

Bewertung des Grundwassermodells

7. September 2018

Prof. Dr.-Ing. habil. Dipl.-Phys. Andreas Malcherek

Institut für Wasserwesen
Werner-Heisenberg-Weg 39
85577 Neubiberg
Tel.: 0178 / 8590827
email: andreas.malcherek@unibw.de

1 Aufgabenstellung

In Blick auf die vielen Grundwasserprobleme, die im Landkreis Regensburg mit dem Donauausbau verbunden sind, und möglichen weiteren, sich durch den Hochwasserpolderausbau verschärfenden Grundwasserproblemen hat sich der Träger des Verfahrens dazu entschlossen, ein umfangreiches Grundwassermodell erstellen zu lassen, welches die Ursachen der bisherigen und die zu erwartenden weiteren Probleme untersuchen soll. Ferner sollten die von mir in meinem Gutachten vom 9. April aufgestellten Thesen

1. Durch den Bau der Staustufe Geisling haben sich die mittleren Grundwasserstände oberhalb der Stauanlage ausbedingt um bis zu 1.2 m erhöht.
2. Durch den Bau der Staustufe Straubing haben sich die mittleren Grundwasserstände oberhalb der Stauanlage ausbedingt um bis zu 1.8 m erhöht.
3. An der Staustufe Geisling befindet sich rechtsseitig ein Leck in der Binnendichtung, aus dem Flusswasser in das Grundwasser dringt.
4. In der Umgebung von Frengkofen befindet sich linksseitig ein Leck in der Binnendichtung, aus dem Flusswasser in das Grundwasser dringt.
5. Die Binnendichtung ist auf der linken Seite der Staustufe Geisling nicht weit genug nach oberstrom gezogen worden. Es dringt Flusswasser aus dem nicht abgedichteten Bereich in das Grundwasser hinter die Binnendichtung.

überprüft bzw. widerlegt werden.

2 Hydrogeologisches Modell, Modellkonzepte

Ein erster Bericht (2017) zu diesem Grundwassermodell beschreibt die darin eingehenden Modellkonzepte. Zur Erfassung der Hydrogeologie des Modellgebiets wurden 31 Bohrungen abgeteuft und 1687 weitere Datensätze der wasserwirtschaftlichen Ämter ausgewertet, um die Mächtigkeit der Grundwasserleiter (quartäre Schichten) und der darunter liegenden undurchlässigen Schichten (Tertiär, Kreide) zu erfassen.

Mittels verschiedenen Methoden der Dateninterpolation (Kriging, Bruchkanten) wurden dann die Mächtigkeit der Deckschicht und des Grundwasserleiters flächenhaft über das Modellgebiet bestimmt. Die so gewonnenen Darstellungen sehen schlüssig aus, die angewandten Methoden entsprechen dem Stand von Wissenschaft und Technik. Eine Überprüfung der absoluten quantitativen Richtigkeit der Interpolationen ist dabei weder mir noch dem Ersteller des Grundwassermodells möglich.

An den Rändern des Grundwassermodells müssen Randbedingungen in Form der Zu- oder Abflüsse vorgegeben werden. Hier unterscheidet der Modellersteller auf der einen Seite den West- und Ostrand des Modellgebiets, an dem er annimmt, dass der Grundwasserstrom in Richtung Donau parallel zum Modellrand verläuft, also nicht in das Modellgebiet eindringt. Diese Annahme ist sicherlich pragmatisch, kann aber auch nicht als falsch bewertet werden. Am Südrand ist ein starkes Gefälle der Grundwassergleichen zu verzeichnen, der Modellersteller muss hier also die Grundwasserzuflüsse genau spezifizieren. Am Nordrand nimmt der Modellersteller überwiegend Zuflüsse aus Oberflächengewässern an.

Kritisch ist dann die Beschränkung auf ein zweidimensionales, also flächenhaftes Grundwassermodell, in dem der Grundwasserleiter durch eine einzige Schicht aufgelöst wird. Hier ist ein dreidimensionales Modell, in dem auch die vertikale Struktur des Bodens modelliert wird, eindeutig vorteilhafter, genauer, aber auch rechen- und arbeitsaufwändiger in der Erstellung.

Die Wasserstände und Abflüsse in den Oberflächengewässern im Modellgebiet werden als eindimensionale Strukturen modelliert, der Flusslauf also als Linie dargestellt. Auch diese Vorgehensweise ist für alle Gewässer außer der Donau nicht zu beanstanden. Bei letzterer wäre ein zweidimensionales Modell sicherlich aussagekräftiger, aber auch hier ist die Beschränkung auf ein eindimensionales Modell hinnehmbar. Die Modellierung des Austauschs der Oberflächengewässer mit dem Grundwasserleiter durch Infiltration bzw. Exfiltration wird durch die Beschränkung auf ein zweidimensionales Grundwassermodell allerdings sehr vereinfacht dargestellt. So wird die ungesättigte Bodenschicht in ihrer vertikalen Struktur nicht aufgelöst, sondern nur sehr vereinfacht parametrisiert.

An Gewässern niederer Ordnung, für die keine Abflussdaten vorliegen, kommt ein Niederschlags-Abfluss-Modell zur Anwendung, welches also aus den Niederschlagsdaten

die Abflüsse im Gewässer modelliert.

Die Grundwasserneubildung aus Niederschlägen im Modellgebiet wird durch verschiedene, auf dem Stand der Technik gängige Ansätze parametrisiert. Auch hier wäre ein dreidimensionales Modell der ungesättigten Zone vorteilhaft.

Schließlich werden anthropogene Fördermengen für die Bewässerung und in den Pumpstationen der Binnenentwässerung aus vorhandenen Messdaten eingespeist.

Insgesamt ist das angewendete Modellkonzept als aufwändig, gut durchdacht und auf dem Stand der Technik zu bezeichnen. Es gibt aber auch Schwachstellen, wie die fehlende (und zugesagte) Dreidimensionalität des Modells. Dies bedeutet aber nicht, dass die so produzierten Modellergebnisse frei von jeglichem Zweifel sein werden, wie der Modellersteller auch selbst einräumt. Hier gibt es in der Grundwassermodellierung einfach zu viele unbekannte Einflussgrößen, die mehrdeutig zu gleich guten Kalibrierungsergebnissen aber unterschiedlichen Bewertungen in den Prognose führen können.

