

Modellgestützte Analysen des Wasserhaushaltes im Einzugsgebiet Potsdamer Wasserwerke und Ableitung von Bewirtschaftungsempfehlungen unter Berücksichtigung standortbezogener Klimaprojektionen

Dietmar Schäfer¹, Benedict Miles¹, Karsten Zühlke²

¹GCI GmbH Grundwasser Consulting Ingenieurgesellschaft, Bahnhofstraße 19, 15711 Königs Wusterhausen, mail@gci-kw.de;

²Energie und Wasser Potsdam GmbH, Steinstraße 101, 14480 Potsdam

Zusammenfassung: Die Energie und Wasser Potsdam GmbH (EWP) lässt für die von ihr betriebenen Wasserwerke Untersuchungen durchführen, deren Ziel eine nachhaltige und effiziente Bewirtschaftung der Grundwasserressourcen zur Sicherung der Bereitstellung von Trinkwasser in guter Qualität ist. Veranlasst werden diese Untersuchungen durch eine bei der Grundwasserförderung zu berücksichtigende geogene und anthropogene Beeinflussung des den Brunnen zuströmenden Grundwassers. Seit Längerem auch durch die Grundwasserüberwachung in den Einzugsgebieten belegt ist der Einfluss des Klimawandels. Die vorgestellten Untersuchungen zeigen die Methodik und die Ergebnisse bei der Auswertung von Daten der hydrogeologischen Erkundung und der Grundwasserüberwachung sowie beim Einsatz darauf aufbauender Modelle. Hierbei handelt es sich um dreidimensionale Grundwasserströmungs- und Transportmodelle, die über ein lokales Bodenwasserhaushaltsmodell mit regionalen Klimamodellen gekoppelt sind. Im Ergebnis der Untersuchungen konnten wasserwerksspezifisch fachlich fundierte Bewirtschaftungsempfehlungen erarbeitet werden, die sich sowohl auf die Verteilung der Rohwasserförderung auf die Fassungsanlagen als auch auf die Gestaltung der Grundwasserüberwachung beziehen. Durch Modelluntersuchungen, die auf Projektionen zum Klimawandel aufsetzen, konnten Orientierungen zur zukünftigen Entwicklung des Grundwasserangebotes und dessen Fassungsbedingungen bis 2055 gewonnen werden.

Model-based analysis of the water budget in the catchment areas of Potsdam waterworks and recommendations for management options considering climate change

Abstract: The water supply company “Energie und Wasser Potsdam GmbH” (EWP) has commissioned research studies on the sustainable and efficient management of groundwater resources at EWP’s waterworks to secure the supply of high quality drinking water. The motivation for the research was the geogenic and anthropogenic influences affecting groundwater in the catchments which have to be considered in the operational planning for the waterworks. Long term groundwater monitoring data shows that climate change also affects the catchments. The study approach and results of the analysis of data from hydrogeological investigations and groundwater monitoring are presented here, as well as the numerical groundwater models used in the studies. 3D flow and transport models were coupled to regional climate models via a local soil water balance model. The results enabled the development of technically sound management recommendations, which include optimization of the distribution of pumping between the wells and the design of groundwater monitoring programs for EWP’s waterworks. The use of groundwater modelling based on climate change projections has provided an indication of the potential future sustainable groundwater yield and conditions for its management up to 2055.

1. Einführung

Die Energie und Wasser Potsdam GmbH (EWP) versorgt die Landeshauptstadt Potsdam sowie Gemeinden und Zweckverbände im Umland mit Trinkwasser. Fünf Grundwasserwerke liefern derzeit im Jahresdurchschnitt ca. 8,9 Mio. m³ Reinwasser.

Den sich hieraus ableitenden Anforderungen an die Versorgungssicherheit nach Menge und Beschaffenheit des bereitzustellenden Trinkwassers steht eine deutliche geogene und anthropogene Beeinflussung des den Brunnen zuströmenden Grundwassers gegenüber. Zur nachhaltigen Sicherung der Wasserversorgung ist daher nicht

nur die Kenntnis der Ursachen dieser Beeinflussungen, sondern auch eine Abschätzung der zu erwartenden Entwicklungen erforderlich. Die Beeinflussungen des Grundwassers erfordern eine Bewirtschaftung der Ressourcen, die, ausgehend von den Erfahrungen der Vergangenheit, sowohl die gegenwärtige Situation als auch die zukünftig zu erwartenden Entwicklungen berücksichtigen muss. Hierzu lässt die EWP GmbH für die einzelnen Wasserwerke seit Längerem Bewirtschaftungsuntersuchungen durchführen. Vorgehensweise und Ergebnisse hierzu werden nachfolgend exemplarisch für drei Wasserwerke vorgestellt.

2. Untersuchungsgebiet und -gegenstand

Im Fokus der hier vorgestellten Untersuchungen stehen die drei Potsdamer Grundwasserwerke Wildpark, Leipziger Straße und Rehbrücke mit ihren unterirdischen Einzugsgebieten (Abb. 1).

Das Wasserwerk Wildpark fördert aus zwei am westlichen Stadtrand von Potsdam gelegenen Hebergalerien mit insgesamt 23 Brunnen. Der Fassungsstandort befindet sich in der Brandenburg-Potsdamer Havelniederung. Das Einzugsgebiet erstreckt sich im Osten und Süden bis an die Havel bzw. an den Templiner See als Teil der Havelseenkette.

Das Wasserwerk Leipziger Straße liegt unweit des Stadtkerns am südöstlichen Havelufer. Es werden insgesamt 21 eigenbewirtschaftete Brunnen in zwei Brunnengalerien betrieben. Eine dieser Fassungen verläuft direkt am Havelufer entlang, die zweite erstreckt sich ausgehend von der Havel südlich der Halbinsel Hermannswerder in südöstlicher Richtung in den Randbereich der Havelniederung. Das Einzugsgebiet des Wasserwerkes orientiert sich vornehmlich nach Süden, erreicht aber auch den Templiner See im Westen.

Die 24 Brunnen der vier Wasserfassungen des Wasserwerkes Rehbrücke liegen in der Nuthe-Nieplitz-Niederung am östlichen Stadtrand von Potsdam. Das Einzugsgebiet des Wasserwerkes erstreckt sich hauptsächlich in südwestlich-nordöstlicher Richtung und erfasst neben dem Urstromtal der Nutheniederung auch die Hochflächen des Beelitzer Sanders und des Teltows.

