

Instationäre Varianten

Um die wasserhaushaltlichen Auswirkungen innerjähriger Spitzenförderungen bewerten zu können wurden zwei instationäre Variantenrechnungen auf der Grundlage von durchschnittlichen Monatsfördermengen durchgeführt. Dafür wurden jeweils die Jahresgänge auf Grundlage der in Szenario 2 (Nutzbar) und Szenario 3 (Soll 2010) vorgegebenen Jahresfördermengen gerechnet. Für beide Szenarien kamen die ansonsten unveränderten kalibrierten Mittelwerte der Modellrandbedingungen zum Einsatz. Die prozentuale Verteilung der monatlichen Grundwasserentnahmemengen der einzelnen Brunnengalerien wurde aus den Mittelwerten der vergangenen zehn Jahre errechnet (Monate ohne Förderung wurden dabei nicht berücksichtigt!). Die Mittelwerte der berücksichtigten Jahre, die daraus resultierenden Prozentanteile an der Jahresförderung und die abgeleiteten monatlichen Fördermengen für diese Varianten sind in Anlage C zusammengestellt.

Im Ergebnis wurden durchschnittliche innerjährliche Schwankungen von maximal 70 cm im Einzug des WW Wuhlheide und 30 cm im Bereich der Nordgalerien des WW Friedrichshagen simuliert. Im Vergleich zu den Differenzen zwischen den Szenarien 1-3 erscheinen die Schwankungen gering. Aber da hier die Mittelwerte über zehn Jahre genutzt wurden, sind Extreme nicht mehr sichtbar. Im Vergleich zum Jahresgang Mai 1996 (s. Abb. 4.6-03) wird aber deutlich, daß die o.g. Zahlen als Mindestschwankungen angesehen werden können, die ausschließlich durch jahreszeitlich bedingte Änderungen der Fördermenge begründet sind.

5.2 Hydrologisch begründete Szenarien

Die wasserwirtschaftlich begründeten Szenarien basieren auf Änderungen der Fördermengen und der Entnahmestandorte. Es konnte gezeigt werden, wie dadurch die GW-Dynamik beeinflusst wird und im gewissen Rahmen auch gesteuert werden kann.

Dagegen basieren die hydrologisch begründeten Szenarien auf Veränderungen der GW-Neubildung, die als natürliche Größe im Wasserhaushalt den steuernden Faktor für den GW-Haushalt darstellt. Die so verursachten Auswirkungen auf die GW-Dynamik lassen sich durch menschliche Aktivitäten nur in geringem Umfang steuern. Daher ist deren Kenntnis für ein modernes wasserwirtschaftliches Management unbedingt erforderlich.

Änderungen in der Höhe der GW-Neubildung sind das Resultat der Änderung einer Vielzahl klimatischer Faktoren - hauptsächlich von Niederschlag und Temperatur. Die Sensitivität der GW-Neubildung gegenüber diesen Faktoren konnten SUCKOW et al. (2002) bereits mit Modellrechnungen belegen. Nach LAHMER (2002A) ist die GW-Neubildung neben dem Gesamtabfluß die gegenüber Klimaänderungen empfindlichste Wasserhaushaltskomponente im Land Berlin/Brandenburg.

Die möglichen Veränderungen der GW-Neubildung durch Klimaänderungen wurden für das Land Brandenburg durch Szenarienrechnungen mit Wasserhaushaltsmodellen abgeschätzt. Diese Simulationen sind in globale und regionale Klimaänderungstrends eingebettet, die im folgenden kurz vorgestellt werden. Eine Abschätzung der zu erwartenden globalen Klimaentwicklung im 21. Jahrhundert erfolgte 2001 im Third Assessment Report des Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC 2001). Die Bandbreite der zu erwartenden mittleren globalen Temperaturerhöhung ist in Abbildung 5.0-07 dargestellt. Sie beruht zum einen auf der

Verwendung unterschiedlicher Emissionsszenarien zum anderen auf der Unsicherheit der eingesetzten Klimamodelle. So ist in den nächsten 100 Jahren mit einem Anstieg der mittleren globalen Lufttemperatur von 1,4 bis 5,8°C, der Wasserdampfkonzentration und der Niederschläge zu rechnen. Gleichzeitig wird darauf hingewiesen, daß sich diese Erhöhung regional aber sehr unterschiedlich ausprägen wird und gleichzeitig zunehmende jährliche Schwankungen aufweist.

