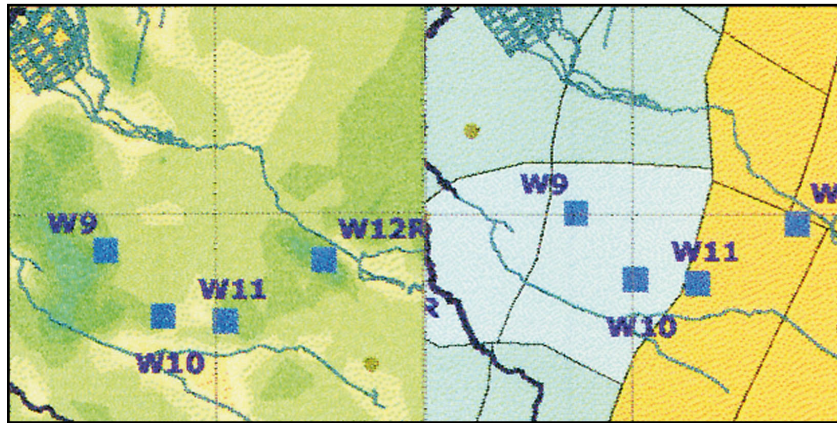


Abb. 5. Probleme mit den Ausgangsdaten des Hamburg-Wasser-Modells

Aus diesem Grund war es nötig, die Karten aus den Antragsunterlagen von Hamburg Wasser anhand vorhandener geographischer Merkmale (in der Regel wurden Brunnenpositionen genutzt) in einem GIS-System neu zu georeferenzieren. Anschliessend wurden die kf-Wert-gleichen Flächen pro Layer nacherfasst und als Kartenausschnitt mit passendem Weltkoordinaten exportiert.

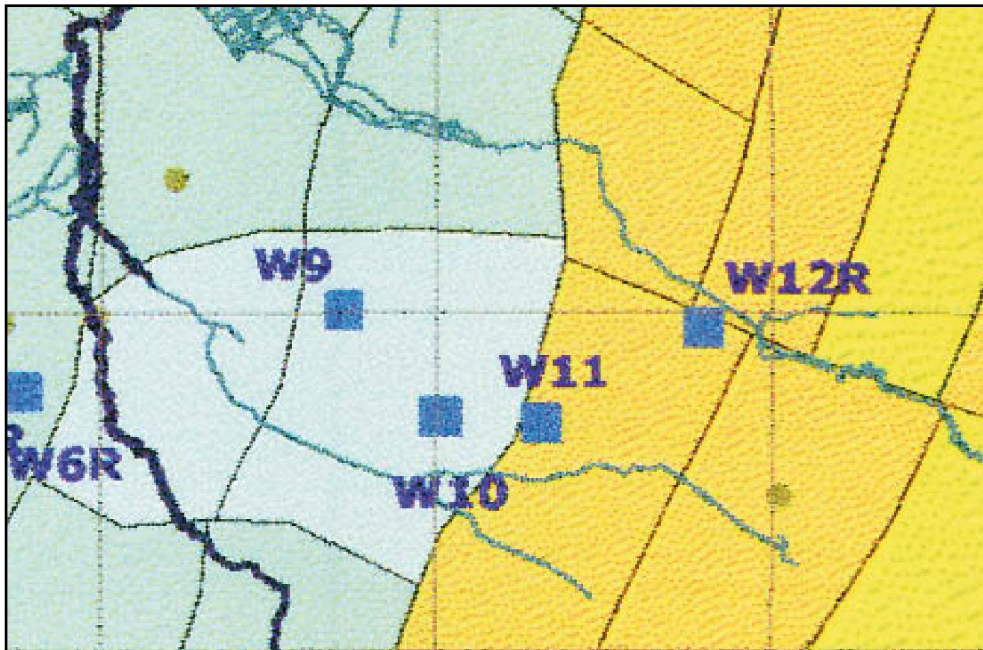


Abb. 6. Ausgangsdaten (Layer L2) aus Antrag Hamburg Wasser 2009

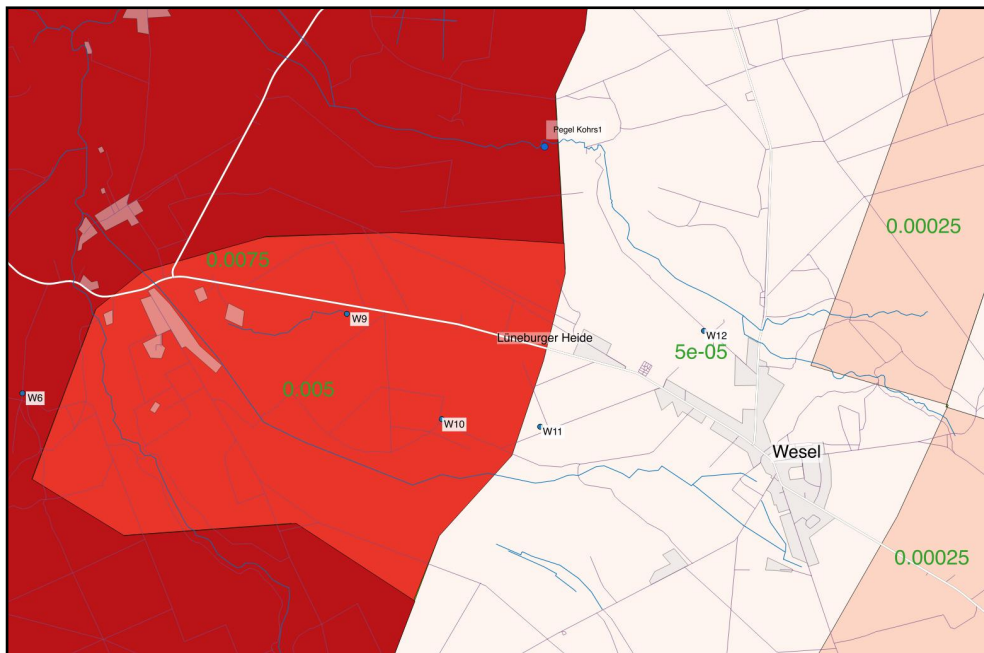


Abb. 7. Neu georeferenzierte Modelldaten (Layer L2) für die BUND-Modellierung

Diese Kartenausschnitte wurden anschließend in das Programm ModelMuse (Winston 2009) importiert und ein Grundwassermodell basierend auf diesen Darstellungen aufgebaut. In Abb. 8 ist zu sehen, wie ein Grundwassermodell mit einem Gitternetz aus 50 x 30 Zellen aufgebaut wird. Die Förderbrunnen sind als schwarze Punkte zu sehen, die Gewässer als Linien. In Folge wurden anschließend pro Layer die kf-Werte gemäß Darstellung in das Modell eingepflegt.

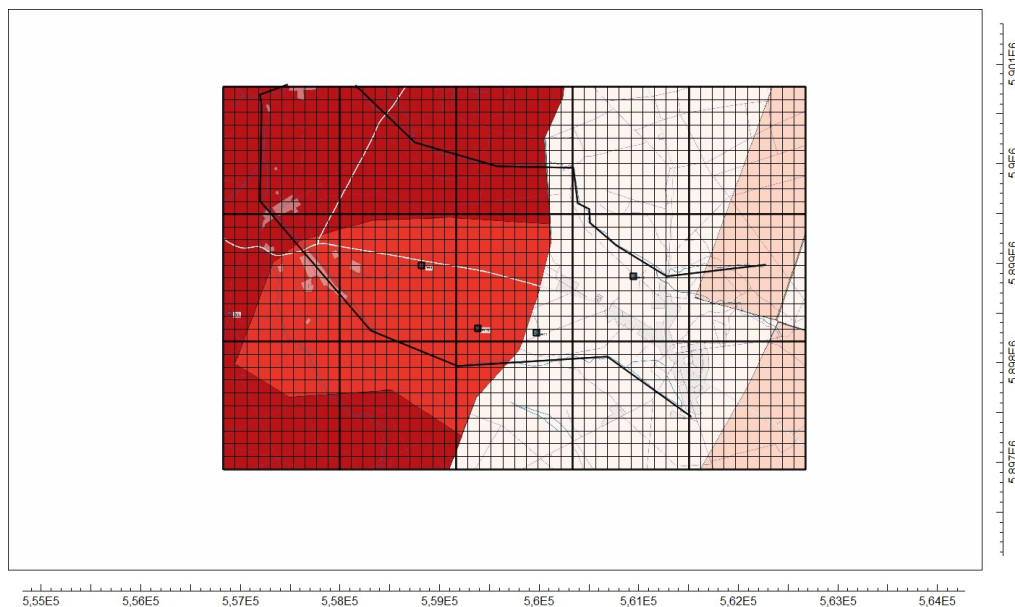


Abb. 8. Neu georeferenzierte Modelldaten in ModelMuse (Layer L2) für die BUND-Modellierung

Die Dicke der Grundwasserleiter und Grundwasserhemmer wurde jeweils als konstant angenommen. Es wurden Werte aus dem Bereich des Brunnen West 12 und des Brunnen Schierhorn 2 aus den Unterlagen übernommen. In Folge dürften die Schichtdicken im untersuchungsrelevanten des Modells Wesel insbesondere bei den Grundwasserhemmern an den Randbereichen zu dick modelliert sein.

Die Gewässer, der Weseler Bach, der Weseler Moorbach, sowie ein idealisiertes Gewässersystem beim Hangquellmoor bei Weihe wurde mit dem Stream-Flow-Routing-Paket aus Modflow modelliert (Prudic et al. 2004).

Das Ergebnis sind 3-dimensionale Grundwassermodelle, mit denen wir die Fragen auf Seite 2 zu mindestens näherungsweise beantworten wollen.