Alle Wasserwerksstandorte liegen in Niederungsbereichen, die entlang von Rinnenstrukturen in den tieferen tertiären Schichten verlaufen. Diese Strukturen sind durch die erosive Wirkung eiszeitlicher Prozesse entstanden und in der Abbildung 1 anhand der dort dargestellten Quartärbasis ersichtlich. In einigen Bereichen ist es zur vollständigen Ausräumung der tertiären Schichten – einschließlich Rupelton – gekommen. Da dieser großräumig den Aufstieg hochsalinärer prätertiärer Tiefenwässer in die Süßwasser führenden tertiären und pleistozänen Grundwasserleiter verhindert, besteht im Falle seiner Ausräumung die Möglichkeit des Aufstieges des Salzwassers (Abb. 1). Dieses entlastet dann gewöhnlich in die den Erosionsrinnen folgenden Gewässer. Gelangen die aufsteigenden Salzwässer dabei in die Einzugsbereiche von Wasserfassungen, kann der Aufstieg des Tiefenwassers beschleunigt werden und zu einer massiven Versalzung des Rohwassers der Wasserwerke führen. Diese Effekte sind an den Wasserwerken Wildpark und Leipziger Straße in der Vergangenheit bereits beobachtet worden, was am letztgenannten Wasserwerk in den frühen 1980er Jahren zur Stilllegung bzw. Förderreduzierung mehrerer Fassungsgebiete führte (Nillert et al., 2008). Hieraus lässt sich ein dringender Bedarf nach der Entwicklung von Bewirtschaftungskonzepten ableiten, die den Zutritt salinaren Tiefenwassers minimieren.

Während das Wasserwerk Wildpark aufgrund seiner relativ großen Entfernung zu Oberflächengewässern und

das Wasserwerk Leipziger Straße bedingt durch die standortkonkreten hydrogeologischen Bedingungen nur zu einem geringen Anteil Uferfiltrat fördern, liegt dieser beim Wasserwerk Rehbrücke deutlich höher. Dies betrifft vor allem dessen zwei südliche Fassungen, die entlang der Flüsse Nuthe und Stöcker verlaufen. Der in der Nuthe seit mehr als einem Jahrzehnt beobachtete Anstieg der DOC-Konzentrationen ist inzwischen auch im Rohwasser des Wasserwerkes nachvollziehbar. Eine Fortschreibung dieser beobachteten Tendenz kann mittelfristig zu Beeinträchtigungen der derzeit praktizierten naturnahen Wasseraufbereitung führen. Hieraus leitet sich u. a. der Bedarf eines Bewirtschaftungskonzeptes ab, dessen Umsetzung eine Begrenzung des Uferfiltratanteils im Rohwasser erwarten lässt. Dieses Bewirtschaftungskonzept muss dabei auch den hier in geringerem Umfang beobachteten Salzwasseraufstieg sowie den Zustrom von Grundwasser aus dem ehemaligen Rieselfeldareal im östlichen Einzugsgebiet berücksichtigen.

Alle Wasserwerke sind in ähnlicher Weise betroffen von den Folgen des Klimawandels, wobei diesbezügliche Prospektionen u. a. von einem Rückgang der Grundwasserneubildung bis zum Jahr 2055 um bis zu 40 % ausgehen (Gerstengarbe et al., 2003).

Die Abbildung 1 fasst die beschriebenen, den Grundwasserhaushalt potenziell beeinflussenden bzw. das nutzbare Grundwasserdargebot begrenzenden Größen für die drei Wasserwerke zusammen.

Ausgehend hiervon leiten sich folgende wesentliche Zielstellungen der hier vorgestellten Untersuchungen ab:

- Ermittlung von limitierenden Faktoren für die Rohwasserförderung der Potsdamer Wasserwerke durch Menge und Beschaffenheit des Grundwassers;
- Analyse ihrer Wirkmechanismen als Grundlage für Abschätzungen zukünftiger Entwicklungen und von angepassten Bewirtschaftungsstrategien;
- Entwicklung von Bewirtschaftungsstrategien unter Berücksichtigung gegenwärtiger Verhältnisse und abzuschätzender zukünftiger Systementwicklungen.

3. Methodik

Die Untersuchungen werden einzeln für jedes Wasserwerk im räumlichen Maßstab ihrer unterirdischen Einzugsgebiete durchgeführt. Die Bearbeitung gliedert sich methodisch in drei Leistungsphasen.

In der ersten Phase erfolgt eine Aufarbeitung, Strukturierung, Archivierung und Analyse aller relevanten Primärdaten sowie ihre Zusammenfassung im konzeptionellen Modell. Die Abbildung 2 zeigt das dabei erarbeitete hydrogeologische Strukturmodell für das Wasserwerk Rehbrücke in seiner dreidimensionalen Ausprägung. Ziel dieser Bearbeitungsphase ist neben der Schaffung von Grundlagen für die anschließende numerische Modellierung vor allem die Entwicklung eines Systemverständnisses, aus dem sich bereits erste Situationsbewertungen und Bewirtschaftungsempfehlungen ableiten lassen.

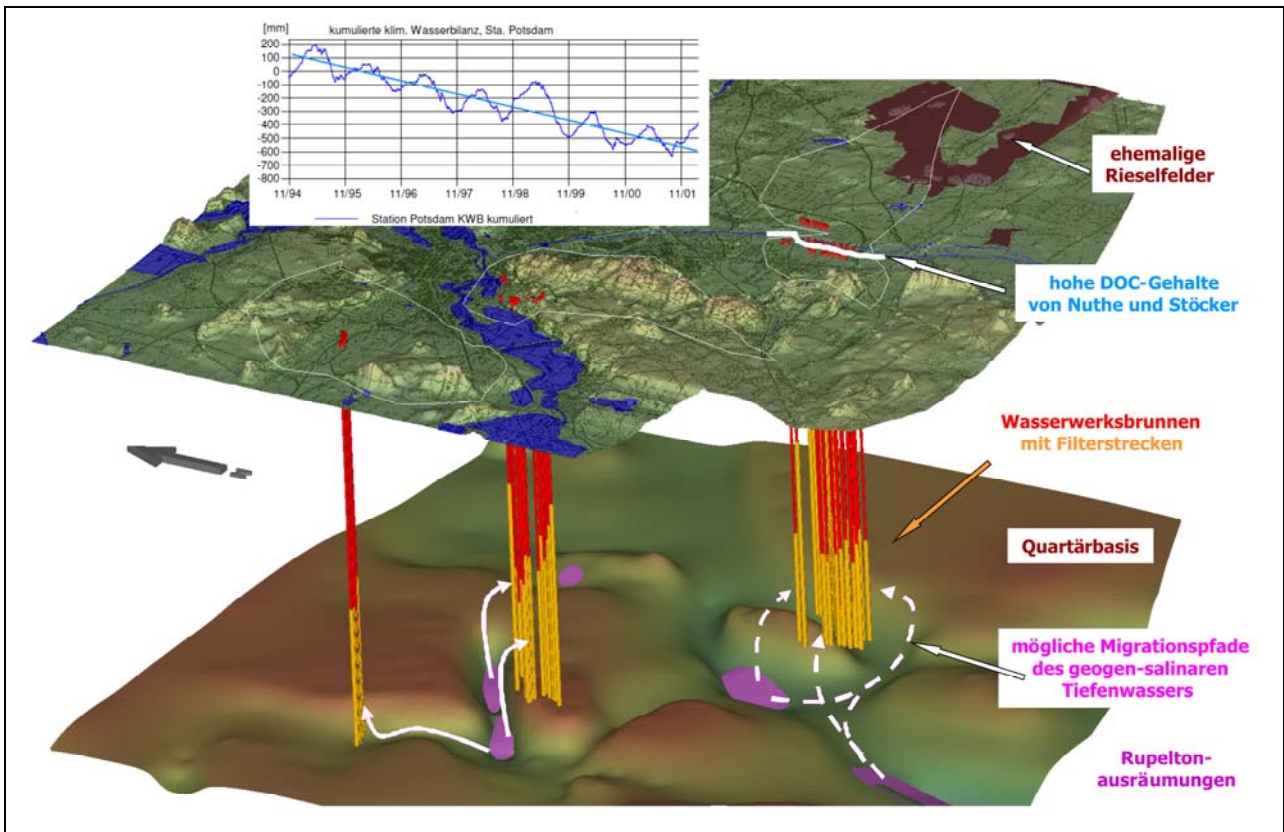


Abb. 1: Konzeptionell zu berücksichtigende Dargebotsbeschränkungen.