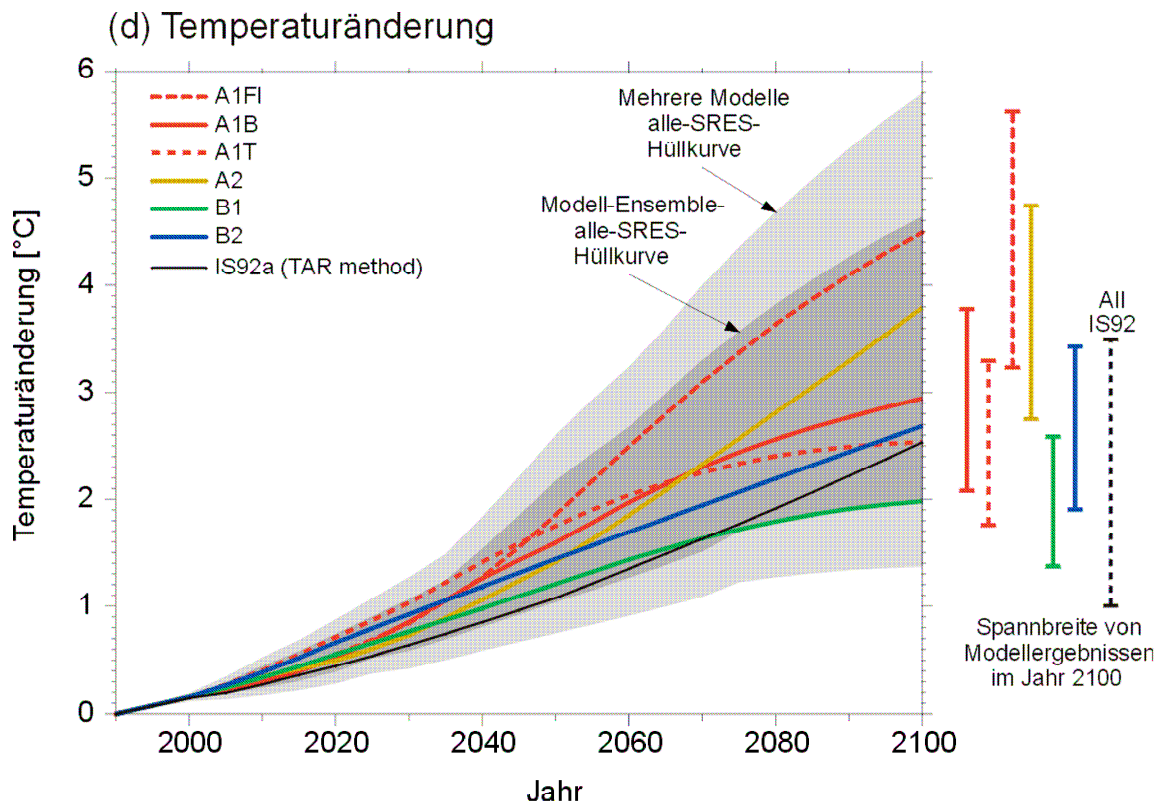


Abbildung 5.0-07: Bandbreite der möglichen mittleren globalen Temperaturänderungen im 21. Jahrhundert. Quelle: GERSTENGARBE *et al.* (2003) S.13

Basierend auf den globalen Trends werden am Potsdam-Institut für Klimaforschung (PIK) für die Region Berlin/Brandenburg Szenarien möglicher Klimaänderungen entwickelt und deren Auswirkungen auf den Wasserhaushalt untersucht. In Abhängigkeit vom Ansatz der regionalen Klimaänderungsmodelle erhält man unterschiedliche und zum Teil vom Trend her gegensätzliche Ergebnisse.

Ein mögliches, aber das wahrscheinlichste Zukunftsszenario für Brandenburg (LAHMER *et al.* 2001A & B, 2003A UND 2003B) beruht auf einem vorgegebenen Temperaturtrend von ca. +1,4K für den Zeitraum 2001-2055. Dieser Trend wurde aus Ergebnisdaten des Klimamodellaufs ECHAM4-OPYC3 des MPI für Meteorologie Hamburg bestimmt (DKRZ 2001), dem wiederum das A1B-CO₂-Emissionsszenarium (IPCC 2001 und Abb. 5.0-07) zugrunde liegt. Der zukünftige Zeitraum wird mit der Trendentwicklung eines Referenzszenarios für den Zeitraum 1951-2000 verglichen. Für die Modellierung aller maßgeblichen Prozesse des Landschaftswasserhaushaltes wurde das hydrologische Modellierungssystem ArcEGMO (PFÜTZNER 2002, BECKER *et al.* 2002) eingesetzt. Ein für die vorliegende Arbeit wesentliches Modellergebnis ist die simulierte Abnahme der Sickerwasserbildung durch abnehmende Niederschläge und zunehmende Verdunstungsverluste aufgrund der gleichzeitig zunehmenden Temperaturen. Anhand der in

Abbildung 5.0-08 dargestellten Differenzkarte wird verdeutlicht, daß die Grundwasserneubildung im langjährigen Mittel gegenüber dem Ist-Zustand um etwa 57 % sinkt. Da nach LAHMER (2002A) „das den vorliegenden Untersuchungen zu Grunde gelegte +1,4K Klimaänderungsszenarium als relativ "konservativ" einzustufen ist, könnten die zu erwartenden Veränderungen im hydrologischen Regime durchaus noch ungünstiger ausfallen“.