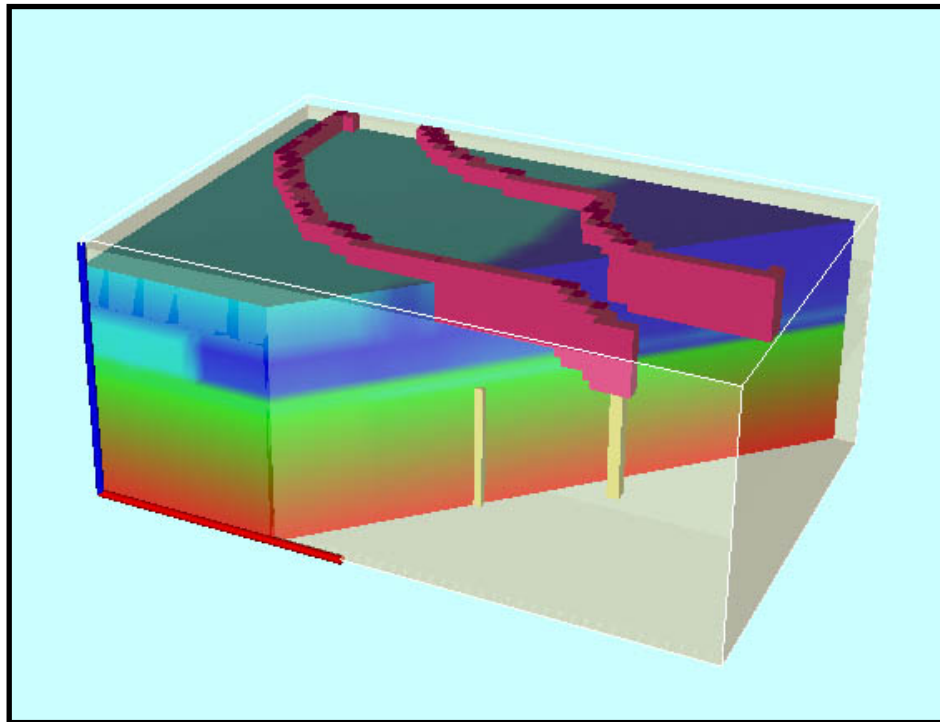


Abb. 9. Übersicht über das Grundwassermodell Wesel (20-fach überhöht)

Nachfolgend die wesentlichen Parameter des Modells.

Variable	Wert	Einheit
Neubildungsrate	0,2476	m ³ /Jahr
Leitfähigkeit Grundwasserleiter horizontal	Gemäß Standort und Layer aus dem Kartenmaterial aus dem Antrag 2009	
Leitfähigkeit Grundwasserleiter vertikal		
Leitfähigkeit Grundwasserhemmer horizontal		
Leitfähigkeit Grundwasserhemmer vertikal		
Leitfähigkeit Kolaminationsschicht unter Gewässer	2E-6	m/s
Dicke Kolaminationsschicht unter Gewässer	1	m
Förderrate pro Förderbrunnen	2400	m ³ /Tage

Tabelle. I. Parameter der Modellrechnung Reaktionszeiten der Abflussreduzierung

Mit den Grundwassermodellen wurden nach Erstellung in Modflow (Harbaugh 2005) unterschiedliche Förderszenarien untersucht. Die Ergebnisse dieser Simulationsläufe werden in den folgenden Kapiteln dargestellt.

Folgende Grenzen unseres Modells sind zu beachten.

- Es ist kein kalibriertes Modell. Es geht mit dem Modell nicht darum, möglichst präzise quantifizierte Aussagen in Hinblick auf eine Abflussreduzierung zu liefern. Dies kann dieses Modell nicht leisten. Beachten Sie dabei, dass das Modell von Hamburg Wasser ebenfalls nicht im Hinblick auf Abflussreduzierungen mit abschnittswisen Detailmessungen in den einzelnen Gewässern kalibriert ist und gleichfalls keine Aussagen hinsichtlich lokaler Auswirkungen der Abflussreduzierungen tätigen kann.
- Es wurden mangels Verfügbarkeit keine echten Höhenprofiledaten im Model Wesel eingepflegt. Nur die Schichtdicken wurden mit Werten aus dem Bereich der Brunnen West 12 übernommen. Im Modell Schierhorn wurde anhand einzelner Höhenpunkte ein Modell erstellt, dass der Höhengometrie der Oberfläche zumindestens nahe kommt.

4. GRUNDWASSERMODELL WESELER BACH

Das von BUND erstellte Grundwassermodell im Bereich Wesel bildet einen 5,8 km mal 3,8 km grossen Bereich um die Ortschaft Wesel im FFH-Gebiet Lüneburger Heide ab. Das Modell bildet diesen Bereich in einem Gitternetz aus 50 mal 30 Zellen in 7 Schichten ab. Es wird eine Höhendifferenz in der Oberfläche des Modells von 5 Metern vom südöstlichen Eckpunkt zum nordwestlichen Eckpunkt angenommen.

Als Gewässer wurden der Weseler Bach und der Weseler Moorbach modelliert. Eine Modellierung schwebender Grundwasserleiter fand nicht statt, da diese auch im Modell von Hamburg Wasser nicht vorliegen. Der Weseler Bach wurde im Bereich östlich der Kreisstrasse 73 als mit dem obersten Aquifer verbunden modelliert, damit die dort stattfindende Grundwasserneubildung ebenfalls im Modell eingeht. Die in diesem Gewässerabschnitt fehlerhaft im Rahmen der Abflussreduzierung reduzierten Wassermengen wären allerdings ohnehin ansonsten dem Abschnitt westlich der K73 entzogen worden.

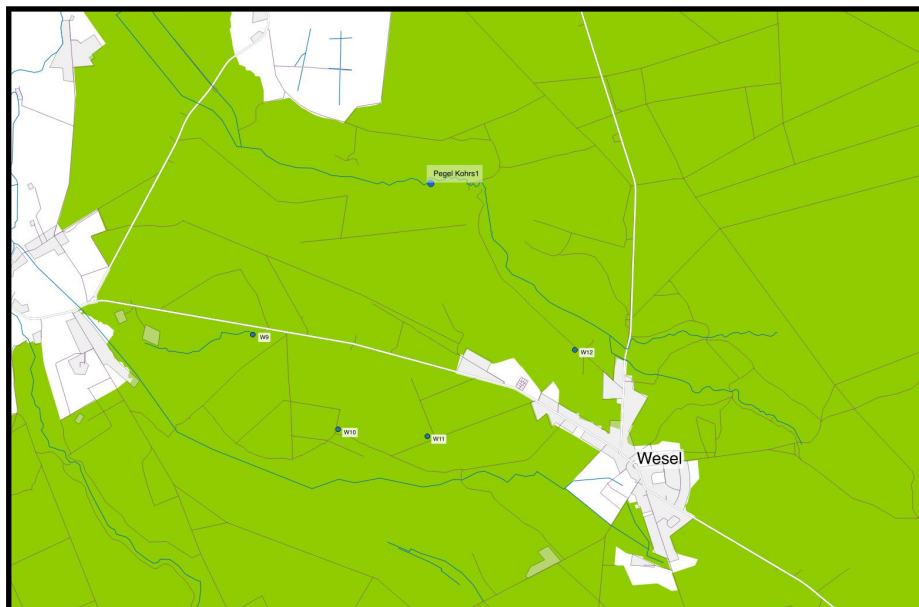


Abb. 10. Übersichtskarte über das Untersuchungsgebiet Wesel

Die Dicken der Grundwasserleiter und Grundwasserhemmer wurden im Modell homogen gehalten und aus dem Bereich des Brunnen W12 übernommen. Hydrologische Fenster, wie z.B. beim Layer H5 vorliegend, wurden durch erhöhte Leitfähigkeit modelliert.

Ebene	Dicke (m)
L2	26
H3	8
L4	14
H5	5
L5	4
H6	4
L6	59

Tabelle. II. Dicke der Layer im Grundwassermodell

Grundsätzlich wurde, soweit nicht anders erwähnt, eine kontinuierliche Grundwasserförderung von 2400 m³/Tag je Förderbrunnen angenommen. Budgetauswertungen beziehen sich immer auf sämtliche Oberflächengewässer (also Weseler Bach und Weseler Moorbach). Gewässerprofiluntersuchungen ausschliesslich (aus Termingründen im Rahmen der Untersuchung und Stellungnahme) auf den Weseler Bach.

4.1 Bestimmung des Zeitpunktes der Abflussreduzierungsdominanz

In einem ersten Schritt haben wir, um die ersten beiden Fragen von Seite 2 zu beantworten, Depletion-Storage-Diagramme für jeden der vier Brunnen im Untersuchungsraum erstellt. Diese sind in Abbildungen 11, 12, 13 und 14 zu sehen.

Für die Berechnung haben wir immer nur den jeweils zu untersuchenden Brunnen Grundwasser fördern lassen. Alle anderen Brunnen waren mit den Förderraten auf 0 m³/d gesetzt. Am ersten Tag wurde mit dem Untersuchungsbrunnen nicht gefördert, dessen Budget wurde als Ausgangswert genutzt. Anschliessend wurde für ein Jahr täglich eine Förderung von 2400 m³/Tag angenommen und die täglichen Budgets in Relation zum ersten Tag gesetzt.

Als Ergebnis zeigte sich :

- Alle vier Brunnen erreichen um den 23 Tag den Punkt, an dem die Abflussreduzierung die Grundwasserspeicherreduzierung übertrifft.
- Innerhalb von 100 Tagen ist ein Zustand erreicht, der fast ausschliesslich ein Förderung aus Abflussreduzierungen darstellt.

Die Konsequenz daraus sind:

- Abflussreduzierungen lassen sich nur innerhalb von drei Monaten nach Aufnahme einer Förderung bzw. grundlegender Änderung einer Förderrate identifizieren. Spätere Untersuchungen haben die Folgen schon in den Daten eingepreist. Eine Identifikation ist dann nicht mehr möglich, weil der Urzustand unbekannt ist.
- Alle notwendigen Beobachtungspunkte und Messstellen müssen vor Aufnahme / Änderung der Grundwasserförderung einsatzbereit sein.
- Alle Messstellen von Hamburg Wasser, die mehr als drei Monate nach Aufnahme der Grundwasserförderung in Betrieb genommen wurden, können keine qualifizierten Aussagen hinsichtlich Abflussreduzierungen tätigen.
- Im Rahmen einer Untersuchung von Abflussreduzierungen reichen auf Monate aggregierte Daten nicht aus, da dann nur maximal zwei Werte für eine Analyse vorliegen. Zur Analyse von Abflussreduzierungen im Fördergebiet von Hamburg Wasser sind mindestens tagesgenaue Daten zur Analyse notwendig.