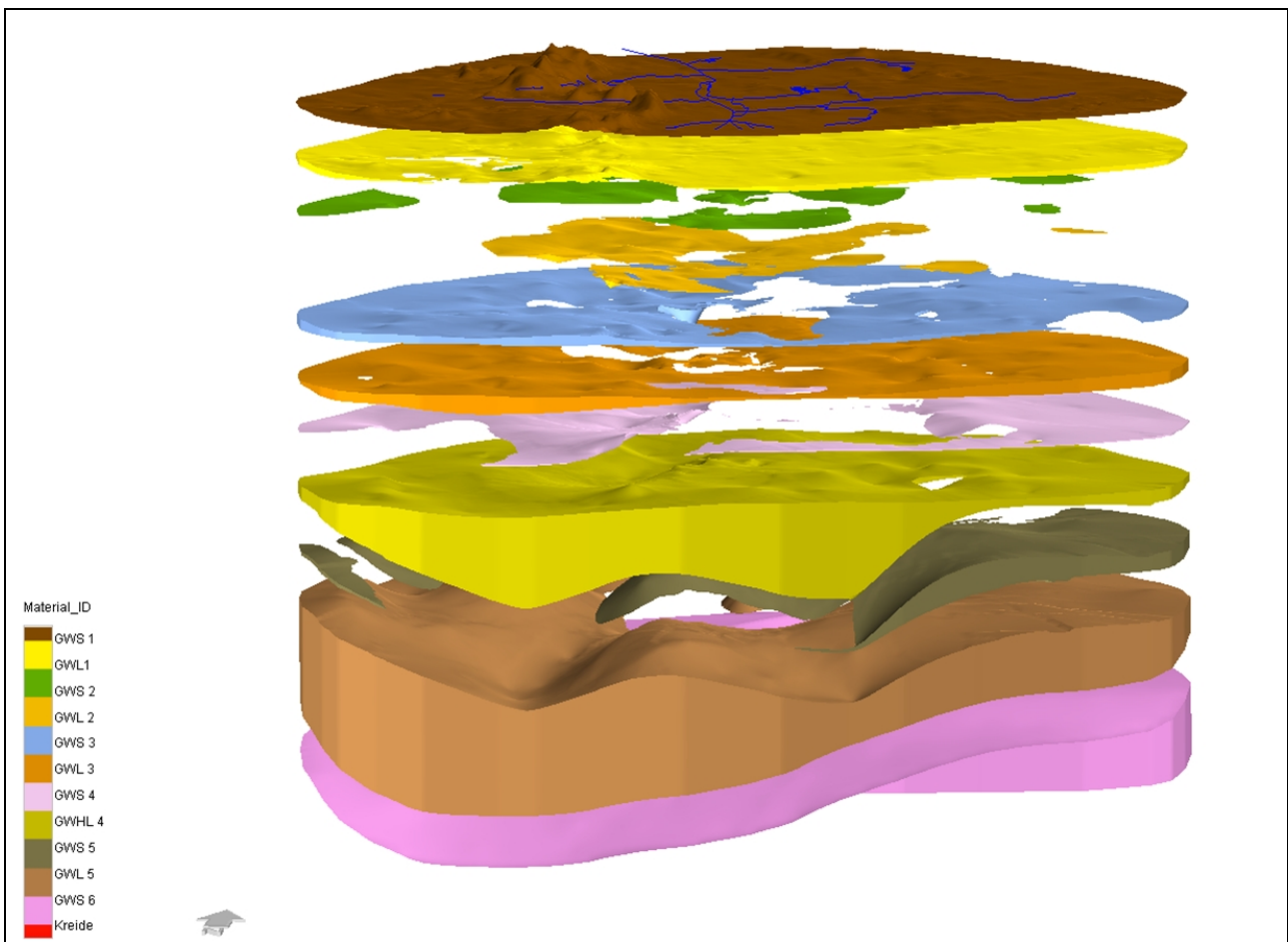


Abb. 2: Räumliche Darstellung des hydrogeologischen Strukturmodells für das Wasserwerk Potsdam-Rehbrücke.