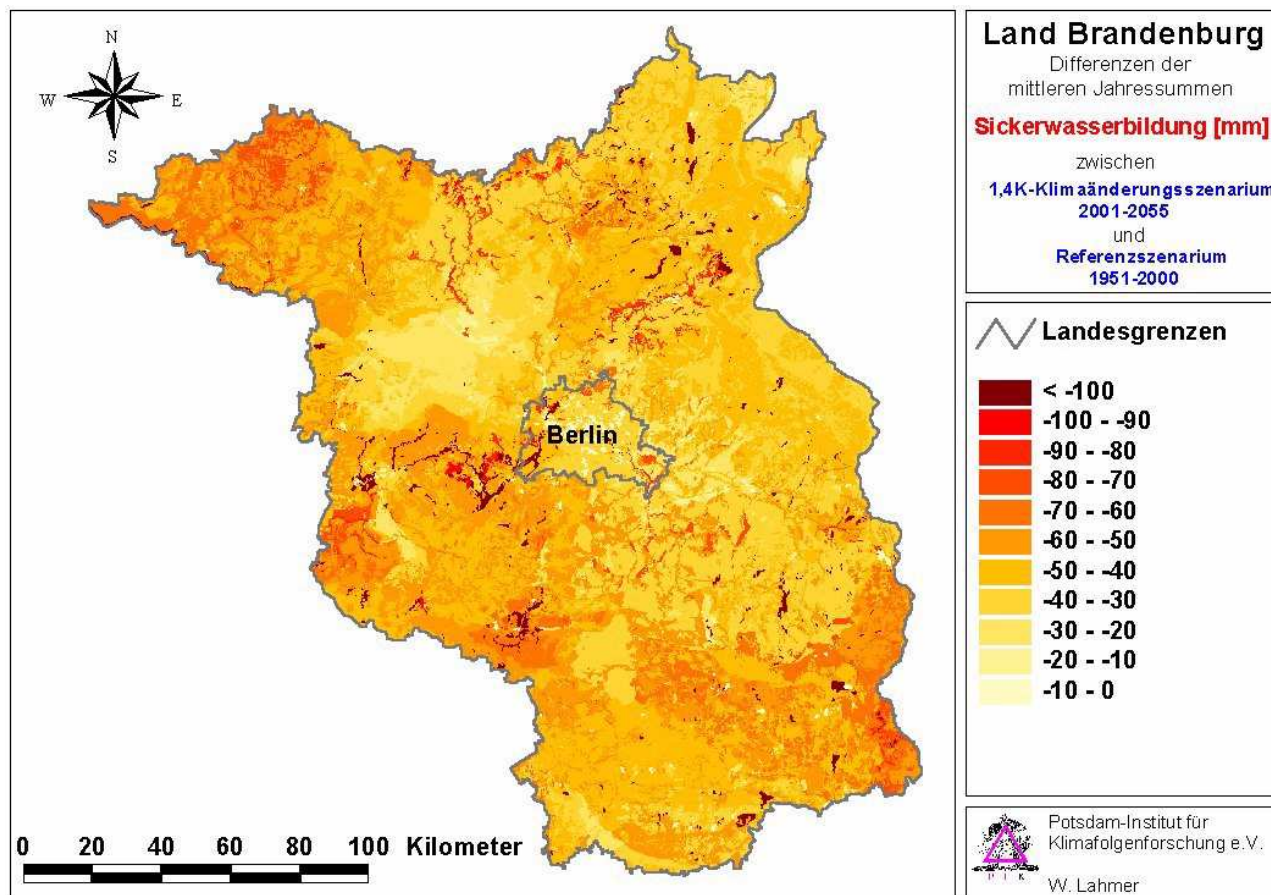


Abbildung 5.0-08: Differenzen der mittleren Jahressummen der Sickerwasserbildung zwischen dem Klimaszenario und dem „Ist-Zustand“. Die stärkste Abnahme betrifft die Flächen, auf denen die Verdunstung unter der angenommenen Klimaänderung erheblich ansteigt. Quelle: LAHMER (2002A)

Zu ähnlichen Ergebnissen kommen Simulationen mit dem Modell SWIM (Soil and Water Integrated Model, KRYSANOVA et al., 1998), die in GERSTENGARBE et al. (2003) beschrieben werden. Für den Zeitraum 2040-2050 wird im Vergleich zu Zeitraum 1980-1990 eine Abnahme der GW-Neubildung bis zu 42% simuliert, die sich besonders in den Wintermonaten auswirkt (Abb. 5.0-09). SUCKOW et al. (2002) berechneten mögliche Auswirkungen von Klimaänderungen auf den Wasserhaushalt und die Produktivität von Waldbeständen in Brandenburg (Modell FORSKA-M und Modell 4C). Allerdings wurden Klimaänderungsszenarien zugrunde gelegt, die nicht nur den wahrscheinlichsten Fall einer Temperaturerhöhung von +1,5K berücksichtigen. Zusätzlich wurden auch die Klimaänderungsszenarien nach WERNER & GERSTENGARBE (1997) mit Temperaturerhöhung um +3,0K bzw. Temperaturverringerung von -1,5K und -3,0K für den Zeitraum 1991-2030 einbezogen. Sie wurden mit dem Basisszenario für den Zeitraum 1951-1990 verglichen. So decken nach WERNER & GERSTENGARBE (1997) die verwendeten Szenarien ein breites Spektrum möglicher Klimaänderungen ab, „da es große Unsicherheiten über die regionale Ausprägung des zukünftigen Klimas, insbesondere den Niederschlag betreffend, gibt“. Die Abkühlungsszenarien basieren auf der Annahme, daß eine globale Klimaerwärmung zu einem

Abbruch des Nordatlantikstroms führen kann und dies eine Abkühlung in Nordwesteuropa zur Folge hat (RAHMSTORF & GANOPOLSKI, 1999 und WOOD at al, 2003). Die Temperaturänderungen sind mit Niederschlagsänderungen verbunden, die sich räumlich unterschiedlich stark ausprägen. Die Erwärmungsszenarien führen zu Niederschlagsrückgängen in Brandenburg, während die Abkühlungsszenarien mit einem Anstieg des Niederschlags verbunden sind.