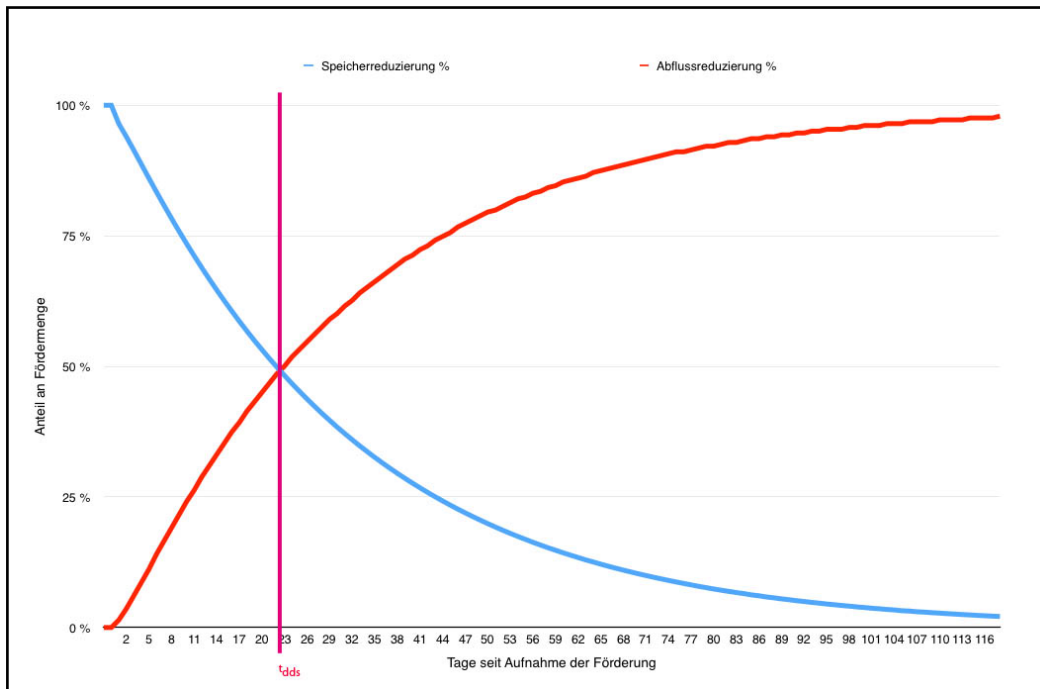


Abb. 11. Abflussreduzierung vs. Speicherreduzierung Brunnen W09

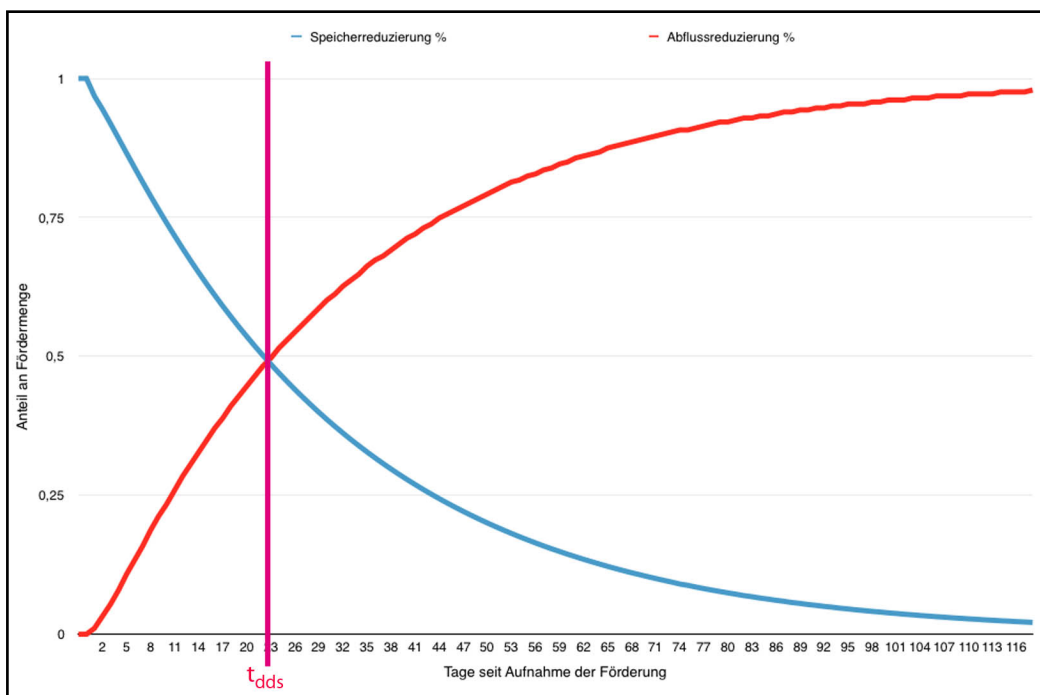


Abb. 12. Abflussreduzierung vs. Speicherreduzierung Brunnen W10

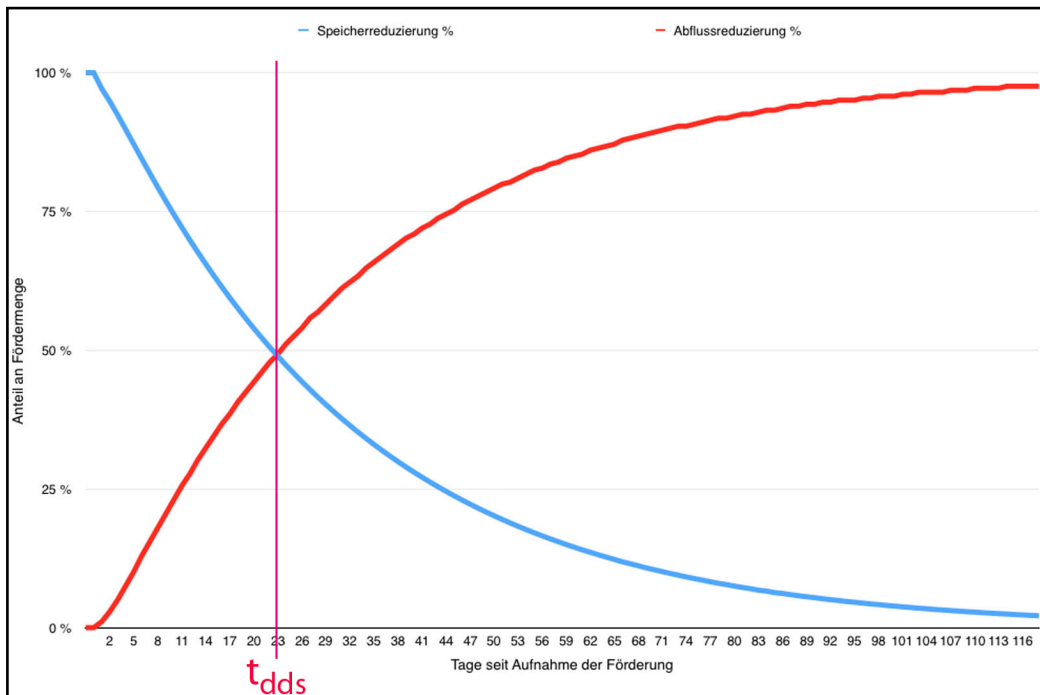


Abb. 13. Abflussreduzierung vs. Speicherreduzierung Brunnen W11

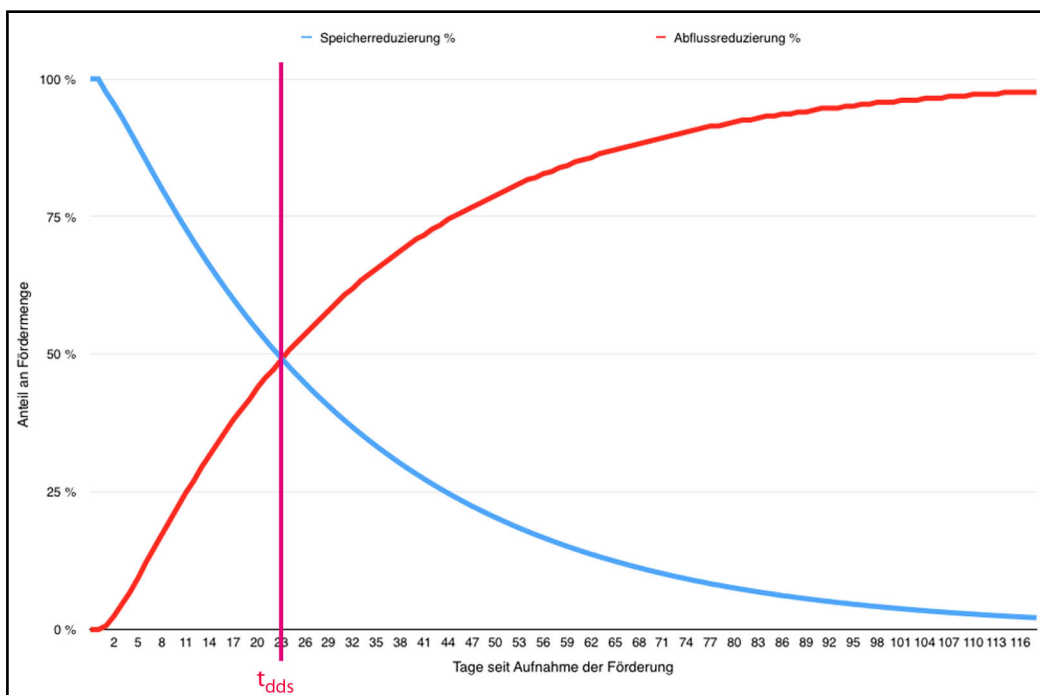


Abb. 14. Abflussreduzierung vs. Speicherreduzierung Brunnen W12

Wir haben anschliessend anhand echter Förderdaten der Brunnen W9,W10,W11,W12 ein Szenario im Modell komplett durchrechnen lassen; nachfolgend die Ergebnisse.

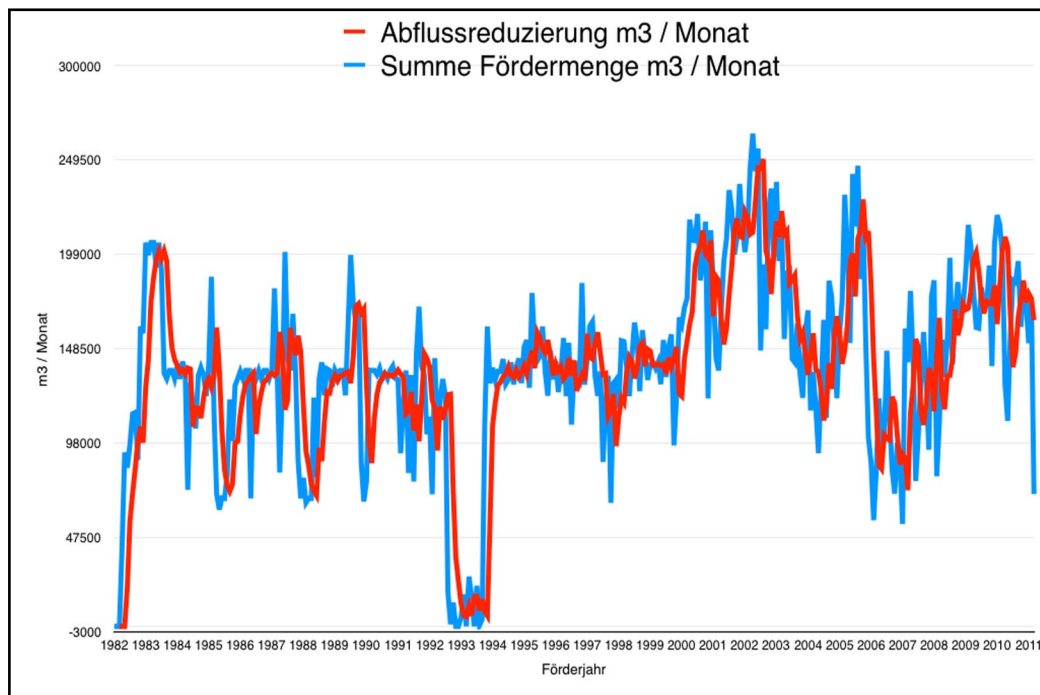


Abb. 15. Abflussreduzierung vs Fördermenge Szenario Echtdate 1982-2011

In der Abbildung 15 zeigt die blaue Kurve die Entwicklung der Summe der Fördermengen der Brunnen W9,W10,W11 und W12 während der Jahre 1982 bis 2011 an. Dieses sind jeweils monatliche Summen.