3 Modellaufbau, Kalibrierung und Validierung

Der zweite Teil des Berichts beginnt mit der Darstellung des verwendeten Simulationsmodells. Das Gitter ist mit 37000 Knoten in der Fläche als mittelgroß zu bezeichnen. Auf heutige Großrechnern ist hier hinreichend Spielraum, dieses Modell auch dreidimensional zu betreiben.

Nach den Erläuterungen zu weiteren hydrogeologischen Annahmen ist im im zweiten Kapitel vor allem die Kalibrierung von erheblicher Bedeutung für die Qualität der Modellergebnisse.

Unter der Kalibrierung versteht man die Anpassung von unbekanntem Modellparametern, die eigentlich alle prinzipiell messbar sind, aber nicht vollständig und überall erfasst werden können, an die Naturmessungen, die von dem Modell reproduziert werden sollen. Ein Beispiel ist die Durchlässigkeit eines Bodens: Sie ist prinzipiell im Labor bestimmbar, kann aber nicht für jeden Punkt des Modellgebiets ausgemessen werden. Bei der Kalibrierung wird dann die Durchlässigkeit des Bodens so lange verändert, bis die Variationen der Grundwasserspiegel möglichst gut getroffen werden.

Wenn man dabei die Durchlässigkeit auch räumlich anpasst und zu unterschiedlichen Zeiten unterschiedliche Durchlässigkeiten ansetzt, dann kann man die Grundwasservariationen sogar exakt modellieren. Einfach ausgedrückt: Steigt der modellierte Grundwasserstand an einem Pegel langsamer als gemessen an, dann erhöht man einfach zeitweise die Durchlässigkeit im Zustromgebiet, bis der Grundwasserspiegel dann schnell genug ansteigt. Dieses Vorgehen ist natürlich nicht zulässig: Zwar unterliegt die Durchlässigkeit eines Bodens durch Kolmation oder Konsolidierung gewissen Veränderungen, diese müssen allerdings dann auch nachgewiesen oder begründet werden. Es ist also heute prinzipiell möglich, im Rahmen der automatischen Kalibrierung die unbekanntem Parameter so anzupassen, dass gemessene Daten sehr genau durch die Modelle reproduziert

Niederschlag	1	2	2	3	2	1
GW-Spiegel gemessen	2	4	5	6	5	2
konstante Durchlässigkeit	2	2	2	2	2	2
GW-Spiegel modelliert	2	4	4	6	4	2
automatische Durchlässigkeit	2	2	2.5	2	2.5	2
GW-Spiegel modelliert	2	4	5	6	5	2

Tabelle 1: Wie funktioniert automatische Kalibrierung? Nehmen wir einmal an, ein Grundwassermodell bekommt als Eingangsdaten den gemessenen Niederschlag und soll den an einem Pegel gemessenen Grundwasserstand simulieren. Das im Modell verwendete Gesetz sei einfach $\text{GW-Spiegel} = \text{Niederschlag} \cdot \text{Durchlässigkeit}$. Nimmt der Modellierer in der Kalibrierung eine konstante Durchlässigkeit an (Mitte der Tabelle), dann trifft sein Modell zwei Grundwasserspiegel nicht gut. Verwendet er dagegen im Rahmen einer automatischen Kalibrierung angepasste Durchlässigkeiten, dann trifft er den Grundwasserspiegel immer exakt. Der Modellierer hat dann aber zu begründen, warum die Durchlässigkeiten zweimal kurz angestiegen und dann wieder abgefallen sein sollen. Im Unterschied zu diesem einfachen Beispiel sind in den verwendeten Grundwassermodellen wesentlich kompliziertere physikalische Gesetze implementiert. Das Prinzip der automatischen Kalibrierung funktioniert aber genau so.

werden. Man muss dann aber genau hinschauen, ob die gewählten Parameter und deren räumliche Verteilung wirklich plausibel sind.

Das Ideal ist das kalibrierungsfreie Modell, bei dem alle unbekannt Parameter durch Naturmessungen erfasst werden. So kann die Durchlässigkeit eines Bodenhorizonts im Labor aus dem Material des Bohrkerns bestimmt und dieser Wert dann in das Modell übernommen werden. Allerdings ist dieser Weg sehr aufwendig, sollte aber mindestens für einige repräsentative Proben für die unterschiedlichen Bereiche durchgeführt werden. Dies ist im Grundwassergutachten nicht geschehen.

Im vorliegenden Modell wurden zeitlich gleichbleibende, aber räumlich variable Durchlässigkeiten und Porositäten so angesetzt, dass die Modellergebnisse sich mit den Messdaten während gewisser Zeiträume möglichst gut übereinstimmen. Eine automatische Kalibrierung wurde nicht angewendet.

4 Bewertung der Kalibrierungsergebnisse

Um systematische Probleme in den Kalibrierungen zu erkennen, sind statistische Fehlerangaben und auch die Scatterplots zumeist wenig hilfreich. Sehr hilfreich dagegen sind die Darstellungen der simulierten Grundwassergleichen und deren Abweichungen von den