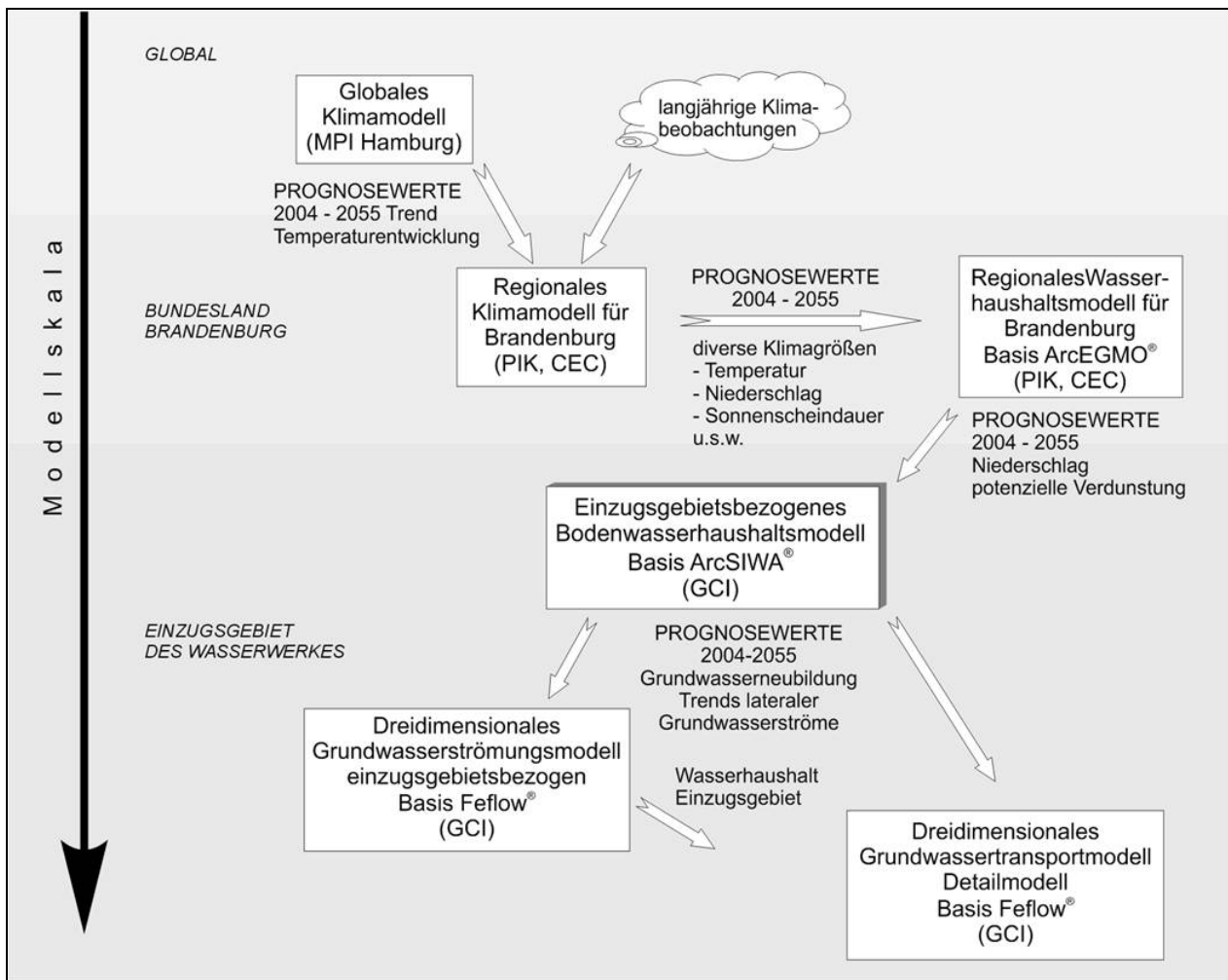


Abb. 3: Verwendetes Modellsystem für Prospektionen zur Entwicklung des Wasserhaushaltes unter dem Einfluss des Klimawandels.

In einer zweiten Bearbeitungsphase werden die dreidimensionalen numerischen Grundwasserströmungsmodelle unter Verwendung der Simulationssoftware FEFLOW® (Diersch, 2009) aufgebaut und instationär kalibriert. Diese können für die Beantwortung spezieller Fragestellungen zu Transportmodellen ausgebaut werden. Da die Grundwasserneubildung eine wesentliche Randbedingung für die numerische Strömungsmodellierung bildet, ist diese vorab mit einem instationären Grundwasserneubildungsmodell in ihrer räumlichen und zeitlichen Verteilung zu berechnen. Hierzu wurde das Bodenwasserhaushaltsmodell ArcSIWA® (Monninkhoff, 2001) eingesetzt. Die zeitliche Veränderlichkeit der berechneten Grundwasserneubildung leitet sich dabei aus der Berücksichtigung von auf Beobachtungen beruhenden Zeitreihen des Niederschlags und der potenziellen Verdunstung ab. Für in die Zukunft gerichtete Prospektionen zur Entwicklung des Wasserhaushaltes unter den Bedingungen des Klimawandels stehen derartige Datengrundlagen selbstredend nicht zu Verfügung. Hier musste die bei diesen Modellrechnungen anzunehmende Entwicklung der bestimmenden Klimagrößen Niederschlag und Verdunstung aus den Prospektionen globaler und regionaler Klimamodelle abgeleitet werden. Die Abbildung 3 zeigt das hierzu verwendete Modellsystem, mit dessen Hilfe in einem Downscaling aus im globalen Maßstab ermittelten Szenarien des globalen Temperatur-

anstiegs Untersuchungsergebnisse und Aussagen zur Entwicklung der Grundwasserdruckhöhen und der Versalzung im lokalen Maßstab ableitbar waren.

Die klimatologische Grundlage der Arbeiten zum Wasserwerk Leipziger Straße bildete der mit dem globalen Klimamodell des Max-Planck-Instituts für Meteorologie Hamburg (MPIMET) durchgeführte Berechnungslauf ECHAM4-OPYC3. Dieses Szenario war auch Grundlage der Untersuchungen zu den Auswirkungen des Klimawandels auf den Wasserhaushalt des Landes Brandenburg durch das Potsdam-Institut für Klimafolgenforschung (PIK) im Jahr 2003 (Gerstengarbe et al., 2003).

Mit dem regionalen Klimamodell STAR wurden in Verbindung mit dem für das Land Brandenburg auf Basis der Software ArcEGMO® (Pfützner, 2009) betriebenen Wasserhaushaltsmodell ausgehend von Temperaturprospektionen die Werte der relevanten Klimagrößen in Szenarien ihrer möglichen zeitlichen Entwicklung abgeleitet (Lahmer, 2005). Diese Daten fanden Eingang in das im Maßstab des Einzugsgebietes betriebene Grundwasserneubildungsmodell.

Beim Aufbau und der Kalibrierung der Modelle wurde das aus dem konzeptionellen Modell entwickelte Systemverständnis überprüft und weiterentwickelt.

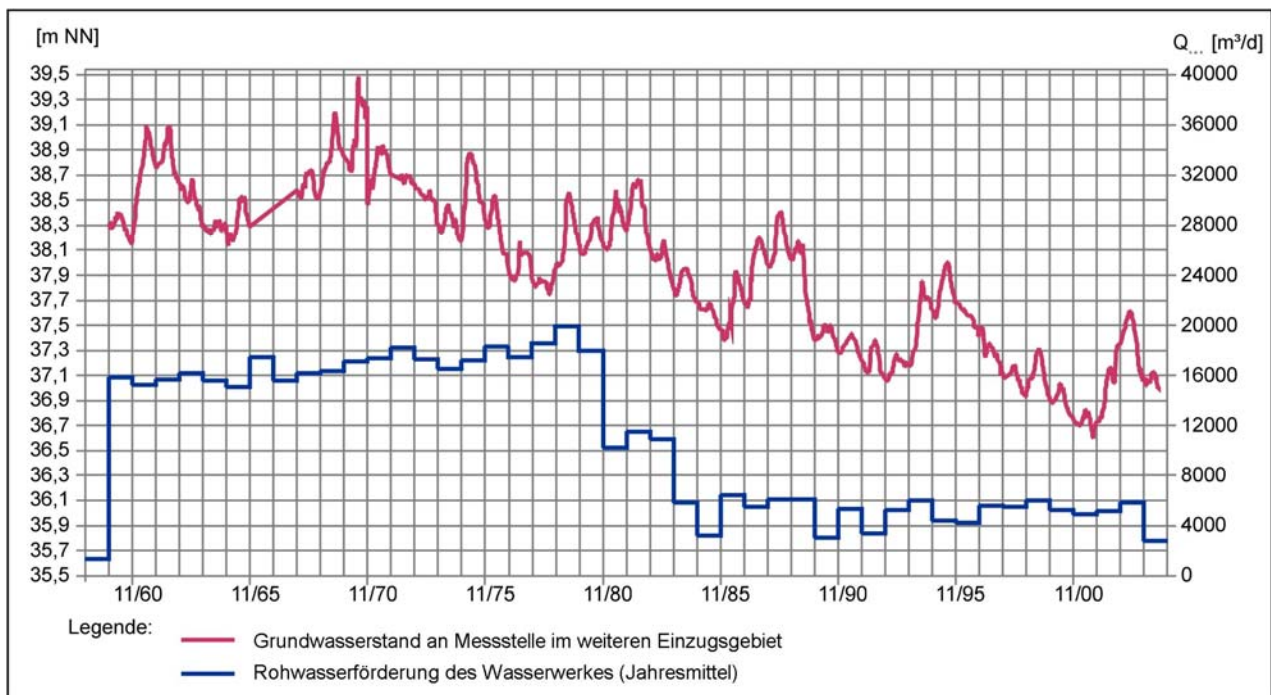


Abb. 4: Entwicklung der Förderung des Wasserwerkes Leipziger Straße und des Grundwasserspiegels im südlich auf der Hochfläche gelegenen Einzugsgebiet.