Wir hätten gerne eine tagesgenaue Simulationen durchgeführt, aber leider konnte Hamburg Wasser für den Zeitraum 1999-2009 keine tagesgenauen Daten in edv-lesbarer Form zur Verfügung stellen. Dies ist angesichts der zuvor vorgestellten Tatsache, dass die Abflussreduzierung innerhalb von 23 Tage das System dominiert ist dies nicht nur unglücklich sondern bezogen auf eine wissenschaftliche Auswirkungsbewertung indiskutabel. Wir fordern deshalb, dass bei einer Genehmigung Messdaten grundsätzlich automatisch tagesgenau, besser stündlich, erfasst und zur Verfügung gestellt werden müssen (Förderbrunnen, Messbrunnen, Pegel).

Die rote Kurve in Abbildung 15 auf der vorherigen Seite stellt die Abflussmengenreduzierung immer bezogen auf den förderfreien Ausgangszustand Ende 1982 dar. Hier wird das zuvor bei der Untersuchung der einzelnen Brunnen erzielte Ergebnis erneut bestätigt. Die Abflussreduzierung folgt sehr schnell der geänderten Fördermenge. Wir bitten dabei hier und folgenden Darstellungen zu beachten, dass die absoluten Mengen (y-Achse) der Abflussreduzierung nur sehr vorsichtig und allgemein zu betrachten sind, da das Modell wie zuvor erwähnt nicht genau auf diese kalibriert ist.

Hier zählt für eine Bewertung allerdings nicht der absolute Wert sondern die relative Anordnung zueinander.

Interessant ist ebenfalls das Verhältnis von Abflussreduzierung zu Speicherreduzierung im System. Hier zeigt sich in Abbildung 16 sehr deutlich, dass die Abflussreduzierung die Speicherreduzierung um Größenordnungen übersteigt. Anders ausgedrückt:

In der Lüneburger Heide wird durch eine Grundwasserförderung der Grundwasserspiegel nur geringfügig reduziert, da das geförderte Wasser vor allem den Bächen und Flüssen entnommen / nicht zugeleitet wird. Eine Schädigung tritt vor allem in den Gewässern auf.

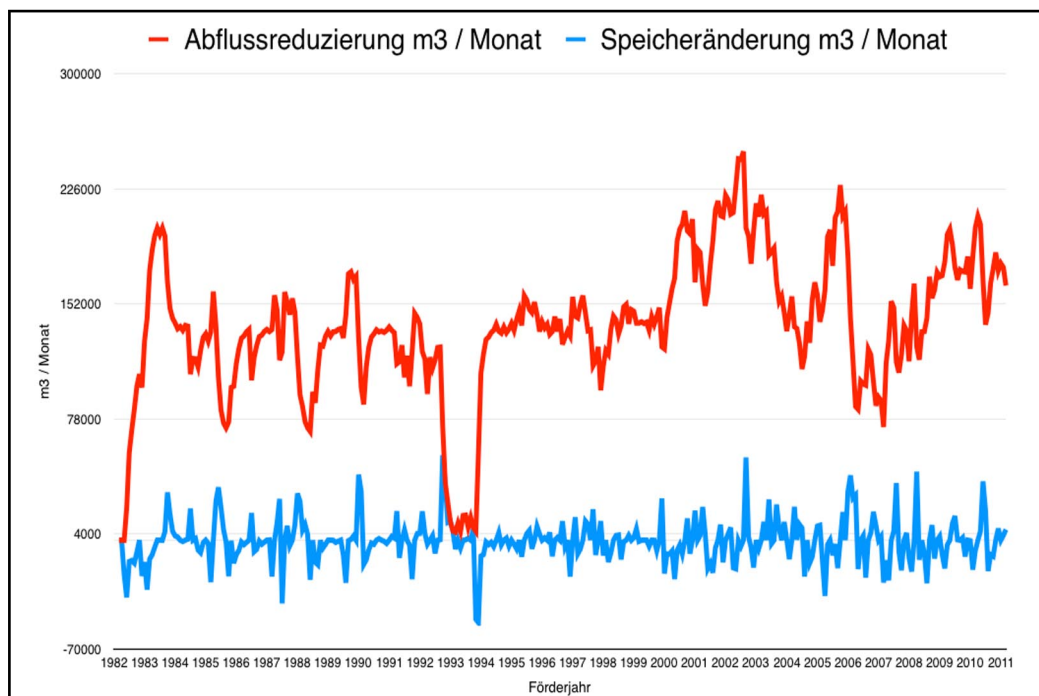


Abb. 16. Abflussreduzierung vs Speicherreduzierung Szenario Echt Daten 1982-2011

Eine weitere Konsequenz bezogen auf die Beweissicherung ist, dass Messbrunnen in der grossen Mehrheit im hiesigen Untersuchungsraum keine sinnvolle Beweissicherung hinsichtlich Umweltauswirkungen darstellen. Diese sind zwar notwendig für die Erstellung und Kalibrierung des Grundwassermodells, aber nur wenn diese eng zwischen Förderbrunnen und Gewässer positioniert würden, was in der Regel nicht der Fall ist, hätten diese eine gewisse Aussagekraft. Viel wichtiger sind kleinteilige Pegelabschnitte, die es z.Z. in der Lüneburger Heide nicht gibt!

Konsequenzen daraus für das Genehmigungsverfahren sind:

- Unsere Bäche und Flüsse werden zeitnah zur Förderung durch die Grundwasserentnahme massiv beeinträchtigt.
- Die Messbrunnen liefern aufgrund der geringen Grundwasserspeicherreduzierung kaum relevante Daten bezogen auf eine Beeinträchtigung in Natur und Umwelt.
- Es sind neue automatisierte Pegel an den Oberläufen der Gewässer einzurichten.
- Folgeauswertungen der Messbrunnendaten durch den Wiener-Mehrkanalfilter sind aufgrund der geringen Datendichte (2-3 Messwerte bis zur 100%igen Abflussreduzierung) sowie der geringen Absenkungsraten, die leicht durch Wetterereignisse überprägt werden insbesondere in den oberen Grundwasserleitern ohne fachlichen Wert.

4.2 Gewässerabfluss Längsschnitte

Die nächste Frage, die es zu beantworten gilt, ist die nach dem Gebiet im Gewässerverlauf, in dem die Abflussreduzierungen auftreten. Im hydrologischen Gutachten (Hohlbein et al. 2014 Seite 41) ist der mittlere Abfluss der Seeve als hydrologischer Längsschnitt dargestellt. Dabei ist aber zu beachten, dass nur wenige Pegel bzw. Einzugsgebietsabschätzungen in das Diagramm eingegangen sind.

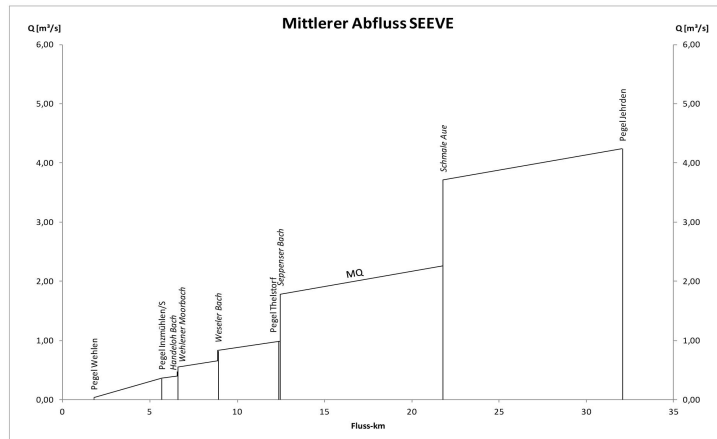


Abbildung 20: Mittlerer Abfluss der Seeve

Abb. 17. Gewässerabflussprofil (Auszug) aus den Antragsunterlagen

Aus unserer Sicht reicht das für eine Beurteilung der Beeinträchtigung von Gewässern im FFH-Gebiet Lüneburger Heide nicht aus. Vielmehr sind aus dem Modell Längsschnitte über berechnete Pegel zu erstellen und diese idealer Weise über Messungen in den Gewässern zu verifizieren. Sehen wir uns an, warum.

Wir berechnen für den Weseler Bach ein Längsprofil der Abflussmengen. Dazu wird für jede Zelle im Modell, die der Weseler Bach quert ein Pegelwert berechnet. Diese Pegel sind laufend nummeriert und steigen in Richtung Unterlauf im Wert an. Wir sehen einige Pegelpunkte (1,2,3,33,51) in der folgenden Karte eingezeichnet.

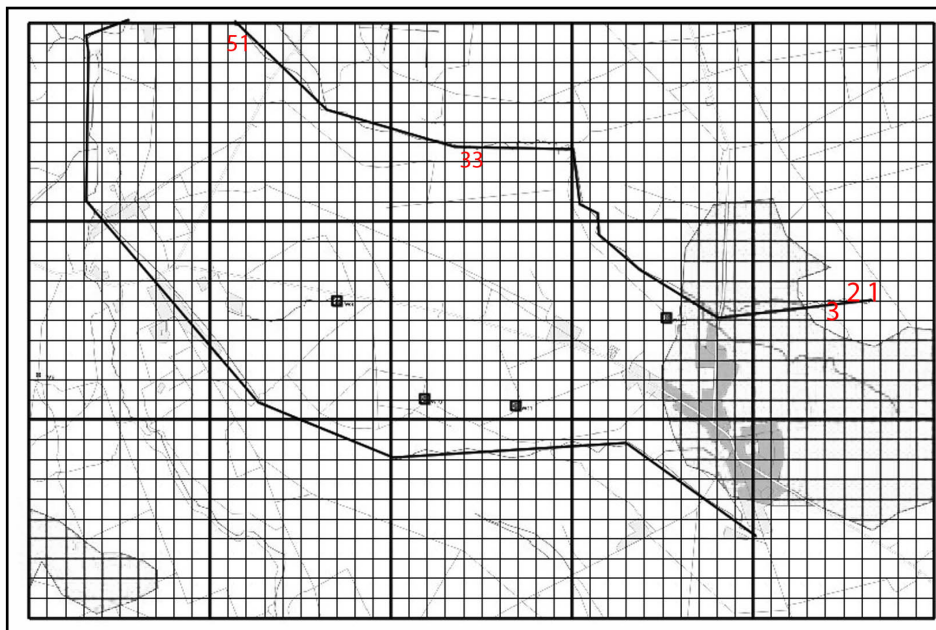


Abb. 18. Pegelzellen im BUND-Modell Weseler Bach

Es wurden zwei Modellrechnungen durchgeführt. Eine Rechnung für die Nullvariante ohne Grundwasserförderung und eine mit durchgehender Förderung aller vier Brunnen mit 2400 m³ / Tag. Es wurde dabei der Tag 100 nach Aufnahme der Förderung berechnet, da zu diesem Zeitpunkt die Förderung weitestgehend abflussreduzierungsdominiert ist.