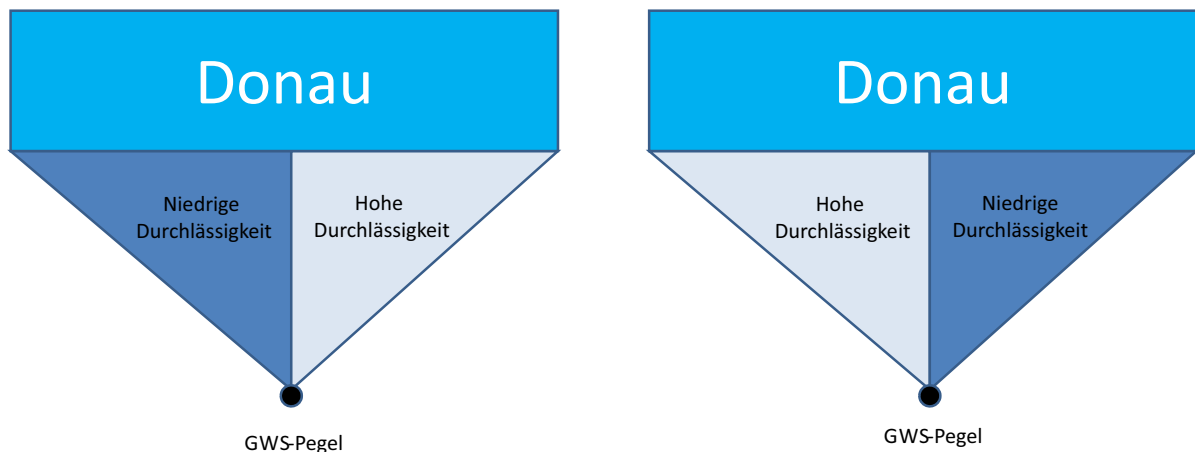


Abbildung 1: Eine weitere Unsicherheit der Kalibrierung besteht im Ausgleich von Fehlern: Setzt man in einem Gebiet eine kleine und dazu benachbart in einem anderen Gebiet eine Durchlässigkeit an (links), dann kann die Umkehrung beider Durchlässigkeiten zu ähnlichen Pegelausschlägen führen. In einem Gutachten würde man so aber zu falschen Schlüssen kommen.

gemessenen Werten in den Abbildungen 22 bis 24 des Berichts.

Während die Abweichungen zwischen Modell und Natur vor dem Donauausbau keine eindeutigen Tendenzen aufweisen, zumeist aber das Modell etwas zu hohe Grundwasserstände berechnet, sieht dies in Abbildung 23 nach dem Donauausbau bei einem Hochwasser 1986 ganz anders aus:

- Das Modell simuliert zu niedrige GWS rechtsseitig entlang der Donau etwa zwischen Illkofen und der Staustufe Geisling. Dies kann darauf hindeuten, dass die Durchlässigkeit der Innendichtung im Modell als zu klein angenommen wurde. Wenn dies der Fall ist, dann ist die Durchlässigkeit in den Zonen 31 und 35 zu hoch angesetzt.
- Das Modell simuliert systematisch zu tiefe und stromab davon zu hohe GWS im Bereich Frengkofen.
- Auf der linken Donauseite unterhalb von Wörth sind die simulierten GWS systematisch zu hoch.
- Im Bereich Pfatter und östlich davon sind die simulierten GWS zu niedrig.

Der Modellersteller wendet ein, dass gerade bei Hochwasser manche Messstellen 'übergelaufen' sind und dann zu niedrige Werte gemessen haben. Dies hat allerdings keinen Einfluss auf die Kritik an zu niedrigen Modellergebnissen. Ferner gibt es vom Modellersteller keine genaueren Angaben zu solchen 'übergelaufenen' Pegeln.

5 Auswirkungen der Staustufe Geisling auf die Grundwasserstände

In meinem Gutachten vom 9. April 2017 werden die Auswirkungen der Bau der Staustufe Geisling auf die Grundwasserstände durch die Abbildung 2 quantifiziert.

In Donaunähe kommt es demnach fast überall von Regensburg ausgehend auf beiden Seiten der Donau zu Erhöhungen des Grundwasserspiegels. Lediglich im Bereich Auburg ist ein Gleichbleiben bzw. eine leichte Absenkung des Grundwassers zu verzeichnen. Besonders hoch sind die Spiegelerhöhungen im Bereich der Staustufe Geisling selbst. Diese Erhöhung zieht bis an die westliche Gemeindegrenze von Pfatter unterhalb der Staustufe weiter.

In dem 7.11.2017 datierten Gutachten untersucht die AG Simultec-tewag die Auswirkungen der Staustufe Geisling auf die Grundwasserstände. Dazu wenden sie die folgende Untersuchungsstrategie an:

1. Zunächst werden zwei Jahre ausgewählt, von denen eines vor und eines hinter dem Bau der Staustufe liegt, die klimatisch ansonsten vergleichbar sind. Die Wahl fiel hier auf die Jahre 1977 und 1993.
2. Diese Jahre wurden mit dem Grundwassermodell simuliert.
3. Anschließend wurden die Mittelwerte der Grundwasserstände an den einzelnen Gitterpunkten gebildet.
4. Von den sich so ergebenden Jahresmittelwerten wurde die Differenz gebildet, wodurch die ausbaubedingten Änderungen dargestellt werden können.

Gegen diese Methodik ist nichts einzuwenden. So stellen die Verfasser fest, dass sich Donau-nah die mittleren Grundwasserstände erhöht haben, die Ausschläge aber abgenommen haben.

Die ausbaubedingten Änderungen sind des Grundwassermodells sind in Abbildung 3 zu sehen. Vergleicht man die beiden Abbildungen, so sind trotz unterschiedlicher Mittelungsverfahren und unterschiedlicher Modellstrategien die Ergebnisse sehr ähnlich.

Zur Bewertung der Ergebnisse wird angemerkt, dass die meisten von Grundwassererhöhungen betroffenen Gebiete unbewohnt sind. Dies ist nicht der Fall. So liegen die Häuser der Familien Bauer, Germep, Haimerl und Hardt in den Bereichen mit durch den Ausbau erhöhten Grundwasserständen. Hier deutet alles auf eine Benachteiligung der betroffenen Besitzer durch den Ausbau hin.