Die dritte Bearbeitungsphase beinhaltet die Anwendung der Modelle für Szenarioanalysen, mit deren Hilfe unterschiedliche Bewirtschaftungsvarianten vergleichend untersucht werden können. Weiterhin lassen sich hiermit Spannweiten für die Wirkungen von nur unscharf prognostizierbaren externen Einflussgrößen wie Klimawandel und Entwicklung der DOC-Konzentration in der Nuthe ermitteln. Hierdurch wird der Rahmen für mittel- und langfristige Bewirtschaftungsplanungen gesteckt.

4. Ergebnisse

Das in der Vergangenheit und Gegenwart verfügbare Grundwasserdargebot wurde unter Anwendung des instationären Grundwasserneubildungsmodells ermittelt. Zu dessen Plausibilitätsprüfung wurden Ganglinien gemessener Grundwasserstände herangezogen. Zur Ermittlung möglicher weiterer Beeinflussungen der Grundwasserstände wurden diese Ganglinien denen potenzieller Einflussgrößen gegenübergestellt. Die Abbildung 4 zeigt beispielsweise, dass der deutlich fallende Trend der Grundwasserstände im südlichen Einzugsgebiet des Wasserwerkes Leipziger Straße in keinem Zusammenhang steht mit der Entwicklung der Grundwasserförderung dieses Wasserwerkes.

Dagegen zeigte eine Gegenüberstellung der Grundwasserstandsganglinien mit dem Gang der kumulierten klimatischen Wasserbilanz ein hohes Korrelationsmaß. Generell sind im Untersuchungszeitraum 1975-2008 durchgängig tendenziell sinkende Wasserstände festzustellen, was für die Wirkung einer großräumig wirksamen Einflussgröße, wie Klimaveränderungen, spricht.

Diese Trends sind in den Hochflächen deutlich stärker ausgebildet (ca. 5 cm/a) als in den Flussniederungen (0-2 cm/a). Überdurchschnittlich sinkende Trends wurden mit ca. 15 cm/a für den östlichen Randbereich des Einzugsgebietes des Wasserwerkes Rehbrücke in der Teltow-Hochfläche festgestellt. Hier wirkt sich der Einfluss der Stilllegung der Rieselfelder südlich Berlins in der ersten Hälfte der 1990er Jahre aus. Dieser Einfluss auf den Trend konnte mit dem mathematischen Verfahren des Wiener Filters separiert werden, so dass danach auch hier der klimatisch verursachte Trend bestätigt werden konnte.

Zur Projektion der weiteren Entwicklung der Grundwasserstände wurden mit dem Grundwasserströmungsmodell Szenariountersuchungen durchgeführt. Berücksichtigt wurden mit dem in Abbildung 3 vorgestellten Modellsystem berechnete Szenarien zur Entwicklung der Grundwasserneubildung. Aus dem Szenarioensemble wurden ein die im Mittel zu erwartenden Verhältnisse repräsentierendes und ein sehr trockene Verhältnisse beschreibendes Szenario untersucht. Die Abbildung 5 zeigt für diese beiden Szenarien die durch die Modellierung als Projektion fortgeschriebene Entwicklung der Grundwasserstände an der schon Abbildung 4 zugrunde liegenden Grundwassermessstelle. Danach werden die Grundwasserstände dort bis zum Jahr 2055 je nach Szenario im Durchschnitt um weitere 1,3 m bis 1,6 m absinken. Die Modellrechnungen bestätigen auch deutlich den beobachteten Trend, wonach das Absinken des Grundwasserspiegels in den Hochflächenbereichen deutlicher ausgeprägt zu erwarten ist als in den Niederungsgebieten.

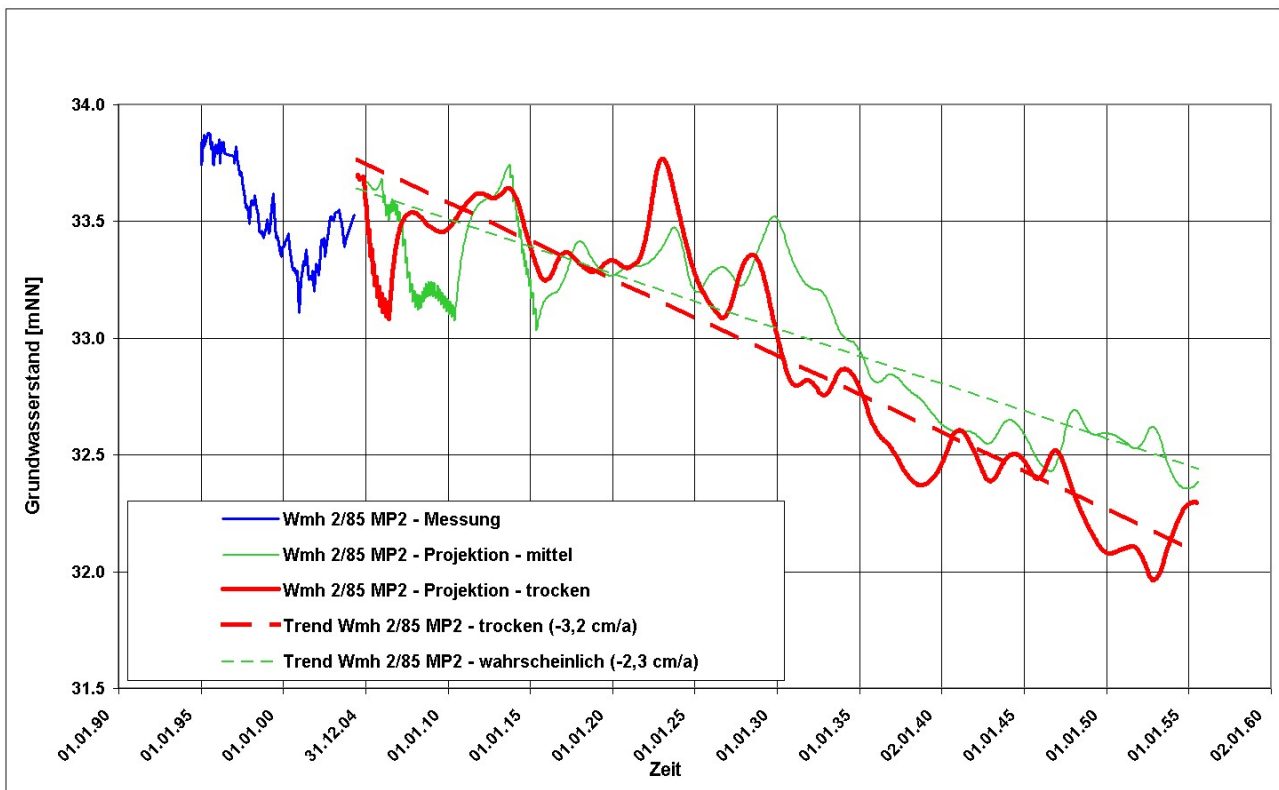


Abb. 5: Für verschieden Klimaszenarien an einer Messstelle im Hochflächenbereich projizierter Gang der Grundwasserstände.