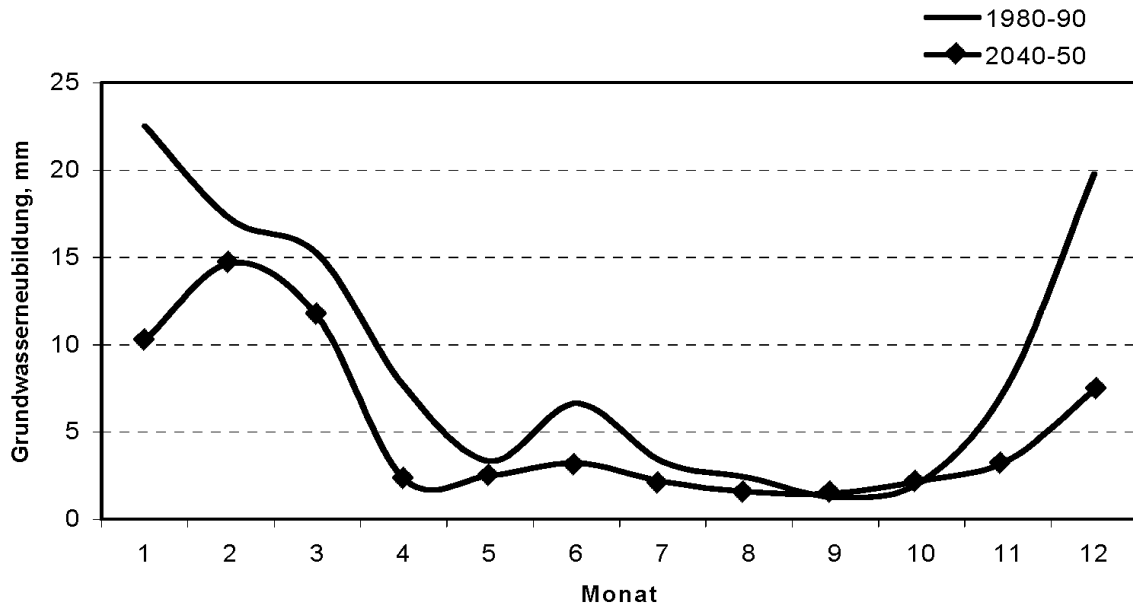


Abbildung 5.0-09: Die simulierten hydrologischen Folgen von Referenzklima (1980—1990) und Klimaszenarium (2040-2050). Quelle: GERSTENGARBE et al. (2003) S.68

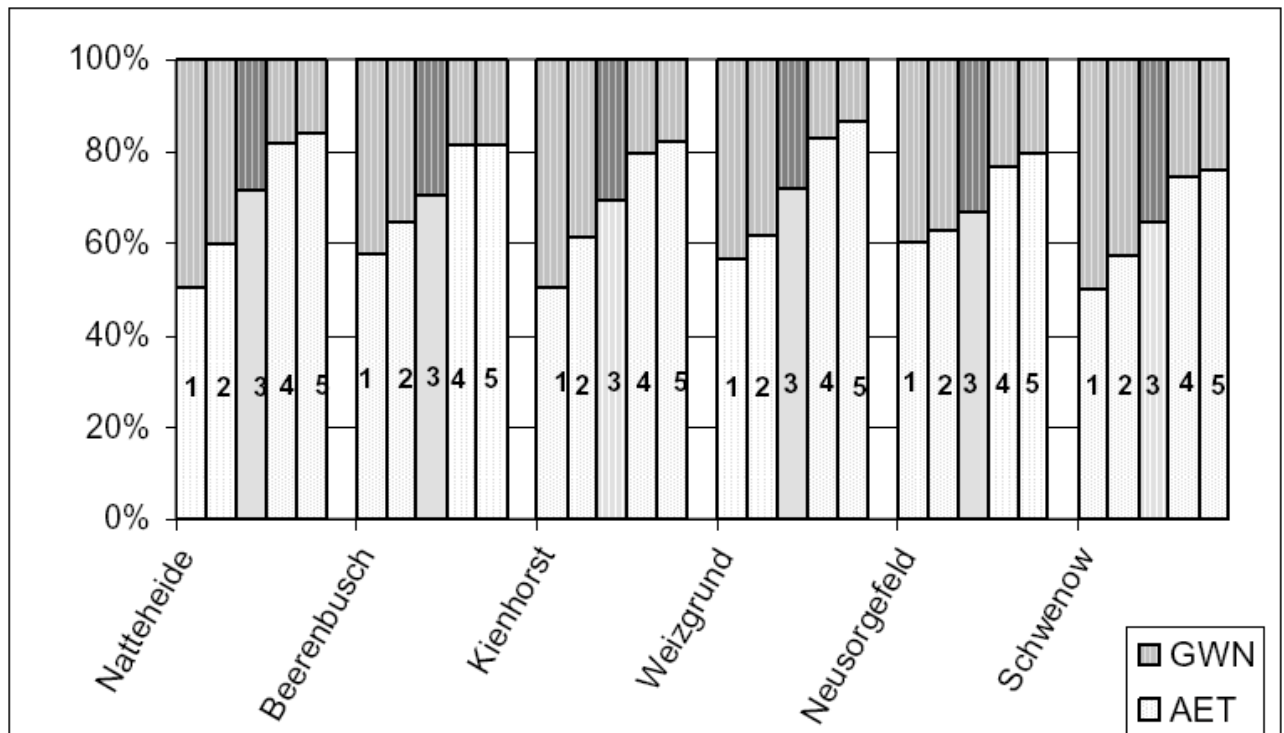


Abbildung 5.0-10: Prozentuale Anteile der aktuellen Evapotranspiration (AET) und Grundwasserneubildung (GWN) am Gesamtwasserhaushalt an sechs Standorten in Brandenburg (40-jähriges Mittel), Simulationen mit fünf Klimaszenarien (1: -3,0K, 2: -1,5K, 3: Basisszenario, 4: +1,5K, 5: +3,0K).