Ferner stelle ich in meinem Gutachten die These auf, dass die Binnendichtung an der Staustufe Geisling ein Leck aufweist. Dies wird durch die Abbildung 4 tatsächlich bestätigt, die die angenommenen Durchlässigkeiten der Binnensichtung in der Staustufe Geisling zeigt. Diese Durchlässigkeiten sind also nicht durch Messung bestimmt, sondern

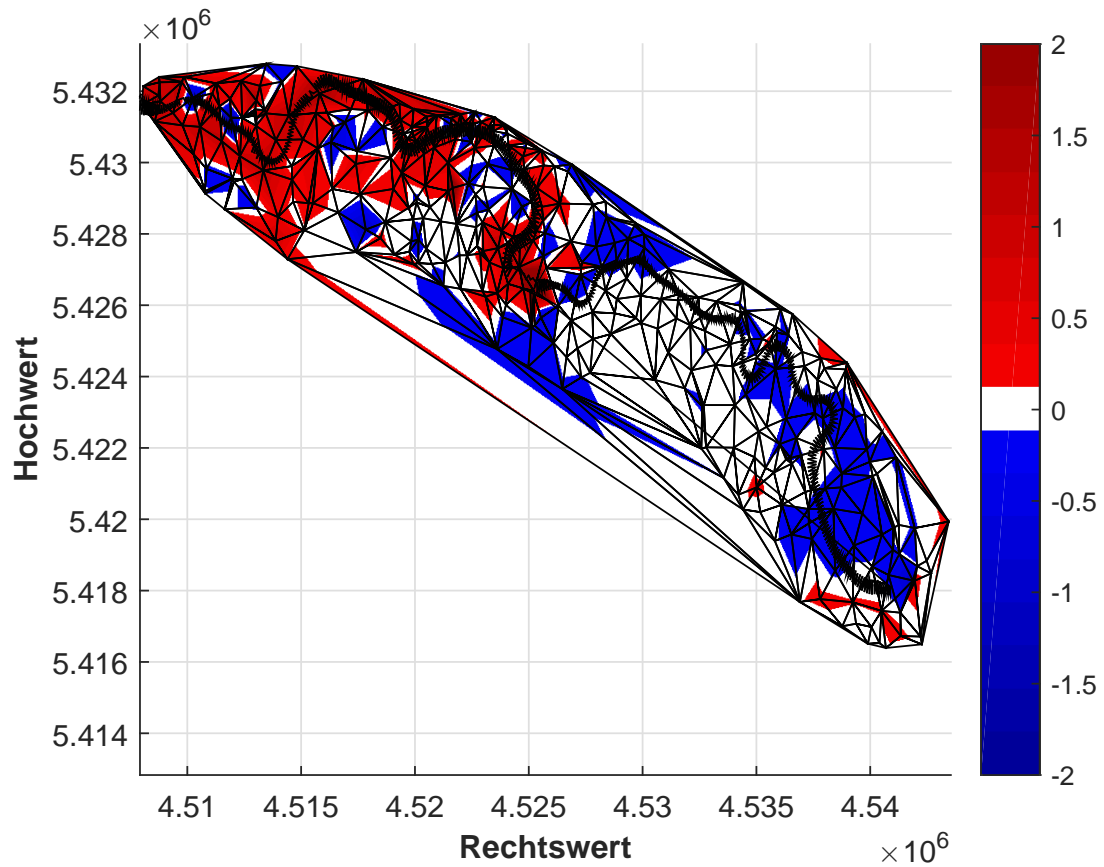


Abbildung 2: Grundwasserspiegeländerung vor und nach dem Ausbau der Stauhaltung Geisling.

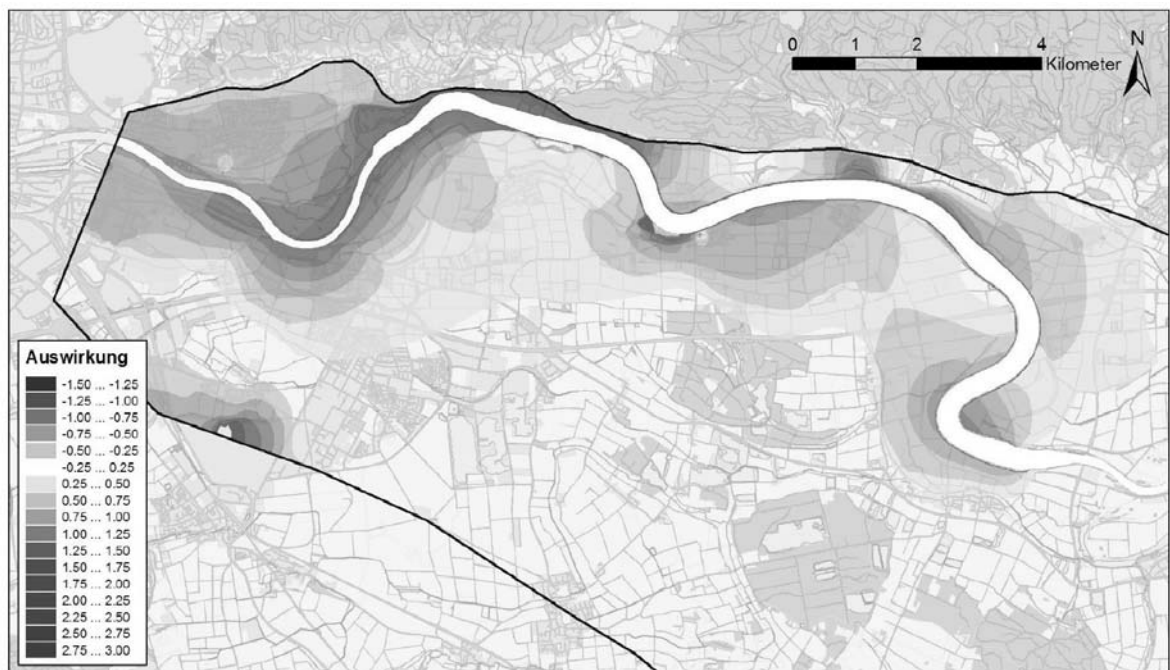


Abbildung 3: Grundwasserspiegeländerung vor und nach dem Ausbau der Stauhaltung Geisling nach dem Grundwassermodell.