Diese Entwicklungen werden nach derzeitiger Bewertung das nutzbare Dargebot des Wasserwerks Leipziger Straße nicht beschränken. Das Absinken der Grundwasserstände im fassungsnahe Bereich beeinträchtigt die technische Fassbarkeit des Grundwassers durch die Brunnen nicht. Die Modelluntersuchungen zeigen weiterhin, dass die Brunnen unter den beschriebenen Verhältnissen verstärkt Wasser aus tieferen Grundwasserleitern fördern können, das bisher über die Havelrinne in die Havel abströmt.

Die Bewirtschaftung der Wasserwerke unter notwendiger Berücksichtigung des realen oder potenziellen Salzwasserzutritts setzt die Kenntnis der Zutrittspfade des Salzwassers und deren Beeinflussbarkeit durch die Steuerung der Grundwasserentnahme voraus. Hierzu können Beobachtungen der Druckverhältnisse und Beschaffenheiten im Grundwasser an Grundwassermessstellen und im Förderstrom der Brunnen wertvolle Hinweise geben. Allerdings verbleibt hier aufgrund der Engräumigkeit der Salzwasseraufstiegsbahnen im Vergleich zur wirtschaftlich realisierbaren Messstellendichte eine erhebliche Unschärfe.

Die eher diffus ausgeprägten Salzwasserindikationen im Wasserwerk Rehbrücke erfordern eine Validierung der Interpretationen anhand von Beobachtungen möglichst unabhängiger Parameter. Hier wurden gute Ergebnisse erzielt, indem die Salinitätsbefunde an den Messstellen mit den Ergebnissen großflächiger Widerstandskartierungen aus den 1980er Jahren im Zusammenhang ausgewertet wurden.

Unverzichtbare Grundlage dieser Untersuchungen ist ein hochauflösendes und plausibles hydrogeologisches Strukturmodell, das die möglichen Migrationspfade auf-

zeichnet. Dies ist in gleichem Maße als Grundlage für die numerische Modellierung erforderlich. Der Einsatz der Grundwassermodelle zielt hier auf eine Überprüfung der Plausibilität der anhand der Beobachtungen entwickelten Vorstellungen zur Ausbildung der Migrationspfade des Tiefenwassers. Wird hier eine hinreichende Übereinstimmung festgestellt, kann unter Zuhilfenahme der Modelle die grundsätzliche Wirkung unterschiedlicher Bewirtschaftungsvarianten oder anderer Einflussgrößen auf den Salzwasserzutritt untersucht werden.

Bei diesen Untersuchungen werden die Grundwassermodelle in unterschiedlicher Komplexität eingesetzt. Im Bereich niedriger Salinität konnten im Vorfeld der Fassungen des Wasserwerks Rehbrücke bereits mit dreidimensionalen Bahnlinienberechnungen für verschiedene Bewirtschaftungsuntersuchungen wertvolle Ergebnisse erzielen. Die Modellierung der massiven Salzwasserzutritte zu den Wasserfassungen Wildpark und Leipziger Straße ist nur dichtegekoppelt in dreidimensionalen Transportmodellen möglich. Diese wurden zuvor für beide Wasserwerke anhand der Ganglinien der Rohwasserkonzentrationen von Chlorid über mehr als fünf Jahrzehnte Betriebszeit kalibriert.

Die mit diesen Modellen durchgeführten Variantenuntersuchungen konnten praxisverwertbare Hinweise geben, so dass derzeit durch eine geeignete Steuerung der Brunnen der Salzwasseranteil im Rohwasser in einem für die Wasseraufbereitung und Trinkwasserabgabe akzeptablen Rahmen gehalten wird.

Für das Wasserwerk Leipziger Straße wurden mit dem Transportmodell Untersuchungen im Sinne von Projektionen durchgeführt, die einen möglichen Einfluss des

Klimawandels auf den Salzwasserzutritt zu den Brunnen aufzeigen. Hintergrund ist der potenziell steigende Druckgradient, der sich zwischen prätertiären salzwasserspeisenden Horizonten und den von absinkenden Druckpotenzialen charakterisierten bewirtschafteten Grundwasserleitern ausbilden kann. Die Abbildung 6 zeigt Projektionen zu den Entwicklungen der Chloridkonzentrationen im Rohwasser der Fassung Werkgelände für zwei betrachtete Klimaszenarien.

Gut erkennbar ist, dass in Abhängigkeit vom jeweils betrachteten Klimaszenario ein Anstieg der Chloridkonzentrationen um 80-150 % gegenüber dem Referenzszenario möglich ist. Obwohl die absoluten Werte nur gering belastbar sind, zeigen sie doch eindeutig eine Relevanz des Problems auf. Die Abbildung 7 zeigt die Ausbildung des Salzwasserzutritts aus der Havelrinne zu den Brunnen des Wasserwerks Leipziger Straße anhand der Isokonzentrationsfläche 500 mg/l Chlorid im Jahr 2055 für das Referenzszenario und die Abbildung 8 für das mittlere Klimaszenario.

Die in aufbereitungsrelevanten Größenordnungen ansteigenden DOC-Gehalte im Rohwasser des Wasserwerks Rehbrücke können ihre Ursache sowohl in den hohen DOC-Gehalten des Uferfiltrat liefernden Wassers von Nuthe und Stöcker als auch im Tiefenwasseraufstieg oder in der DOC-Speisung aus den verbreitet anstehenden Niedermooren haben. Die Untersuchungen zeigen für unterschiedliche Brunnengruppen auch die Dominanz

unterschiedlicher Quellen. Letztlich wird der DOC-Anstieg im Rohwasser jedoch hauptsächlich durch den Uferfiltratanteil bestimmt. Allerdings war eine Analyse des Beitrags der Niedermoore und einer benachbarten Maßnahme zur Regenerierung des Niedermoors anhand der vorhandenen Daten kaum möglich.

Durch Modellierungen konnte mit Bahnlinienuntersuchungen die Herkunft der an Messstellen und Brunnen beobachteten DOC-Konzentrationen besser beurteilt werden. Ebenfalls durch Bahnlinienuntersuchungen, aber auch durch Anwendung von Transportmodellierungen zur Markierung des Uferfiltrats konnten Bewirtschaftungsempfehlungen gegeben werden, die zu einer Verringerung des DOC-Gehaltes im Rohwasser führen können. Berücksichtigung in diesen Empfehlungen findet neben den Fördermengenverteilungen auch der jahreszeitliche Gang des Wasserstandes in den Oberflächengewässern.

Über Bahnlinien- und Fließzeitberechnungen wurden für unterschiedliche strategische Bewirtschaftungsszenarien des Wasserwerks Rehbrücke die Fassungen ermittelt, die von einem Zustrom rieselfeldbürtigen Wassers betroffen sein können. Weiterhin wurden die Fließzeiten ausgehend von den Rieselfeldern zu diesen Fassungen abgeschätzt. Diese liegen im Bereich zwischen 50 und mehr als 200 Jahren mit einem Median der Fließzeiten von ca. 100 Jahren.