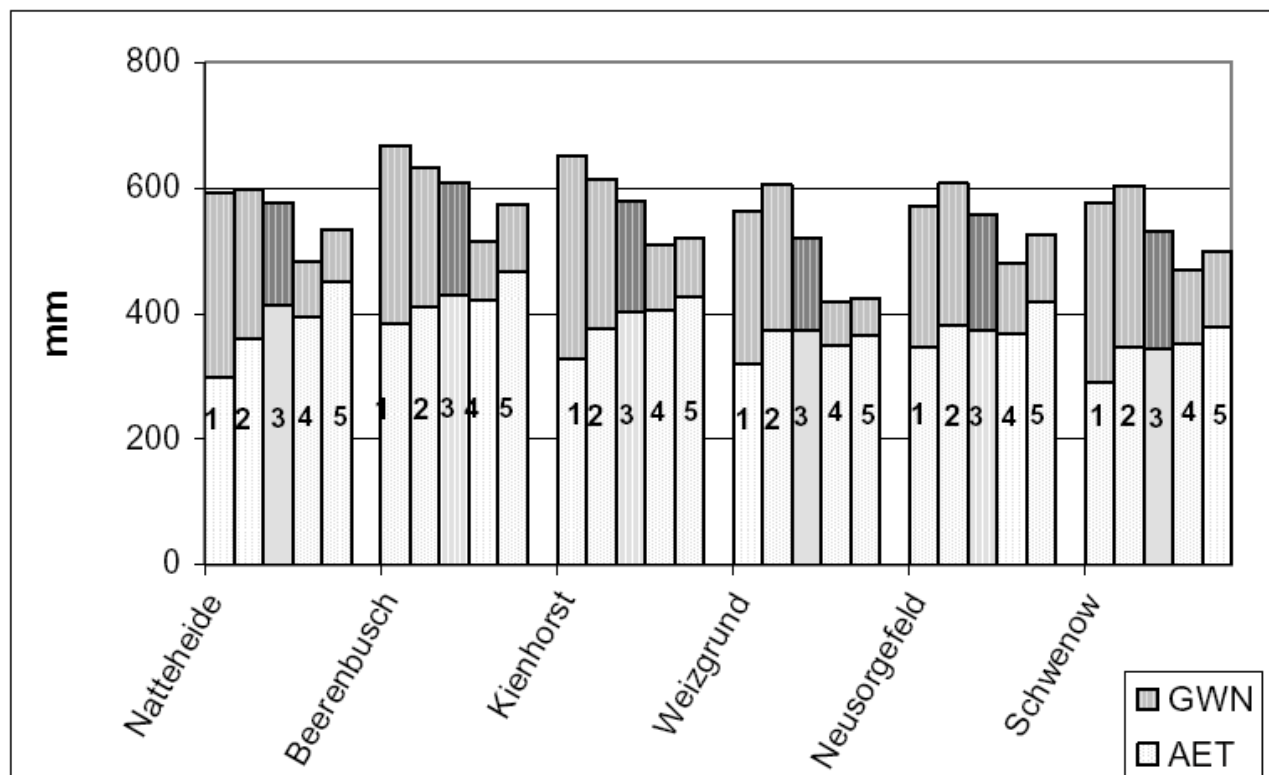


Abbildung 5.0-11: Aktuelle Evapotranspiration (AET) und Grundwasserneubildung (GWN) an sechs Standorten in Brandenburg (40-jähriges Mittel), Simulationen mit fünf Klimaszenarien (1: -3,0K, 2: -1,5K, 3: Basisszenario, 4: +1,5K, 5: +3,0K)

Die Abbildungen 5.0-10 und 5.0-11 zeigen im Ergebnis der Simulation mit den fünf Klimaszenarien die aktuelle Evapotranspiration (AET) und Grundwasserneubildung (GWN) an sechs Standorten in Brandenburg. In Abhängigkeit vom Standort und vom verwendeten Szenario ergeben sich Neubildungswerte mit dem ca. 0,5-fachen bis ca. 1,5- bis 2-fachen Wert des Basisszenarios. Zusammenfassend weisen SUCKOW et al. (2002) darauf hin: „In dem durch die Klimaszenarien abgedeckten Bereich reicht der Niederschlag offensichtlich aus, um das jetzige Niveau der Evapotranspiration zu sichern. Bei einem weiteren Rückgang der Niederschläge, verbunden mit einer Temperaturerhöhung, ist jedoch zu erwarten, daß auch die aktuelle Evapotranspiration davon beeinflusst wird. Die Grundwasserneubildung wird in diesem Fall nahezu eingestellt werden.“

Der mit Wasserhaushaltsmodellen basierend auf regionalen Klimaänderungsmodellen errechnete Anteil der GW-Neubildung am Gesamtwasserhaushalt liegt somit auf einer Bandbreite von „nahezu eingestellt“ bis zum ca. 1,5- bis 2-fachen, verglichen mit dem verwendeten Referenzszenario. Auf diesen Ergebnissen basiert die Simulation der in diesem Kapitel vorliegenden hydrologisch begründeten Szenarien der GW-Strömungsdynamik. Um im Modell ausschließlich die Wirkung veränderter GW-Neubildung zu erfassen werden bei allen hydrologisch begründeten Szenarien die in Szenario 3 verwendeten Fördermengen und die bei der Validierung festgelegten Randbedingungen zugrunde gelegt. Das Modellgebiet umfaßt nur Teile der betrachteten Einzugsgebiete. Der Einfluß der GW-Neubildung wird daher auf zwei Wegen im Modell realisiert. Die zeitlich verzögerten Auswirkungen wechselnder Höhen der GW-Neubildung im Einzugsgebiet außerhalb des Modellgebietes wird durch Variationen in der

Höhe des Randzustromes abgebildet. Innerhalb des Modellgebietes wirkt die GW-Neubildung auf die GW-Oberfläche und wird über einen Quellterm realisiert. Um die Auswirkungen getrennt voneinander und auch gekoppelt zu untersuchen wurden drei Gruppen von Szenarien ausgegrenzt und als stationärer Zustand simuliert. Die Simulationsergebnisse werden dann anhand der Abbildungen 5.0-12 bis 5.0-14 und der Bilanzen (Tab. 5.0-03) diskutiert.