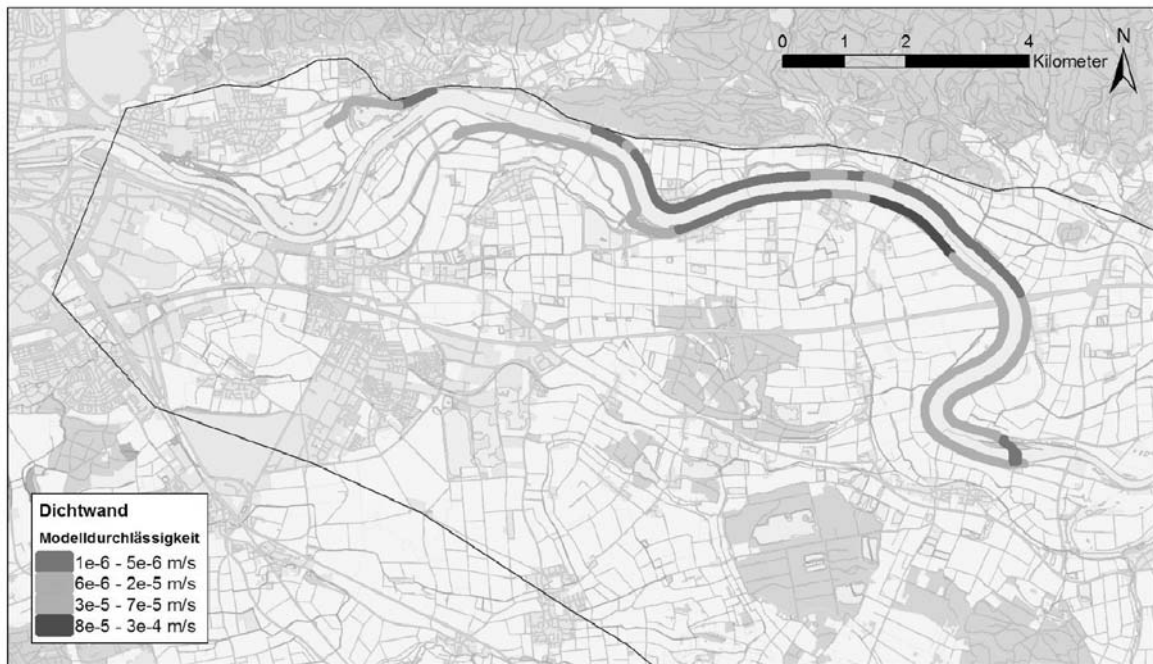


Abbildung 4: Angenommene Durchlässigkeiten der Binnendichtung in der Staustufe Geisling. Diese Durchlässigkeiten sind nicht gemessen, sondern so bestimmt worden, dass sie die gemessenen Grundwasserpegel möglichst gut reproduzieren.

liefern nach der Kalibrierung die besten Modellergebnisse. An der Staustufe Geisling musste ein Bereich angesetzt werden, der eine hohe Durchlässigkeit von $3\text{-}7 \cdot 10^{-5} \text{ m/s}$ aufweist, also ziemlich undicht ist. Nun würde man ähnliche Modellergebnisse aber auch erzielen, wenn die Durchlässigkeit noch 10 mal größer, aber die angenommene Strecke 10 mal kleiner wäre.

Ferner habe ich ein Leck in der Umgebung von Frengkofen identifizieren können, aus dem Flusswasser in das Grundwasser dringt. Das Grundwassermodell nimmt hier ebenfalls eine Strecke von etwas größeren Durchlässigkeiten ($0.6\text{-}2 \cdot 10^{-5} \text{ m/s}$) an, die aber noch nicht als Leck zu bezeichnen sind. Tatsächlich zeigen die unterschiedlichen Kalibrierungen hier allerdings erhebliche Abweichungen zwischen Modell und Natur auf, wie man am Beispiel des Hochwassers am 13. März 1988 in Abbildung 5 sehen kann.

An dieser Stelle ist das Grundwassermodell eindeutig nicht akzeptabel, da es die Messungen an allen Pegeln in diesem Bereich um Meter verfehlt.

Zu der Fragestellung, ob die Binnendichtung auf der linken Seite der Staustufe Geisling tatsächlich weit genug nach oberstrom reicht, nimmt das Gutachten der AG Simultec-te wag keine Stellung.

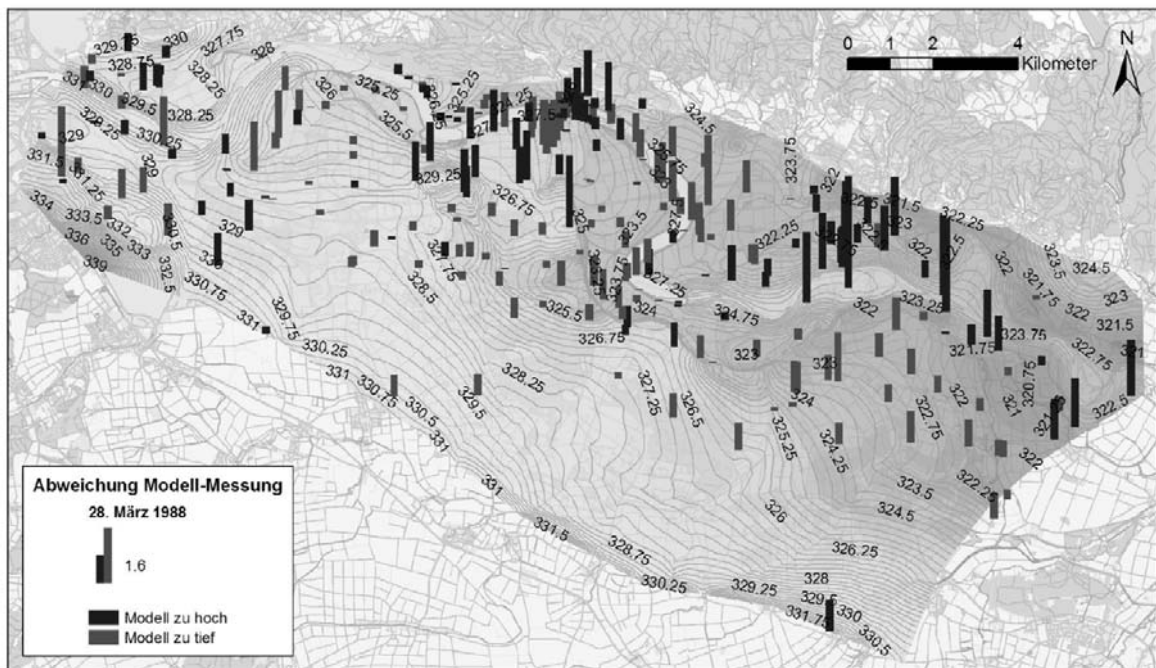


Abbildung 5: Darstellung der Abweichungen zwischen Modell und Pegelmessungen beim Hochwasser am 13. März 1988.