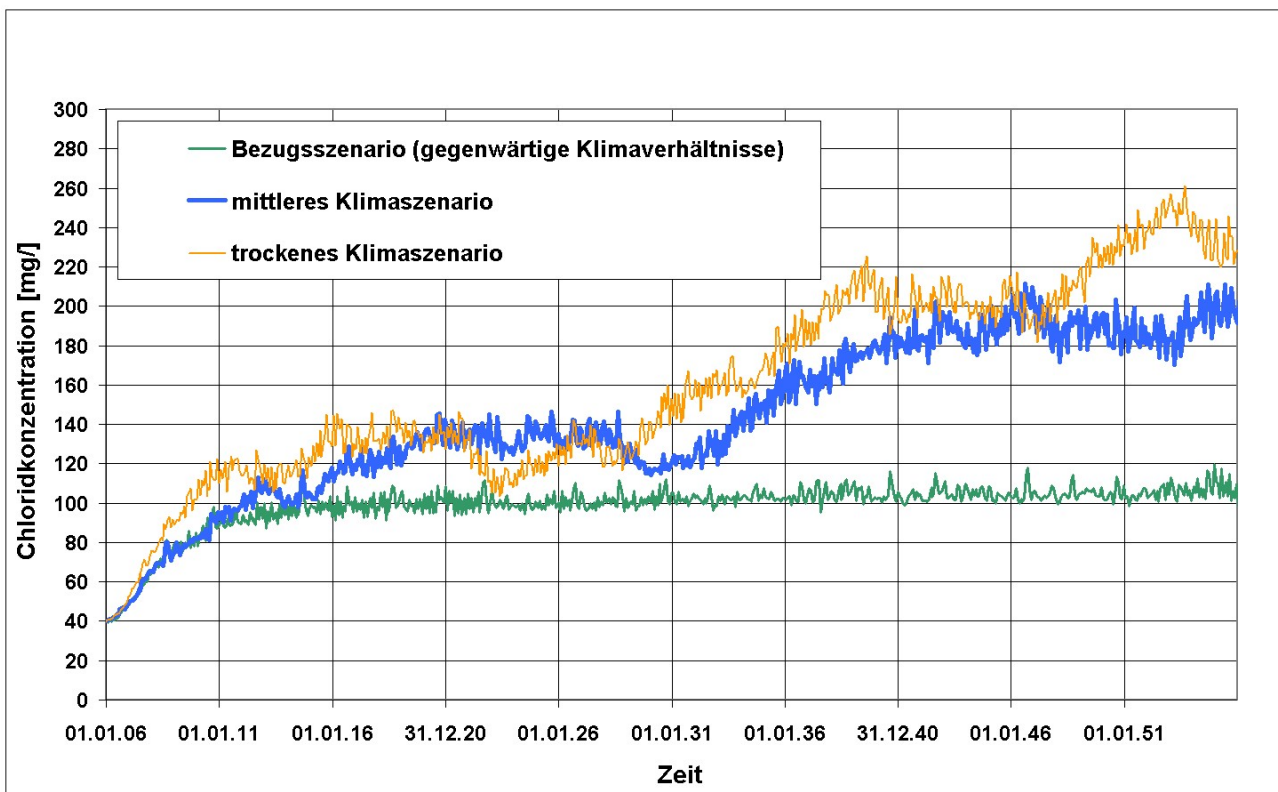


Abb. 6: Unter den Bedingungen des Klimawandels abgeschätzte mögliche Entwicklungen der Chloridkonzentrationen im Rohwasser der Fassung Werkgelände (Wasserwerk Leipziger Straße).

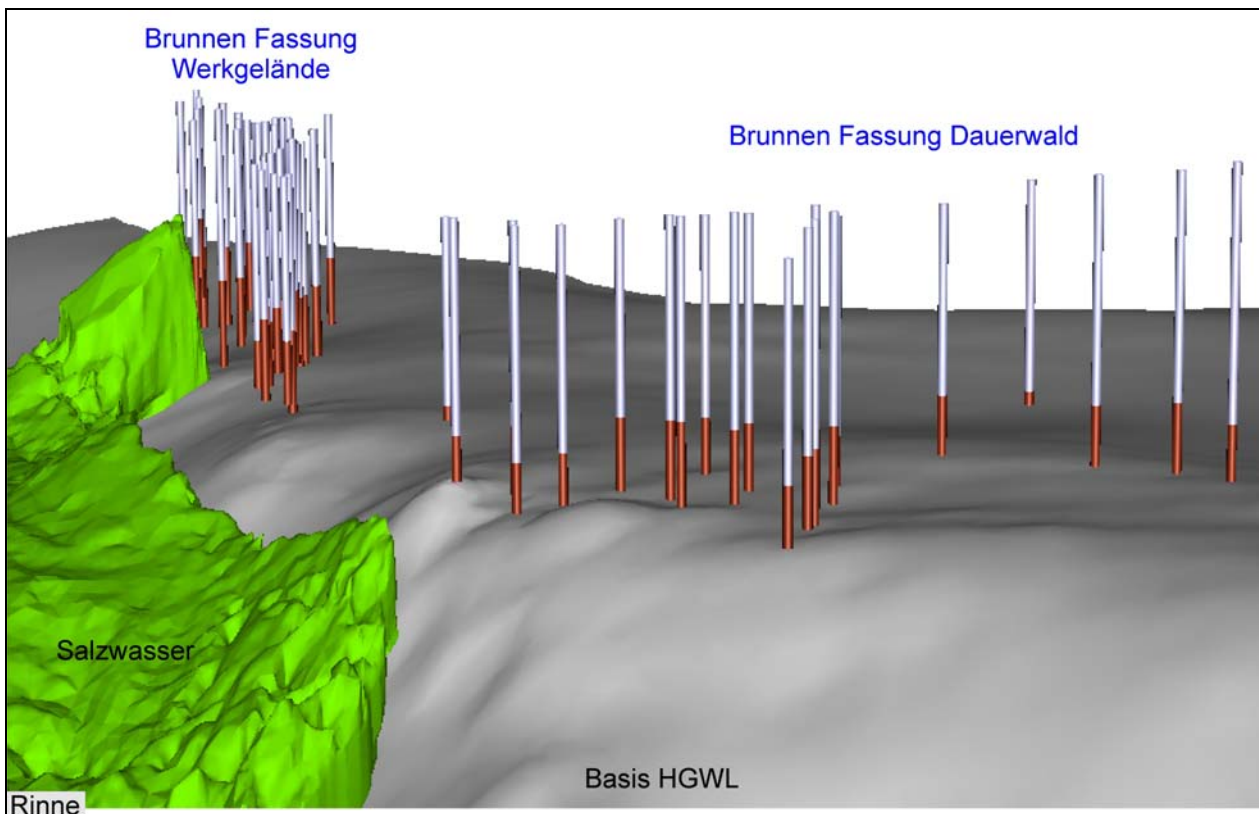


Abb. 7: 3D-Darstellung des Salzwasserzutritts zu den Brunnen im Jahr 2055 für das Referenzszenario.