Wir sehen am Anfang relativ geringe Abweichungen der Abflussmenge, aber spätestens ab Zelle 25 wird die Abweichung sehr deutlich.

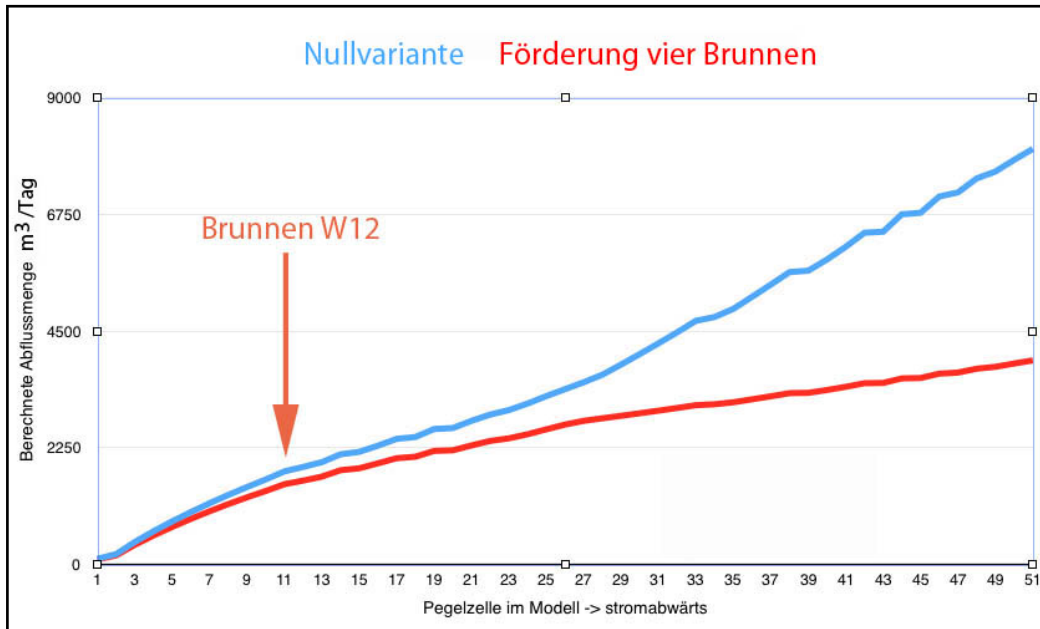


Abb. 19. Gewässerabflussprofile gemäß BUND-Modell Weseler Bach

Wo finden diese Abflussmengerereduzierungen genau statt? Betrachten wir dies auf der Karte (Abb. 20) wird deutlich, dass die Hauptauswirkungen im nördlichen Bereich des Weseler Baches stattfinden. Die Dicke der roten Linie repräsentiert hier die Abflussreduzierungsstärke im jeweiligen Abschnitt. Bemerkenswerterweise ist der Abschnitt mit der größten Auswirkung vergleichsweise schlecht untersucht. Die Untersuchungen haben sich im wesentlichen auf den Bereich des Baches von der Kreisstrasse 74 bis zum Abschnen des Baches Richtung Westen beschränkt (Abb. 21).



Abb. 20. Karte der Risikobereiche im Gewässerabflussprofil

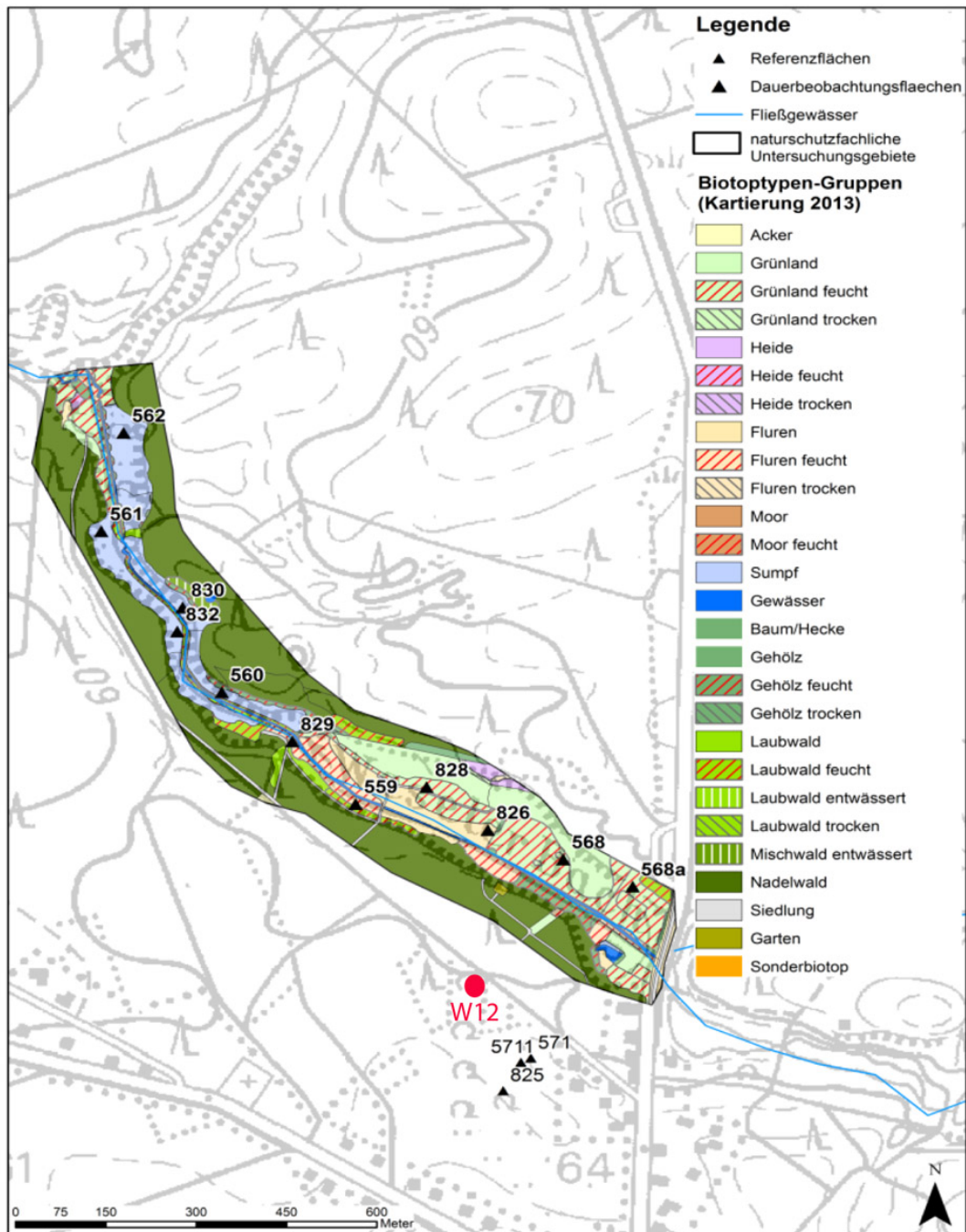


Abb. 21. Biotoypengruppen, Dauerbeobachtungs- und Referenzflächen im Teilraum Weseler Bach ergänzt um Brunnenposition W12
(Rüppel et al. 2015 134)

Sehen wir uns nun abschliessend zu diesen Themenkomplex die Ergebnisse der Simulation mit Echtförderdaten an. Dazu haben wir als Worst-Case-Szenario das Profil für den Sommer 2009 berechnet. In dem Jahr war die Abflussreduzierung gemäß Modell aufgrund der hohen Fördermengen ebenfalls vergleichsweise hoch.

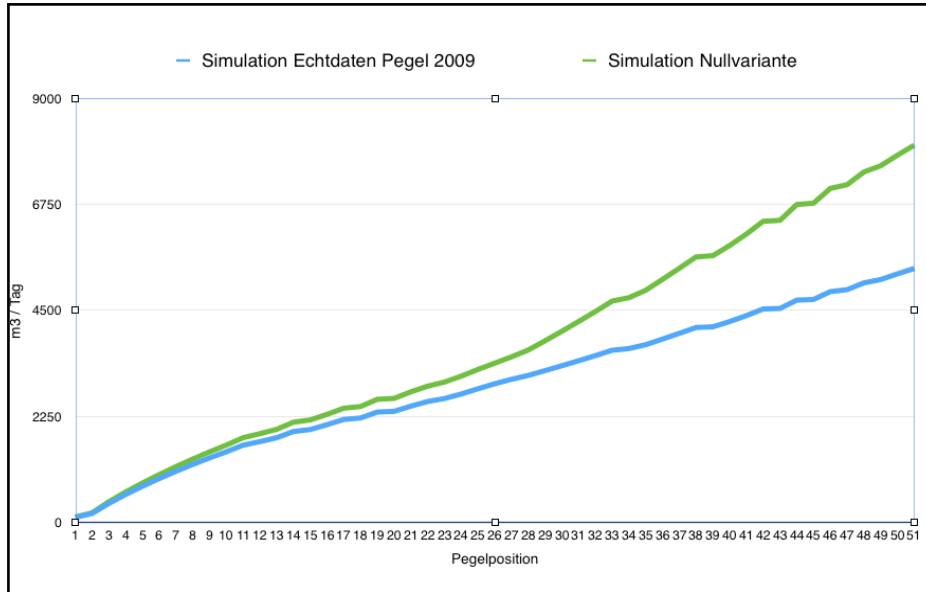


Abb. 22. Abflussreduzierung Nullvariante gegen Echtdatensimulation Sommer 2009

Wir sehen hier das gleiche Bild. Um die Auswirkungen noch deutlicher darzustellen haben wir die Abflussreduzierung umgerechnet in Prozent der Abflussmenge der Nullvariante.