6 Auswirkungen der Staustufe Straubing auf die Grundwasserstände

In meinem Gutachten vom 9. April 2017 werden die Auswirkungen der Bau der Staustufe Straubing auf die Grundwasserstände durch die Abbildung 6 quantifiziert.

Diese Auswirkungen werden in einem im Januar 2018 herausgegebenen Gutachten von der AG Simultec-teweg ebenfalls simuliert. Dazu wenden sie die folgende Untersuchungsstrategie an:

1. Zunächst werden zwei Jahre ausgewählt, von denen eines vor und eines hinter dem Bau der Staustufe liegt, die klimatisch ansonsten vergleichbar sind. Die Wahl fiel hier auf die Jahre 1993 und 2007.
2. Diese Jahre wurden mit dem Grundwassermodell simuliert, das Modell damit mit und ohne Staustufe nachkalibriert und validiert.
3. Anschließend wurde das Jahr 1988 einmal mit und einmal ohne Staustufe modelliert und die Mittelwerte der Grundwasserstände an den einzelnen Gitterpunkten gebildet.
4. Von den sich so ergebenden Jahresmittelwerten wurde die Differenz gebildet, wodurch die ausbaubedingten Änderungen dargestellt werden können.

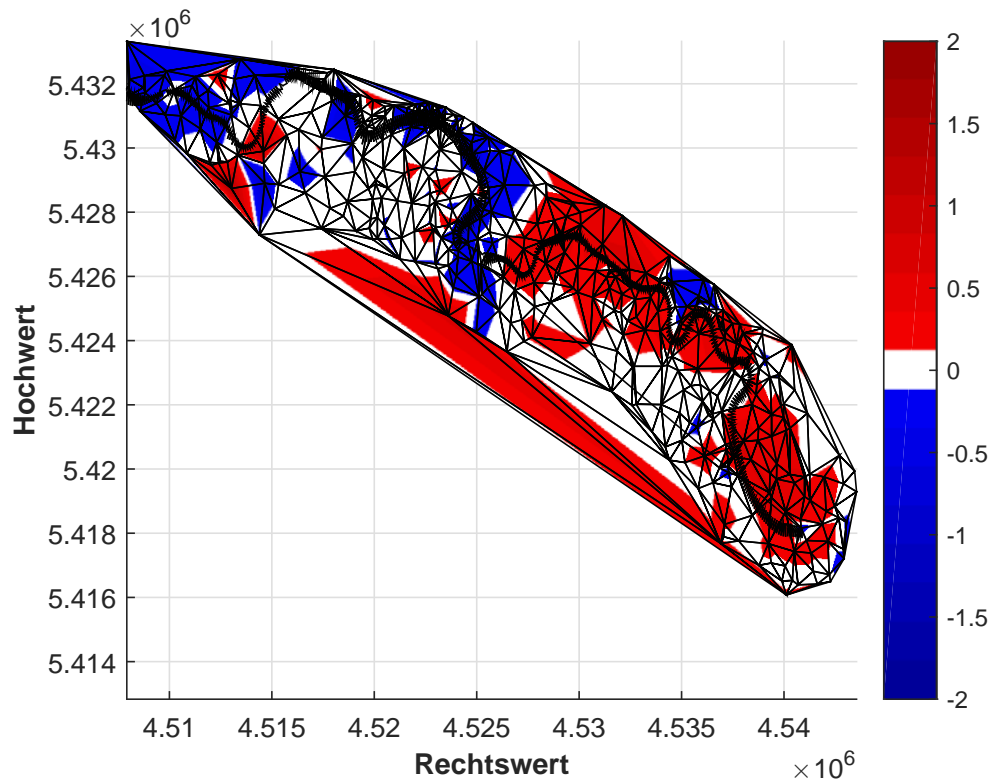


Abbildung 6: Grundwasserspiegeländerung vor und nach dem Ausbau der Stauhaltung Straubing.