Gruppe A - Szenarien 7 und 8 - Variationen im Randzustrom

Die Wirkung der Neubildung auf die GW-Stände in den Teilen der Einzugsgebiete außerhalb des Modells macht sich durch unterschiedliche Höhen im Anstrom auf das Modellgebiet bemerkbar und wird daher durch Veränderung der Höhe im Randzustrom (RB 1. Art) an der Nord- bzw. Südwestgrenze simuliert. Diesen Szenarien liegen die an GW-Meßstellen beobachteten Schwankungsbreiten im Zustrom über einen Zeitraum von 15 Jahren zugrunde. Beispielhaft ist die Ganglinie der Referenzmeßstelle GWBR Fh 32_75OP in Anlage A dargestellt. Die mittlere Höhe im Zustrom für den Zeitraum 1985-1999 betrug 37 mNN (s. Kap. 4.5 Kalibrieren). Der Betrag der registrierten Abweichungen erreichte maximal 100 cm. Dieser Betrag von 36 bzw. 38 mNN im Zustrom wurde als beobachtete „natürliche“ Schwankung simuliert, aber hier nicht diskutiert (ohne Abbildung).

Dagegen wurde als Szenario angenommen, daß sich der Trend einer Abweichung vom Mittelwert im Randzustrom in die jeweilige Richtung verstärkt, wenn die o.g. klimatisch bedingten Änderungen auf die Höhe der GW-Neubildung wirken. Für diesen Fall kam als „extreme“ Abweichung vom Mittelwert der Betrag von 200 cm zur Anwendung. **Szenario 7** simuliert den Fall einer stark verringerten GW-Neubildung durch Festlegung einer Höhe von 35 mNN im Randzustrom. **Szenario 8** verwendet für den Fall einer verstärkten GW-Neubildung eine Höhe von 39 mNN. Beide Fälle könnten als möglicher „worst case“ eintreten, da die Klimaentwicklung nicht vorhersehbar ist.

Gruppe B - Szenarien 9 und 10 - Variation der Grundwasserneubildung im Modellgebiet

Innerhalb des Modellgebietes wurde die Wirkung der GW-Neubildung auf die GW-Oberfläche (Quellterm) nach der mittleren langjährigen Verteilung definiert, wie sie in Abbildung 4.4-04 dargestellt ist. **Szenario 9** beschreibt als Extremfall die Auswirkungen fehlender GW-Neubildung über einen längeren Zeitraum. Aufgrund der Klimaprognosen (SUCKOW et al. 2002 UND LAHMER 2002A) für den Raum Berlin/Brandenburg sollte dieser Fall in Betracht gezogen werden. **Szenario 10** verdeutlicht die Auswirkungen erhöhter GW-Neubildung. Dafür kamen die Daten der Mittelwerte (s. Kap. 4.5 Kalibrieren) multipliziert mit dem Faktor 1,5 zur Anwendung.

Es ist zu beachten, daß die Werte der GW-Neubildung in FEFLOW über ein 4 km^2 -Raster über die Fläche interpoliert werden. Die Ausgangsverteilung im kalibrierten Modell (langjährige Mittelwerte = Faktor 1) ergibt in der Gesamtbilanz $101285 \text{ m}^3/\text{d}$. Werden die Werte mit dem Faktor 0,5 multipliziert und über das Raster interpoliert, ergibt die Massenbilanz $61395 \text{ m}^3/\text{d}$ und somit effektiv das 0,6-fache der Ausgangsverteilung. Bei Einsatz des Faktors 1,5 ergibt die Gesamtbilanz $182507 \text{ m}^3/\text{d}$. Dies ist das 1,8-fache der Ausgangsverteilung im Modell. Diese Unterschiede müssen bei der Bewertung der Szenarien Beachtung finden.

Gruppe C - Szenarien 11 und 12 - Kopplung der Einflüsse aus Gruppe A und B

In der dritten Gruppe werden Verringerungen bzw. Erhöhungen der GW-Neubildung im Modellgebiet mit dem Absinken bzw. Ansteigen der Höhe des Randzustromes gekoppelt. Durch diese Kopplung werden die Auswirkungen von längeren Zeiträumen mit hoher bzw. geringer GW-Neubildung im gesamten Einzugsgebiet simuliert. Diese Kopplung wird durch die in Anlage A dargestellten Zeitreihen ersichtlich. Dort sind die monatlichen Niederschlagssummen der Wetterstation Schöneiche gegen die Ganglinie an der Referenzmeßstelle aufgetragen. Die registrierten GW-Hoch/Tief-Ereignisse korrelierten wenig zeitversetzt mit den Niederschlagsereignissen, gemessen an der Wetterstation. Längere Perioden mit Monatsniederschlägen über dem langjährigen Mittel führten zu einem GW-Hoch und umgekehrt zu einem GW-Tief im Anstrom. Dieser Zusammenhang wird für die Kopplung von GW-Neubildung im Modellgebiet mit dem Randzustrom genutzt. Das *Szenario 11* mit verringerter GW-Neubildung leitet sich vom Klimaszenario mit moderat steigender Temperatur ab. Es beschreibt die Auswirkungen 0,5-facher GW-Neubildung im Modellgebiet gekoppelt mit dem auf 35 mNN verringerten Randzustrom. Das Klimaszenario mit sinkenden Temperaturen ist Grundlage für die Simulation erhöhter GW-Neubildung in *Szenario 12*. Es beschreibt die Auswirkungen 1,5-facher GW-Neubildung im Modellgebiet gekoppelt mit dem auf 39 mNN erhöhten Randzustrom.