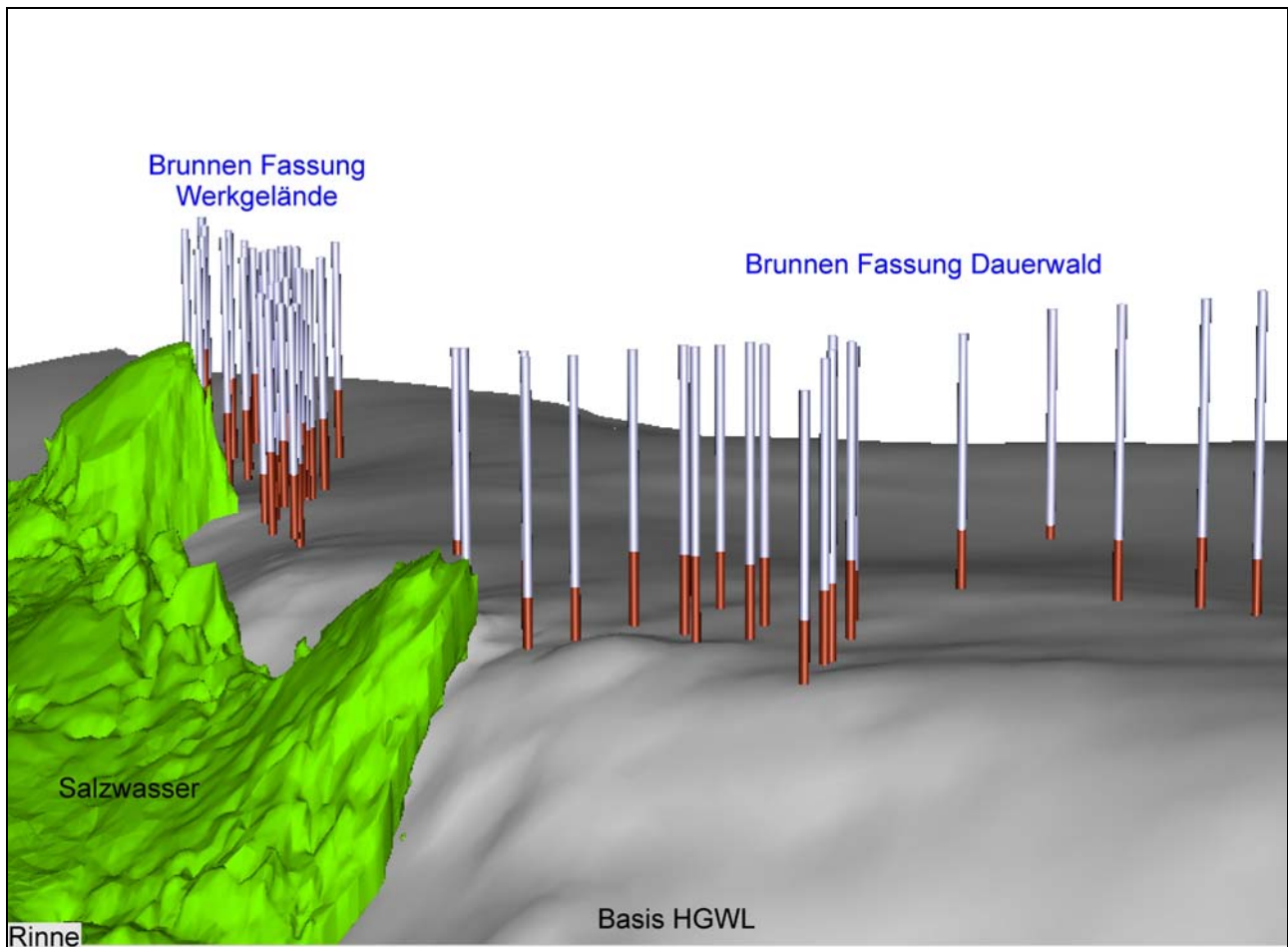


Abb. 8: 3D-Darstellung des Salzwasserzutritts zu den Brunnen im Jahr 2055 für das mittlere Klimaszenario.

5. Handlungsempfehlungen und Ausblick

Die wesentlichen Ergebnisse der Projekte bestehen in den durch diese Untersuchungen fundierten Handlungsempfehlungen für die EWP GmbH als Betreiberin der Wasserwerke.

Diese Empfehlungen wurden spezifisch für jedes Wasserwerk gegeben und beziehen sich zunächst auf die Verteilung der Rohwasserförderung auf einzelne Brunnengruppen. Hierdurch wird nachhaltig eine Begrenzung des Aufwandes für eine weiterhin naturnahe Aufbereitung und Sicherstellung der guten Trinkwasserqualität angestrebt.

An dieser Zielstellung orientieren sich auch die Empfehlungen zur weiteren Entwicklung des Grundwassermonitorings. Zum Mengenmonitoring wird insbesondere am Standort Rehbrücke empfohlen, neben einer erweiterten Überwachung der Oberflächenwasserstände auf die Sicherstellung einer angemessenen Überwachung der grundwasserseitigen Wirkungen von Renaturierungsmaßnahmen hinzuwirken.

Die Empfehlungen zum Beschaffenheitsmonitoring betreffen ausgehend von den beschriebenen Untersuchungen zu den Grundwasserströmungsverhältnissen im Wesentlichen das zur Überwachung der Salinitäts- und DOC-Entwicklung zu verwendende Messstellenensemble sowie die Häufigkeit der Beprobung dieser Messstellen.

Eine abschließende Empfehlung betrifft die Fortführung der Untersuchungen zu den möglichen Folgen des Klimawandels, wobei die Dynamik bei der Entwicklung der globalen und regionalen Klimamodelle zu berücksichtigen ist.

6. Literatur

- Gerstengarbe, F.-W., Badeck, F., Hattermann, F., Krysanova, V., Lahmer, W., Lasch, P., Stock, M., Suckow, F., Wechsung, F., Werner, P.C., 2003. Studie zur klimatischen Entwicklung im Land Brandenburg bis 2055 und deren Auswirkungen auf den Wasserhaushalt, die Forst- und Landwirtschaft sowie die Ableitung erster Perspektiven. PIK Report 83. Potsdam-Institut für Klimafolgenforschung, Potsdam.
- Diersch, H.-J., 2009. WASY Software Feflow® 5.4 User's Manual. DHI-WASY GmbH, Berlin.
- Monninkhoff, B., 2001. WASY Software ArcSIWA® 1.1 Benutzerhandbuch. WASY GmbH, Berlin.
- Nilfert, P., Schäfer, D., Zühlke, K., 2008. Auswirkungen der regionalen Klimaentwicklung auf die Wasserversorgung am Beispiel Wasserwerk Potsdam Leipziger Straße. GWF – Wasser/Abwasser 149, 948-955.
- Pfützner, B., 2009. ArcEGMO – Das hydrologische Modellierungssystem. <http://www.arcegmo.de/>. Zugriff: 29.06.2010.
- Lahmer, W., 2005. Bereitstellung von Klimazeitreihen zur Untersuchung der Grundwasser- und Salzwasserproblematik im Einzugsbereich des Wasserwerkes Potsdam – Leipziger Straße. Unveröffentlichte Unterlagen, BRUECKE-Potsdam GbR im Auftrag der GCI GmbH. Potsdam.