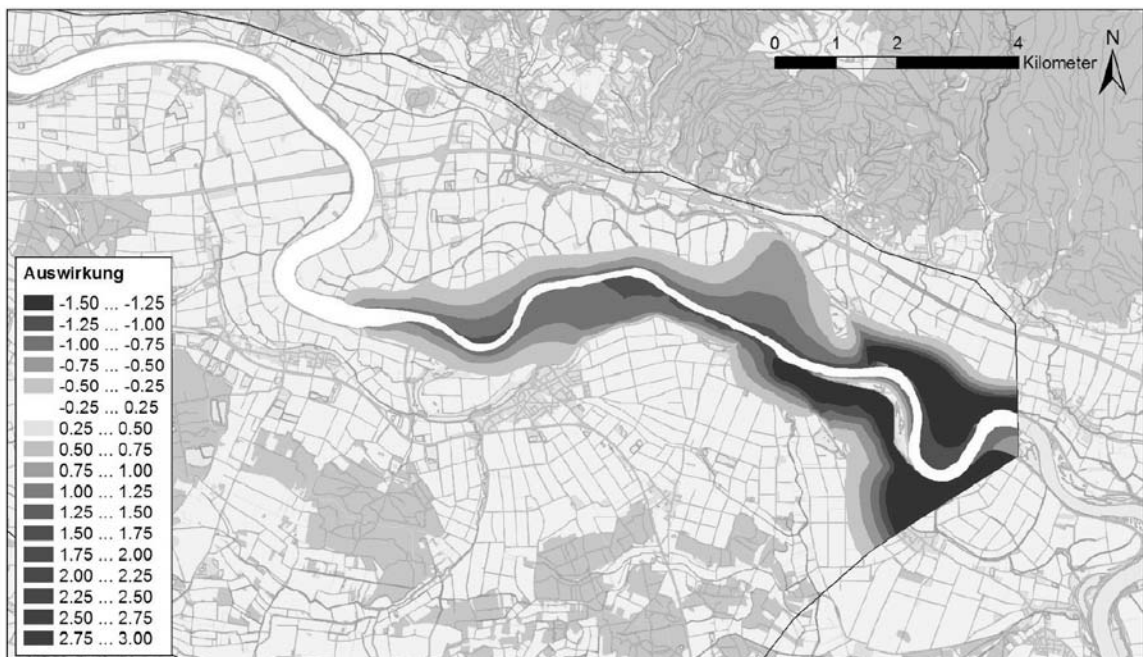


Abbildung 7: Änderungen der mittleren Grundwasserstände durch den Bau der Staustufe Straubing nach dem Gutachten der Simultec-tewag.

Einen konzeptionellen Nachteil des Grundwassermodells räumt der Gutachter selbst ein: Es reicht nicht bis zur Staustufe Straubing. Dies hat sicher einen Einfluss auf die Ergebnisse, der allerdings auch von mir nicht abgeschätzt werden kann.

Ferner gibt es eine im Vergleich zum Gutachten zum Einfluss der Staustufe Geisling geänderte Vorgehensweise. Nun werden die ausbaubedingten Änderungen der Grundwasserstände nicht für zwei meteorologisch vergleichbare Jahre gebildet, deren eines vor und deren anderes nach dem Ausbau liegt, sondern es werden die Grundwasserstände für ein einziges Jahr einmal mit und einmal ohne Ausbau simuliert. Diese Vorgehensweise möchte ich ausdrücklich begrüßen, denn es ist zweifelhaft, wie meteorologisch vergleichbar Jahre vor und nach dem Ausbau tatsächlich sind.

So stellen die Verfasser fest, dass sich Donau-nah die mittleren Grundwasserstände erhöht haben, die Ausschläge aber abgenommen haben. Die so bestimmten Veränderungen (Abbildung 7) sind durchaus als erheblich zu bezeichnen und entsprechen weitestgehend meinen Analysen mit dem Grundwasserdatenmodell.

Demnach sind erhebliche Grundwassererhöhungen von donau-nah über 1.5 m (die Skala reicht nur bis 1.5 m) zu verzeichnen, die dann mit zunehmendem Abstand von der Donau natürlich auch abnehmen.

Ganz eindeutig sind demnach die Grundwasserstände in der Gemeinde **Aholting** vom Ausbau betroffen, auch wenn sie etwas außerhalb des Simulationsgebiets liegt, ist sicher davon auszugehen, dass sich hier die Grundwasserstände über 1.25 m erhöht haben.

Die ausbaubedingten Erhöhungen reichen auch bis an die Gemeinde **Pfatter** heran.

Vergleicht man die Ergebnisse des Grundwasserdatenmodells mit denen des Grundwassermodells, dann fallen auf der linken Seite der Donau durchaus Differenzen auf. So zeigen die Grundwasserpegel einen Einfluss des Donauausbaus bis an die Gemeinde **Wörth** heran, während das Grundwassermodell nur in Donaunähe Grundwassererhöhungen verzeichnet. Hier ist das Grundwassermodell eindeutig als falsch zu bezeichnen. Die Ursache hierfür liegt wohl in der Kalibrierung des Modells, denn die Validierung zeigt in diesem Bereich systematisch zu hohe Wasserstände.

7 Grundwasserhochstand im März 2013

Im Frühjahr 2013 kam es zu Grundwasserschäden in verschiedenen Kellern der Gemeinden Barbing, Pfatter und Griesau. Die betroffenen Hausbesitzer machen den Donauausbau für diese Schäden verantwortlich. Es wäre daher hilfreich, das vorhandene Grundwassermodell zur Identifikation der Ursächlichkeiten für die Grundwasserschäden einzusetzen.

Die AG Simultec-tewag hat daher diese Ereignisse mit ihrem Grundwassermodell nachgebildet. Zur Bewertung dieses Gutachtens möchte ich folgende Punkte anführen:

1. Um den Zeitraum 2010 bis 2017 nachbilden zu können, wurden verschiedene Pa-
-

parameter (Speicherkoeffizienten, Deckschichtdicke) in Teilgebieten nachkalibriert. Auch wenn es mit einem gewissen Aufwand verbunden ist, müssen diese neuen, verbesserten Erkenntnisse in die Beschreibung des hydrogeologischen Modells einfließen. So ist z.B. die synoptische Darstellung des im Modell verwendeten Speicher- koeffizienten neu zu machen, damit der Leser diesen auf Plausibilität überprüfen kann. Ferner sind diese Neukalibrierungen auch in eine neue Validierung des Simulationsmodells zu übernehmen und die Ergebnisse darzustellen.

Diese Berichte sind somit iterativ neu zu verfassen, ansonsten muss der Eindruck entstehen, dass für jede (oder eine einzelne) Untersuchung eine eigene Kalibrierung verwendet wurde.