Diskussion GRUPPE A (Szenarien 7 und 8)

In Abbildung 5.0-12 werden die Auswirkungen der angenommenen Extreme der Szenarien zur Gruppe A dargestellt. Die Abbildung 5.0-12A/B (Szenario 7) verdeutlicht ein extremes GW-Tief, die Abbildung 5.0-12C/D (Szenario 8) ein extremes GW-Hoch im Anstrom auf das Modellgebiet.

Im Vergleich der Gesamtbilanz beider Szenarien sind die Auswirkungen nicht so gravierend, wie die maximale Wasserspiegeldifferenz beider Szenarien von 400 cm am Modellrand (Abb. 5.0-12E) erwarten ließ. Die Anteile der Uferfiltration sowie im Randzustrom unterscheiden sich nur um ca. 10% und die Gesamtfläche der Einzugsgebiete bleibt nahezu konstant (Tab. 5.0-03). Der Modellgrundwasserleiter reagiert symmetrisch hinsichtlich der Änderungen in positiver (Szenario 8) bzw. negativer (Szenario 7) Richtung. Die Auswirkungen beschränken sich auf die Randbereiche und liegen im Umkreis der wichtigen Brunnengalerien (WW WUH, JOH, FDH Gal. A-D) nur noch bei ca. 100 cm. Für die Brunnengalerien mit Lage in Gewässernähe und Beeinflussung durch den Randzustrom folgt, daß mit steigender Höhe im Randzustrom der Anteil an Uferfiltraten sinkt (WW WUH, FDH Gal. B-E,I). Dabei wird für das WW Johannisthal eine Ausnahme simuliert. Der Anteil der Uferfiltration scheint von der Entnahme durch das WW Wuhlheide abhängig zu sein. Bei erhöhtem landseitigen Anstrom reduziert sich dessen Uferfiltratanteil auf nahezu Null. Diese Anteile können dann durch das WW Johannisthal mitgenutzt werden, wodurch dessen Uferfiltratanteil bei erhöhtem landseitigen Anstrom steigt (Tab. 5.0-03). Dagegen bleiben die Galerien in „Insellage“ ohne Auswirkungen durch veränderten Randzustrom (Galerien F-H, K-M).

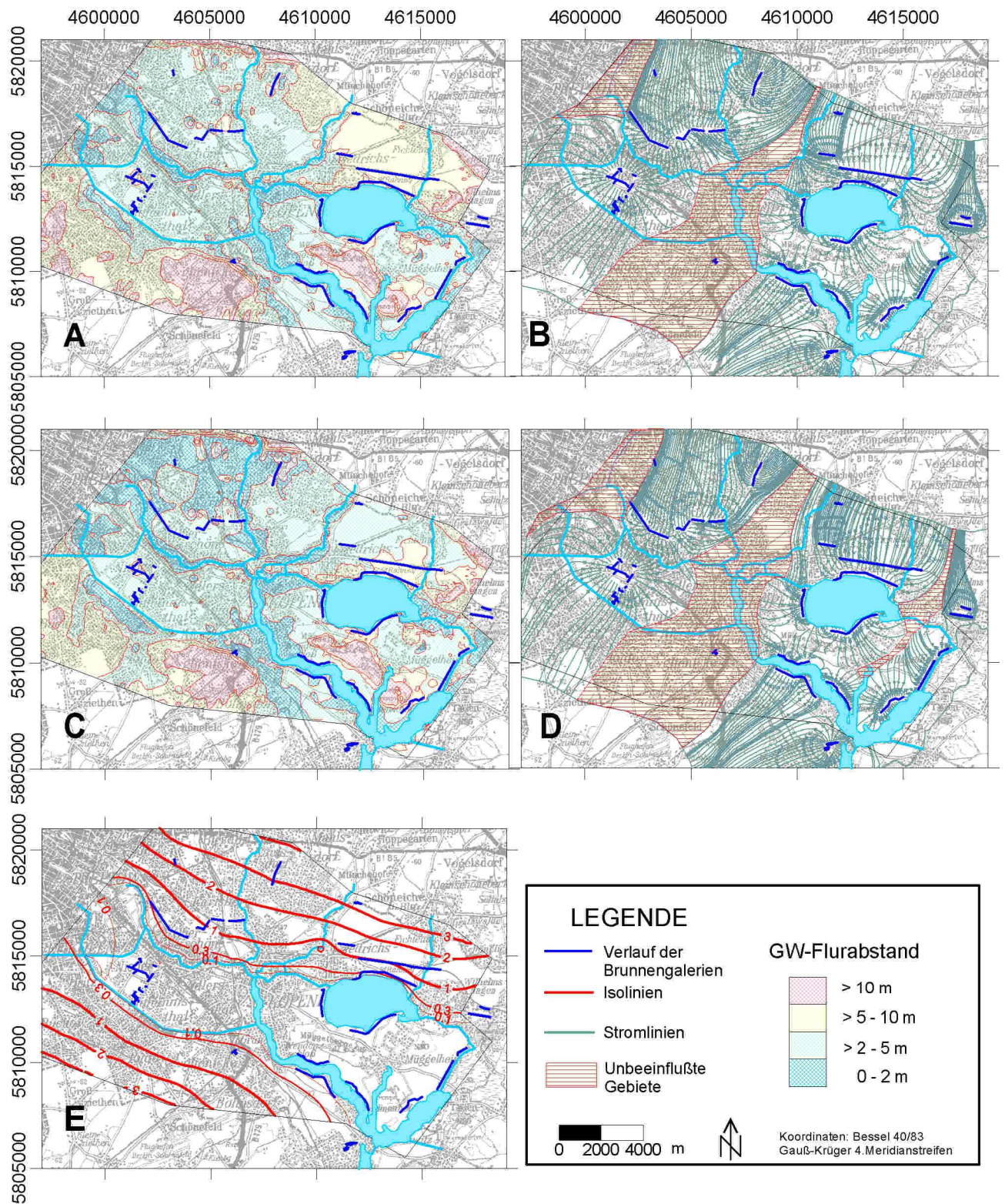


Abbildung 5.0-12: **Szenarien 7 & 8:** Auswirkungen auf die GW-Flurabstände und die GW-Isophypsen durch veränderte Höhe des Randzustromes, bei gleicher Fördermenge und Höhe der GW-Neubildung (s. Tab 5.0-03).