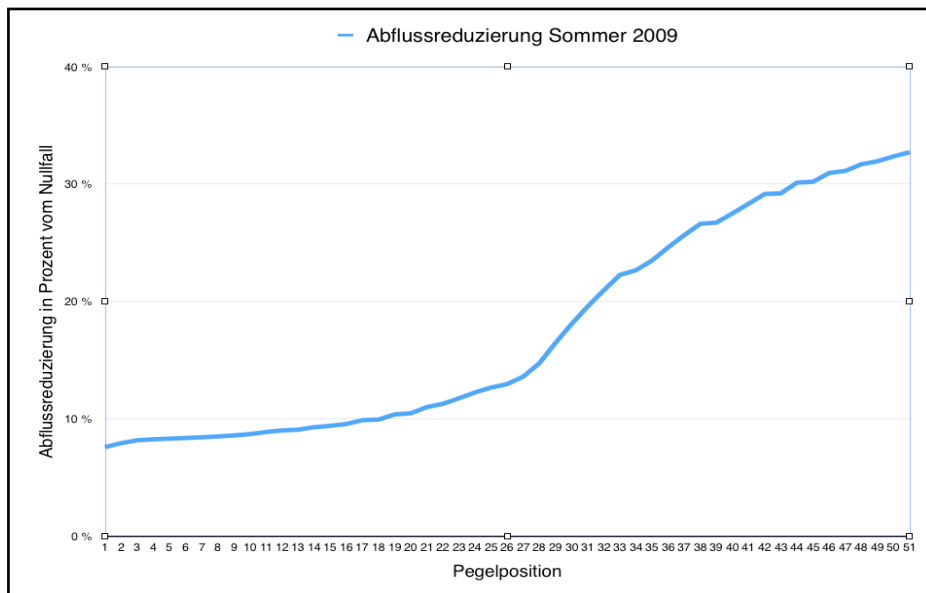


Abb. 23. Abflussreduzierung Nullvariante gegen Echtdatensimulation Sommer 2009 in Prozent

Es zeigt sich deutlich eine erhebliche Abflussreduzierung im Weseler Bach. Diese ist aus unserer Sicht nicht mit dem Verschlechterungsverbot sowohl der FFH-Richtlinie wie auch der Wasserrahmrichtlinie vereinbar.

4.3 Auswirkungen von unbekanntem hydrologischen Fenstern im Untersuchungsraum

Eine Frage, die wir zusätzlich geprüft haben ist die, ob unbekanntes hydrologische Fenster im Bereich des Weseler Baches eine Auswirkung auf die Abflussreduzierung haben können. Dabei haben wir im Modell ein hydrologisches Fenster in den Layer H3 geschnitten (Abb. 24). Dieses Fenster ist eine reine theoretische Annahme. Ob ein solches Fenster oder ähnliche Fenster in dem Gebiet existieren können weder Hamburg Wasser noch wir nachweisen oder als gesichert ablehnen, da die diesbezüglichen Messungen und Untersuchungen nicht vorliegen.

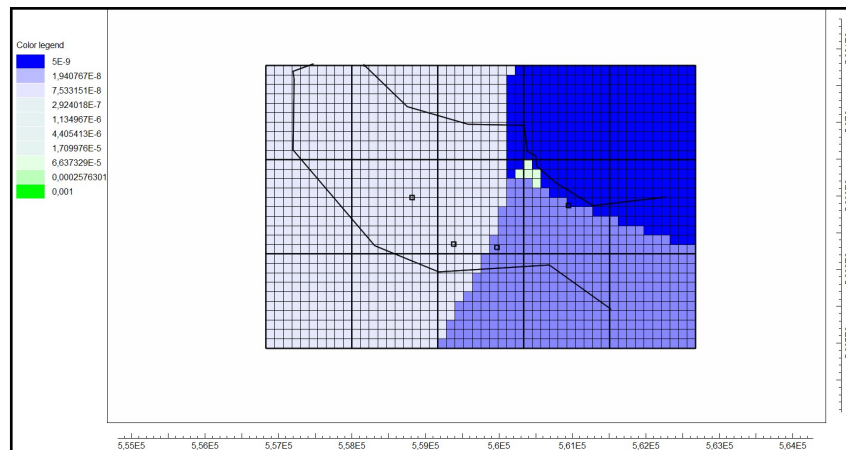


Abb. 24. Änderung Layer H3 - Hydrologisches Fenster

Allerdings können wir mit der Simulation ein Verfahren aufzeigen, mit dem der Nachweis geführt werden kann und schlussendlich auch geführt werden muss.

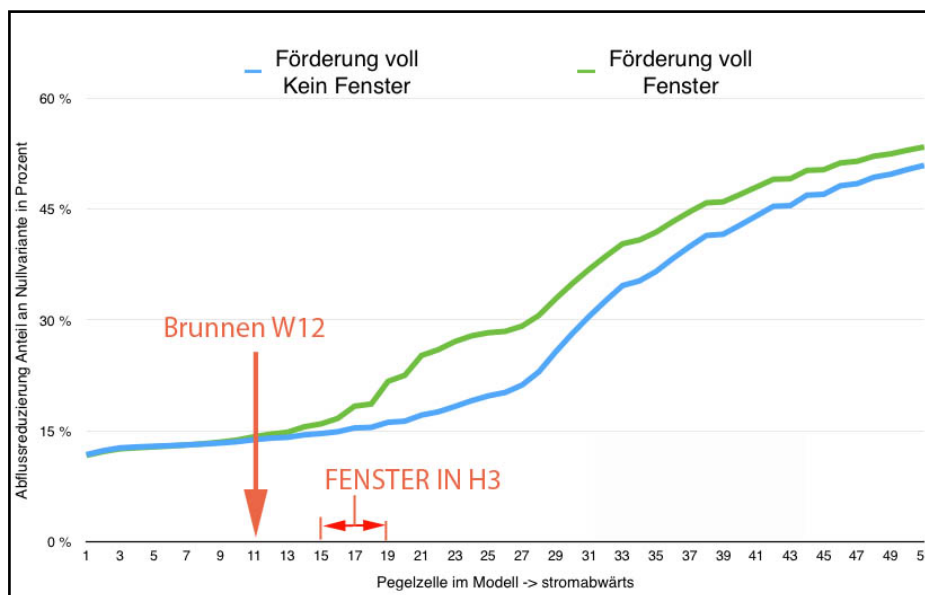


Abb. 25. Alternativenuntersuchung Gewässerabflussprofile

Dazu sehen wir uns die beiden Profile einer Förderung mit vier Brunnen über den Weseler Bach an. Man sieht deutliche Auswirkungen eines solchen Fensters in den Abflussmengen in der Erhöhung der Abflussreduzierung. Diese Untersuchungen sind bis heute unterblieben. Wir fordern diese Abflussmessungen zur Profilerstellung in den Oberläufen der Gewässer insbesondere in FFH-Gebieten nachzuholen.

5. GRUNDWASSERMODELL SCHIERHORN

Für ein Naturschutzgebiet in einem FFH-Gebiet sind die Untersuchungen, die für das Hangquellmoor bei Weihe durchgeführt wurden, man kann es nicht anders sagen, erbärmlich. In der FFH-Untersuchung gibt es keine Inhalte zum Thema Hangquellmoor bei Weihe. In der UVS gibt es keine Aussagen zum Hangquellmoor bei Weihe. Nur im Bodenkundlichen Gutachten gibt es "Inhalte", die wir hier im Volltext zitieren werden:

In der Seeveniederung selbst treten von Handeloh bis Jesteburg vor allem Gleye (20b, 21a), Podsol-Gleye (25c/d), Moor-Gleye (30a-c) und Niedermoore (35a-d, 36d, 37a/e) auf. Der MNGW schwankt zwischen 2 und 10 dm und ist bei Grabentiefen zwischen 3 und 13 dm überwiegend meliorativ beeinflusst. Das Vorkommen von Erlen-Eschen-Quellwäldern unmittelbar am Geesthang (z. B. 1 km südöstlich von Weihe) zeigt, dass viele Bereiche durch lateral zufließendes Wasser aus den höheren Geestbereichen geprägt sind. Die vergleichenden Untersuchungen zur Kartierung von 1975/76 lassen keine bodenkundlich ableitbaren Veränderungen der Grundwasserstände erkennen. Unabhängig von der Nutzung ist aktuell ein ausreichender kapillarer Aufstieg aus dem Grundwasser vorhanden (1,0-5,0 mm/d), um den Zusatzwasserbedarf (Anhang 4, Spalte 16 und 17) auszugleichen. Die vorherrschende Nutzung stellt das Grünland dar.

(Rüppel & GmbH 2014 Seite 31)

Wir empfehlen jeden Leser darüber hinaus den angegebenen Anhang 4 Spalte 16 und 17 zu lesen. Dieser wird aus Platzgründen (Nicht viel Inhalt aber Raum) hier nicht aufgeführt.

Aus diesem Grunde hat der BUND ein Grundwassermodell im Bereich Hangquellmoor bei Weihe erstellt um die dortige Situation zur untersuchen.

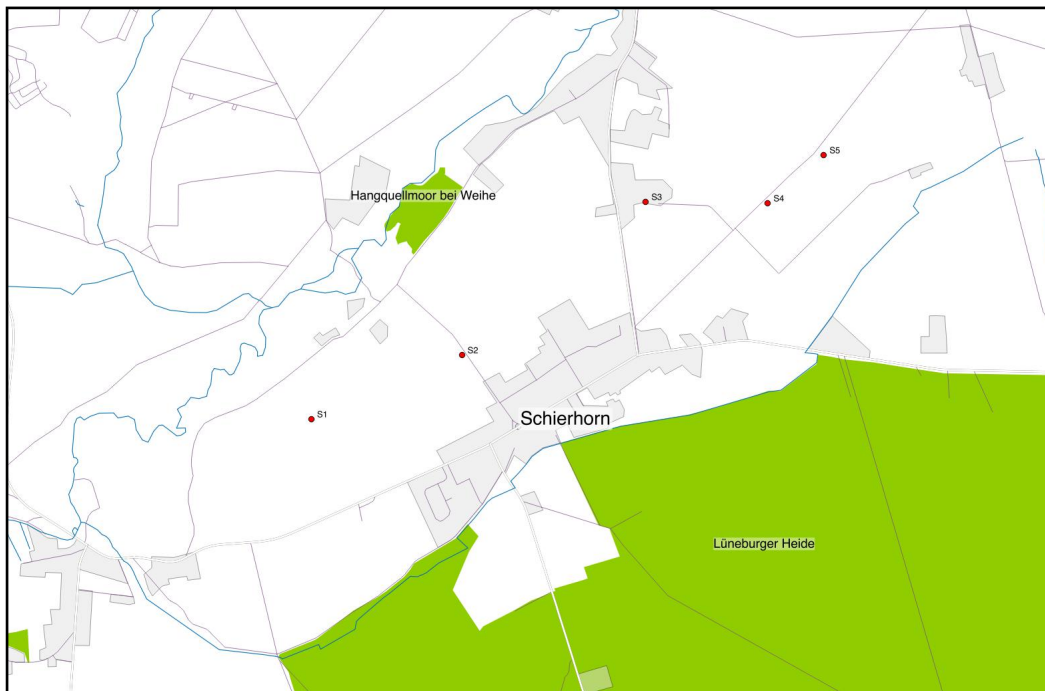


Abb. 26. Übersichtskarte über das Untersuchungsgebiet NSG Hangquellmoor bei Weihe

Das Hangquellmoor bei Weihe befindet sich an einem Hang zwischen der Seeve und Schierhorn. Es befindet sich geologisch an der Grenze eines hydrologischen Fensters in den Layer H5 und H6 (Abb. 27). Der Abstand zwischen dem NSG Hangquellmoor bei Weihe und dem Brunnen Schierhorn 2 beträgt ca. 670m. In der Abbildung sind vier Geländehöhenpunkte eingetragen (30m, 32m, 50m, 55m) anhand der das Geländeprofil im Modell erstellt wurde. Die blauen Linien stellen Grundwasserisolinien-

ien aus dem Grundwassermodell von Hamburg Wasser dar. Wir haben die 34m-Linie als Initialwert für den Grundwasserstand (artesisch!) im Gebiet modelliert.