2. Das vorliegende Gutachten vergleicht nun die Lage der Kellerdecke der 7 betroffenen Anlieger mit dem Verlauf der simulierten Grundwasserstände. Hier wäre es zunächst einmal hilfreich, diese Abbildungen durch protokollierte Angaben der Bewohner zu ergänzen, wann ihre Keller überflutet waren.
 - (a) Demnach, also laut Simulationsmodell, waren die Keller der Familien Bauer und Binder im Jahr 2013 nicht unter Wasser. Im Fall Binder ist der simulierte Wasserstand am südlichen Ortsrand von Pfatter aber etwas zu niedrig. Eine bessere Übereinstimmung von Modell und Messungen könnte also auch hier Überflutungen ergeben. Die Gutachter folgern daraus, dass es u.U. oberflächennahes Grundwasser gewesen sein sollte, welches die Keller überflutet hat. Im Fall tatsächlicher Kellerüberflutungen ist das Modell jedenfalls nicht in der Lage, die Ursachen hierfür zu erklären.
 - (b) Die Kellerböden Gernep, Haimerl und Kitz waren im Jahr 2013 zeitweise überschwemmt. Hier wären natürlich protokollierte Aussagen der betroffenen Familien zu den Überschwemmungszeiträumen hilfreich.
 - (c) Der Kellerboden Hardt stand 2013 ganzjährig unter dem Grundwasserspiegel. Um diesen Sachverhalt bewerten zu können, wäre eine Aussage der Bewohner hilfreich, seit wann es (oder schon immer?) es diese Grundwasserstände gibt. Hier wäre insbesondere die Nähe zur Staustufe Geisling und den dortigen Undichtigkeiten als Ursache zu hinterfragen.
 - (d) Der Keller Lichtl stand laut Simulationsmodell 2013 die ersten 9 Monate unter Wasser.
 3. Das Gutachten macht überhaupt keine Aussage zu den Ursachen der Kellerüberschwemmungen. So wäre es zu wünschen, dass die Simulation des Jahres 2013 ohne die beiden Staustufen wiederholt werden. Hierdurch könnte der Einfluss des Donauausbaus als Verursacher quantifiziert werden.
-

Somit hat sich der Sinn des vorliegenden Gutachtens mir nicht erschlossen. Wenn es sich dabei um eine weitere Validierung des Modells handelt, dann fehlt der Vergleich mit den Angaben der Hausbewohner über tatsächliche Überflutungen. Wenn es darum gehen soll, die Ursachen der Grundwasserhochstände zu erkunden, dann fehlt an dieser die Systemanalyse, d.h. der Vergleich der Grundwasserstände mit und ohne Donauausbau.

8 Zusammenfassung und Bewertung

Das Grundwassermodell ist ein richtiger und wichtiger Schritt zum Verständnis der Grundwasserprobleme im Landkreis Regensburg. Es muss im Lauf des weiteren Verfahrens immer noch verbessert und schon getroffene Aussagen und Folgerungen eventuell angepasst werden.

Das Grundwassermodell ist ein Modell, wenn es auch auf physikalisch richtigen, aber manchmal vereinfachenden Annahmen beruht. Es benötigt zudem viele Annahmen zu den Bodeneigenschaften, die zumeist nur plausibilisiert werden können. Damit werden die gemessenen Grundwasserpegel und das darauf basierende Datenmodell, sowie die leidlichen Erfahrungen der betroffenen Anwohner nicht erst dadurch richtig, dass das Grundwassermodell sie bestätigt. Vielmehr ist das Grundwassermodell erst dann richtig, wenn es Messungen und objektive Erfahrungen bestätigen kann. Nur dann können durch die Analysen des Grundwassermodells Aussagen über die Ursächlichkeiten der Probleme getroffen werden.

Das Grundwassermodell ist in weiten Bereichen als gut validiert und damit auch aussagefähig zu bezeichnen, wobei Unstimmigkeiten nicht unerwähnt bleiben sollen:

- An dieser Stelle sollte der systematische Fehler bei Frengkofen nochmals genannt werden, hier stimmt das Modell noch nicht. Dieses Problem soll laut Aussagen des TdV nicht weiter untersucht werden.
 - Um Unterschied zu den Ergebnissen des Grundwassermodells reichen die ausbaubedingten Änderungen der Grundwasserstände am linken Donauufer bis nach Wörth, das Grundwassermodell ist hier falsch.
 - Die Modellergebnisse sind beim HW 1988 donauunah oberstrom der Stauanlage Geisling systematisch zu niedrig. Dies lässt auf eine zu geringe Durchlässigkeit der Schmalwanddichtungen schließen. Weitere Untersuchungen hierzu wurden vom TdV abgelehnt.
 - Im Laufe der Untersuchungen wurden einige Parameter neu kalibriert, was eigentlich einen neuen Kalibrierungsbericht erforderlich macht. Dies hat der TdV in einem Fachgespräch (bisher) abgelehnt.
-

Die bisherigen Untersuchungen mit dem Grundwassermodell haben eine eindeutige Ursache für die langfristigen Hochstände in Pfatter und Griesau nicht identifizieren können. Das Grundwassermodell hat in Übereinstimmung mit den Grundwasserdaten erhebliche ausbaubedingte Änderungen der mittleren Grundwasserstände direkt an der Donau bestätigt. Das dort anfallende Grundwasser wird also nicht hinreichend durch die Binnenentwässerung in die Donau weitergeleitet, sondern staut sich vor den Dichtwänden. Die Verantwortung hierfür liegt also beim Donauausbau mit Staustufen.

Durch die abschirmende Wirkung der Binnendichtung dringt bei Hochwasser natürlich auch weniger Grundwasser in die umliegende Landschaft. Die Grundwasserspitzen bei Hochwasser werden dadurch gedämpft. Nach einem Hochwasser fließt das überschüssige Grundwasser aber auch weniger leicht in die Donau zurück, wodurch die Grundwasserbelastungen nach einem Hochwasser zwar geringer geworden sind, aber wesentlich länger andauern.

Zusammenfassend ist festzuhalten, dass alle von mir aufgestellten Thesen prinzipiell bestätigt werden. Ob dabei die hohe Durchlässigkeit an der Staustufe Geisling auf ein konzentriertes Leck, oder auf eine etwas längere Undichtigkeit in der Schmalwand zurückzuführen ist, kann heute nachträglich nicht mehr überprüft werden. Sollte also in der Zukunft der Grundwasserstand bei Hochwasser durch Polder zusätzlich erhöht werden, dann wird es durch die Drosselung des Grundwasserstroms durch die Binnendichtung zu erheblich längeren Belastungen für die Anwohner kommen.