A/B: Szenario 7 (Modellauf Nr.: 813) – Simulation des extrem niedrigen Randzustromes von 35 mNN.

C/D: Szenario 8 (Modellauf Nr.: 816) – Simulation des extrem hohen Randzustromes von 39 mNN.

E: Differenz der Wasserstände Szenario 8 minus Szenario 7 (Wasserstände Abb. 5.0-12C minus 5.0-12A)

Diskussion GRUPPE B (Szenarien 9 und 10)

Ganz andere Ergebnisse erbringt die Simulation der angenommenen Extreme der Szenarien zur Gruppe B. Abbildung 5.0-13A/B (Szenario 9) verdeutlicht die Auswirkungen fehlender GW-Neubildung, Abbildung 5.0-13C/D (Szenario 10) die der erhöhten Neubildung im Modellgebiet. Im Vergleich dieser beiden Szenarien wird ersichtlich, daß die GW-Dynamik auf Veränderungen der GW-Neubildung sehr sensibel und überraschend deutlich reagiert. Die Differenz der GW-Stände zwischen diesen Zuständen beträgt maximal 250 cm und entlang der o.g. wichtigen Brunnengalerien ca. 50-100 cm. Die Gesamtbilanz wird erheblich beeinflusst. Während sich der Anteil der GW-Neubildung im Vergleich von Szenario 9 & 10 von 0 auf ca. 50% erhöht, halbiert sich der Uferfiltratanteil nahezu und die genutzte Fläche aller Einzugsgebiete geht auf ca. 65% zurück. Besonders stark reagieren die Galerien zwischen Spree und Dahme („Insellage“). Ohne GW-Neubildung werden sie nun ausschließlich durch Uferfiltration gespeist (Tab. 5.0-03). Damit sind die Auswirkungen fehlender GW-Neubildung tendenziell mit denen starker Förderung (Szenario 1) vergleichbar. Für das Szenario 9 wird im Vergleich aller Szenarien die flächenmäßig größte Ausdehnung der Einzugsgebiete (217,4 km²) simuliert. Diese Ausdehnung wird nur noch durch extrem hohe Förderung in Szenario 1 erreicht, wobei allerdings die 2,5-fache Fördermenge nötig ist! Die prozentualen Anteile der Uferfiltration liegen mit ca. 60% ähnlich hoch. Besonders hervorzuheben ist die Tatsache, daß ohne Änderung der Fördermenge die Fläche der Einzugsgebiete stark variiert und es bei fehlender GW-Neubildung zur Auslastung des gesamten GWL im Modellgebiet kommen kann (Abb. 5.0-13B). Dies sollte daher bei der Festlegung von Schutzzonen verstärkt Beachtung finden.

Diskussion GRUPPE C (Szenarien 11 und 12)

Durch die Kopplung der Einflußfaktoren der Gruppen A und B werden Auswirkungen langfristiger Trockenheit als Szenario 11 (Abb. 5.0-14A/B) bzw. Feuchte als Szenario 12 (Abb. 5.0-14C/D) im gesamten Einzugsgebiet der Wasserwerke simuliert. Allerdings wird als „Trockenheit“ die Kopplung von 0,5-facher GW-Neubildung (nicht Null, wie in Gruppe B) mit einer Höhe im Randzustrom von 35 mNN simuliert. Im Modellgebiet überlagern sich die Wirkungen der einzelnen Faktoren und es kommt erwartungsgemäß zu verstärkten Auswirkungen auf die Teileinzugsgebiete und die Gesamtbilanz. In der Differenz der Wasserstände von Trockenheit und Feuchte (Abb. 5.0-14E) finden sich die maximalen Unterschiede mit 400 cm wieder in den Randbereichen durch die Festlegungen im Randzustrom. Allerdings tritt entlang der (o.g.) wichtigen Brunnengalerien bereits ein Verstärkungseffekt gegenüber den Szenarien der Gruppen A & B, mit Unterschieden von bis zu 200 cm, auf. Trotz der GW-Entnahmen im gesamten Modellgebiet weisen bei der Feuchte-Simulation weite Gebiete im Urstromtal Flurabstände von weniger als 2,0 m auf (Abb. 5.0-14C). Im Vergleich zur Differenz innerhalb der Gruppe B zeigen die Uferfiltrat- und Flächenanteile bei gleicher Tendenz etwas abgeschwächte Reaktionen (Tab. 5.0-03). Im Szenario 11 wird durch die Kopplung von extrem niedrigem Zustrom und 0,5-facher GW-Neubildung ein etwas geringerer Uferfiltratanteil (56%) und Flächenanteil (185,3 km²) als im Szenario 9 festgestellt. Somit hat die Reduzierung in der Höhe des Randzustromes von 37 auf 35 mNN geringere Auswirkungen als die Verringerung der GW-Neubildung im Modellgebiet vom 0,5-fachen auf Null.