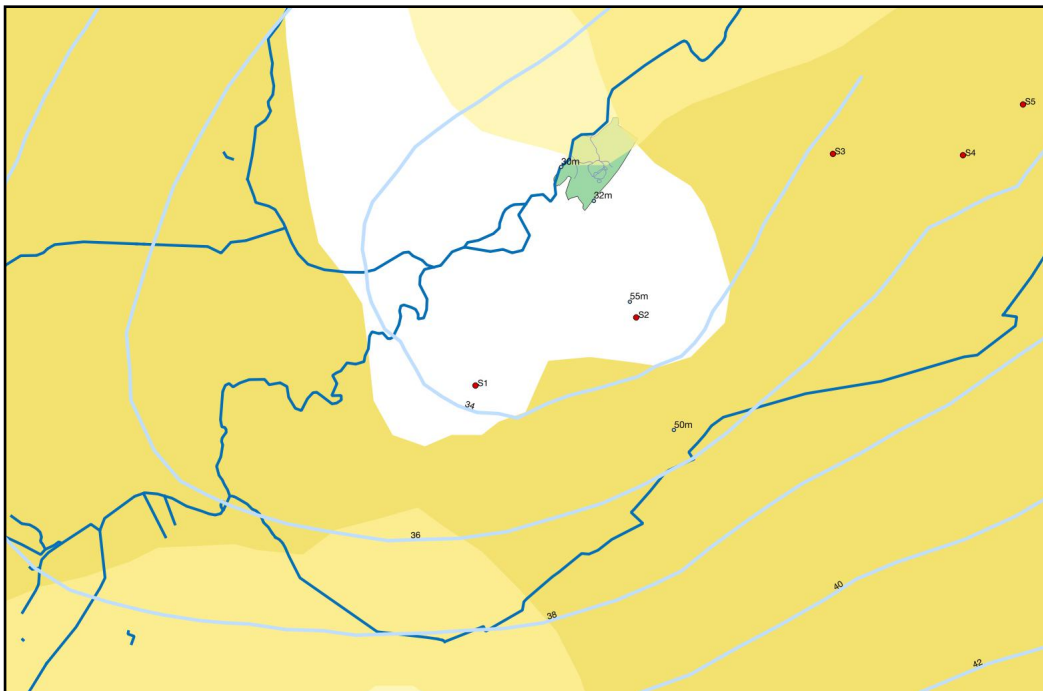


Abb. 27. Geologische Situation beim Hangquellmoor

Die kf-Werte wurden wieder aus den Hamburger Modellunterlagen übernommen. Um das Modell aufgrund der komplexeren Anforderungen an das Höhenprofil einfach zu halten haben wir ein Streifenmodell erstellt, das nur das Hangquellmoor bei Weihe und den Brunnen Schierhorn 2 umfasst. Dieses sehen Sie in der Abbildung 28. Es besteht aus 3 Spalten a 20 Reihen auf 4 Ebenen. Eine 3D-Ansicht des Modells sehen Sie in Abbildung 29.

Wir haben hier erneut ein Depletion-Domination-Diagramm erstellen, mussten aber eine Änderung vornehmen. Während zuvor wie üblich als Referenz die Fördermenge der Brunnen genutzt wurde war dies in diesem Fall nicht möglich, da die berechnete Abflussmenge im Quellgebiet deutlich unter der geplanten Fördermenge liegt. Statt dessen sind in dieser Untersuchung die Reduzierungen bezogen auf die Abflussmenge in der Nullvariante. Das hat zur Folge, dass die Mehrheit der Reduzierungen einerseits im Grundwasserspeicher erfolgen und andererseits nicht ausgewiesen werden. Das ist aber insofern nur ein geringes Problem, da ja Untersuchungen von Hamburg Wasser ergeben haben, dass diese Mengen in der Regel von der Seeve, die im Modell nicht enthalten ist, abgezogen werden (Heitkamp 2007 Seite 25).

Wir sehen als Ergebnis in Abbildung 30 auf Seite 24, dass nach 152 Tage die Abflussreduzierung das Dominanz über die Speicherreduzierung übernimmt. Nach einem Jahr ist zwar noch keine 100%-ige Abflussreduzierung erreicht (wir vergleichen hier exemplarisch mit den zuvor untersuchten Brunnen W09-W12). Allerdings muss man sich auch klar machen, was die Zahlen hier bedeuten: Am Ende der Untersuchungsperiode liegt das Hangquellmoor weitestgehend trocken, da sich die Prozentwerte auf die Abflussmenge bei Nullförderung beziehen und nicht auf die Fördermenge!

Leider liegen keinerlei Messwerte bezüglich der Menge Wasser, die das Hangquellmoor bei Weihe ausschüttet zum Vergleich und zur Kalibrierung vor - ein aus unserer Sicht erheblicher Mangel.

Wir sehen nicht, wie unter diesen Umständen (Analyseergebnisse des BUND und fehlende Untersuchungen von Hamburg Wasser) eine gehobene Erlaubnis oder Bewilligung für die Brunnengruppe Schierhorn erteilt werden kann, denn vergessen wir nicht - Auswirkungen der Brunnen Schierhorn 1 und Schierhorn 3-5 wurden hier noch nicht einmal betrachtet.

Der für ein FFH-Gebiet sowie unter Wasserrahmenrichtlinie verpflichtend notwendige Nachweis der fehlenden Verschlechterung wurde nur durch Nichtuntersuchung erbracht und ist ein schwerer Mangel im Verfahren. Wir fordern deshalb die Nachholung der Untersuchung im Hinblick auf eine FFH-Verträglichkeitsuntersuchung und die Wasserrahmenrichtlinie für das NSG Hangquellmoor bei Weihe.

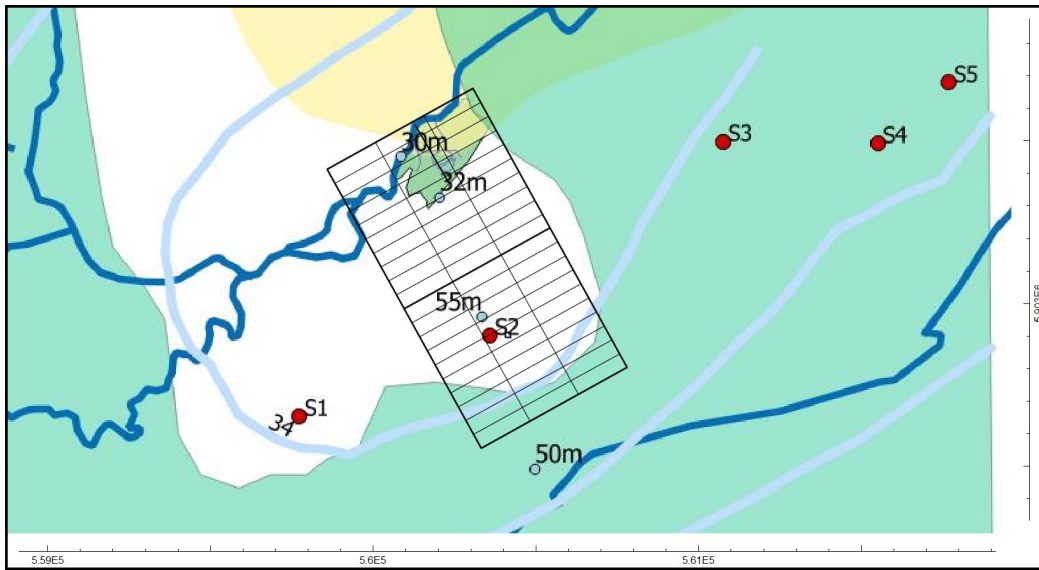


Abb. 28. BUND-Modell Aufsicht Hangquellmoor bei Weihe

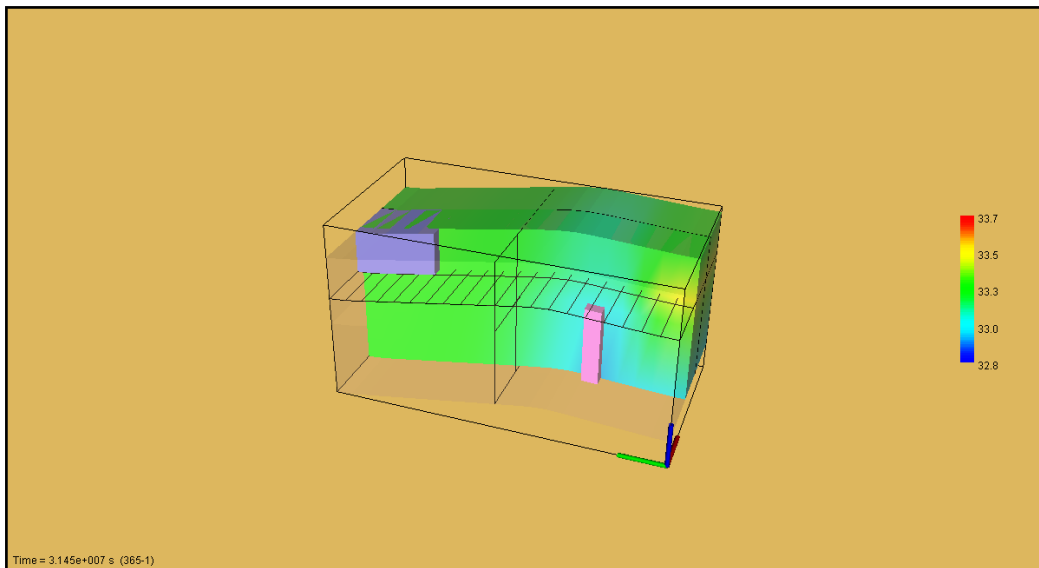


Abb. 29. BUND-Modell 3D-Ansicht Hangquellmoor bei Weihe

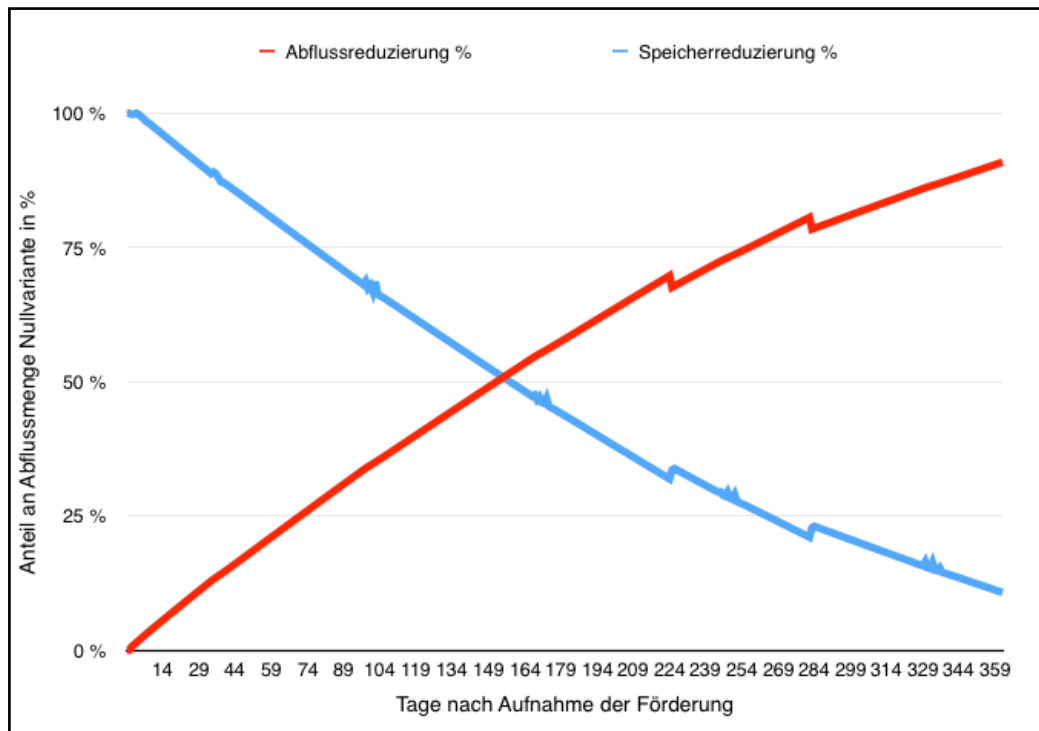


Abb. 30. Abflussreduzierung vs. Speicherreduzierung Brunnen Schierhorn 2

6. FAZIT

Die Eingangs auf Seite 2 gestellten Fragen lassen sich gemäß Ergebnisse der BUND Untersuchungen wie folgt beantworten:

Gibt es in den genannten Gewässern durch eine Grundwasserförderung Abflussreduzierungen?

Ja

Wie schnell treten diese im Gewässer auf?

Erste Effekte sind innerhalb weniger Tage zu bemerken, die Abflussdominanz wird zwischen einem Monat (Weser) und 5 Monaten (Schierhorn) erreicht. Am Ende des ersten Förderjahres sind die Auswirkungen einer Abflussreduzierung vollumfänglich eingetreten.

Wie intensiv treten diese im Gewässer auf?

Innerhalb eines Jahres können stellenweise bis zu zwischen 50 und 100% der Abflussmenge des förderlosen Fall (Nullvariante) fehlen.

Wo im Gewässerverlauf treten diese auf?

Im Weseler Bach stromabwärts vom Brunnen W12 vor allem ab der Verschwenkung Richtung Westen. Im Hangquellmoor bei Weihe ist dieses komplett gefährdet.

Wie wirken sich Unsicherheiten in der hydrogeologischen Modellierung auf Abflussmengen und Auswirkungszeiten aus?

Fenster können zu wesentlichen Veränderungen in der Intensität einer Abflussreduzierung führen.

Wie kann man eine fachlich qualifizierte Antwort auf die vorherigen Fragen erhalten?

Für eine erfolgreiche Bewilligung, die eine fachlich qualifizierte Antwort auf die vorherigen Fragen voraussetzt sind detaillierte Abflussmessungen in den Gewässern notwendig und anschließend das Grundwassermodell instationär auf diese zu kalibrieren. Anschließend sind die Auswirkungen im Modell zu berechnen und Abweichungen von den gemessenen Werten zu untersuchen.

6.1 Ergebnis und Forderungen

Im aktuellen Antragszustand ist aus unserer Sicht keine Erteilung einer gehobenen Erlaubnis oder Bewilligung möglich, da wesentliche Anforderungen durch die FFH-Richtlinie und die Wasserrahmenrichtlinie im Hinblick auf einen Nachweis der Nichtschädigung nicht erfüllt sind. Fehlende Mängel dank fehlender Untersuchungen sind kein Nachweis der Nichtschädigung!

Wir halten unseren Antrag auf Stilllegung der Brunnen W09, W10, W11, W12 aufrecht, da unsere Untersuchungen ein deutliches Schädigungspotential identifiziert haben. Erst wenn dieses fachlich qualifiziert ausgeräumt wurde können die Brunnen gegebenenfalls erneut in Betrieb genommen werden. In der Zwischenzeit ist die genehmigte Fördermenge von Hamburg Wasser wie beantragt zu reduzieren.

Wir fordern für eine qualifizierte Nachweisführung:

- die Erstellung detaillierter Gewässerabflussmessungen für Profilschnitte in allen Oberläufen und Nebengewässern in FFH-Gebieten,
- die Kalibrierung des Grundwassermodells von Hamburg Wasser als instationäres Modell im Hinblick auf eine Analyse der Abflussmengen in allen Oberläufen und Nebengewässern in FFH-Gebieten,
- den Abschluss der Beweissicherungskonzeption und deren Umsetzung vor Erteilung der Bewilligung oder gehobenen Erlaubnis,
- Aufbau und Inbetriebnahme eines Messnetzes - insbesondere mit Pegelmessungen in den Oberläufen - vor Erteilung der Bewilligung oder gehobenen Erlaubnis,
- mindestenstägliche Messungen an allen Pegel, Messbrunnen und Förderbrunnen verpflichtend festzulegen und während des Genehmigungszeitraums konsequent durchzuführen,
- das Untersuchungsgebiet für die FFH-Studien beim Weseler Bach um den nördlichen Abschnitt sowie um das NSG Hangquellmoor bei Weihe zu erweitern und
- für alle Förderbrunnen von Hamburg Wasser sind mit deren zu aktualisierenden Grundwassermodell Diagramme gemäß Abbildung 2 zu erstellen.

BILDQUELLEN

Abbildungen 2,3 US Geological Survey gemäß Quellenangabe

Abbildungen 4,7,8,9,11,12,13,14,15,16,18,19,22,23,24,25,27,28,29,30 © Holger Mayer 2016

Alle Modelle und deren Abbildungen basieren auf Daten der Antragsunterlagen 2009 oder 2015 und damit © von Hamburg Wasser

Abbildungen 5,6,17,21 © Hamburg Wasser gemäß Quellenangabe z.T. geändert

Abbildung 1,7,10,20,26 Karten aus Daten von Hamburg Wasser und dem NLWKN z.T. geändert

QUELLENVERZEICHNIS

- BARLOW P. & LEAKE S. 2012. Streamflow depletion by wells Understanding and managing the effects of groundwater pumping on streamflow: US Geological Survey Circular 1376, 84 p. *Also available at <http://pubs.usgs.gov/circ/1376>*.
- BARLOW P. & LEAKE S. 2013. Die Auswirkungen der Grundwasserförderung auf die Abussmengen von Gewässern verstehen und steuern.
- BRUNS M., VAN STRAATEN L. & GEOINFORMETRIC 2007. Grundwassermodell ‚Nordheide‘ Dokumentation - Teil III Kalibrierung und Validierung des numerischen Grundwasserströmungsmodells sowie Sensitivitätsanalyse. 4 A3 III: 51.
- HARBAUGH A.W. 2005. *MODFLOW-2005, the US Geological Survey modular ground-water model: The ground-water flow process*. US Department of the Interior, US Geological Survey Reston, VA, USA.
- HEITKAMP D.U. 2007. Faunistische Sonderuntersuchungen im Abschnitt „Oberlauf der Este“ sowie in der Seeve/Lüllau. 32.
- HILLMER A. 2016. Hamburgs Durst hinterlässt Spuren in der Nordheide. *Hamburger Abendblatt*
- HOHLBEIN J., D. ORLIKOWSKI, K.-J. RADMANN, U. LANKENAU, CONSULAQUA, M. BATHKE & B.F.B.U. WASSERWIRTSCHAFT 2014. *Hydrologisches Gutachten zur Erneuerung des Wasserrechtes für die Fassungen Nordheide Ost und West sowie die Fassungen Schierhorn der Hamburger Wasserwerke GmbH*. Hamburg Wasser.
2011. Jeder Dritte wird 2025 unter Wassermangel leiden. *Die Welt*
2015. Kaum Sauerstoff in der Elbe: Behörde sieht Fische in Gefahr. *Hamburger Abendblatt*
- MAYER H. 2016. *Stellungnahme Wasserrechtsverfahren - Hamburger Wasserwerke Kurzfassung*.
- PRUDIC D.E., KONIKOW L.F. & BANTA E.R. 2004. A new streamflow-routing (SFR1) package to simulate stream-aquifer interaction with MODFLOW-2000.
2000. RICHTLINIE 2000/60/EG DES EUROPÄISCHEN PARLAMENTS UND DES RATES vom 23. Oktober 2000 zur Schaffung eines Ordnungsrahmens für Maßnahmen der Gemeinschaft im Bereich der Wasserpolitik.
1992. RICHTLINIE 92/43/EWG DES RATES vom 21. Mai 1992 zur Erhaltung der natürlichen Lebensräume sowie der wildlebenden Tiere und Pflanzen.
- RÜPPEL C., M. BATHKE & G.I. GMBH 2015. *Umweltverträglichkeitsstudie zur Erneuerung des Wasserrechtes für die Fassungen Nordheide Ost und West sowie für die Fassung Schierhorn der Hamburger Wasserwerke GmbH*. Hamburg Wasser.
- RÜPPEL C. & G.I. GMBH 2014. *Bodenkundliches Beweissicherungsgutachten im Rahmen des wasserrechtlichen Bewilligungsverfahrens für das Wasserwerk Nordheide*. Hamburg Wasser.
- THEIS C.V. 1940. The Source of Water Derived from Wells -Essential Factors Controlling the Response of an Aquifer to Development. *Civil Engineering Magazine* 277-280.
- WINSTON R.B. 2009. ModelMuse—A Graphical User Interface for MODFLOW–2005 and PHAST. 56 Seiten.