

Modellierung des Landschaftswasserhaushalts im Einflussbereich des Moores „Luchsee“

im Auftrag des

Wasser- und Bodenverband „Nördlicher Spreewald

Veranlassung und Zielstellung

Die seit den 1970/1980er Jahren merklich sinkenden Wasserstände des Luchsees führen zunehmend zu seiner Verlandung und zur Degradierung des (angrenzenden) Kesselmoores bei Krausnick. Der Luchsee wurde bereits im Jahr 1941 durch die preußische Regierung ordentlich als Naturschutzgebiet festgesetzt (VO NSG LUCHSEE 1941) und ein Verbot jeglicher Veränderungen ausgesprochen. Trotz dieses langjährigen Schutzstatus ist es heute bereits zur erheblichen Beeinträchtigung des schützenswerten Lebensraumes durch zunehmende Wasserknappheit und damit sinkende Wasserspiegel gekommen. Sinkende See- und Moorwasserstände führen zunehmend zur Degradierung des Moorkörpers und zum Vordringen der Bäume in den Moorbereich.

Die negative Entwicklung des Wasserhaushalts wird neben der Klimaerwärmung und den veränderten Landnutzungen im Bereich Krausnick mit der Schaffung von Poldern in Verbindung gebracht.

Um der Verlandung des Moores entgegenzuwirken, sind verschiedene Maßnahmen denkbar, die hinsichtlich ihrer quantitativen und zeitlichen Wirksamkeit mit einem Wasserhaushaltsmodell überprüft werden sollen.

Diese Maßnahmen beinhalten einerseits die Änderung der Bestockungsdichte und –art des umliegenden Waldbestandes, andererseits das Anheben der Polderwasserstände und evtl. der Seewasserstände der wenige km nördlich gelegenen Heideseen. Weiterhin soll auch die Wirkung des Wasserwerkes Krausnick, das seit Ende der 1980er Jahre in geringem Umfang und seit 2005 mit erhöhten Fördermengen betrieben wird, auf den Wasserhaushalt des Moores untersucht werden. Um den Effekt unterschiedlicher Bewaldungsgrade zu untersuchen, soll auch die historische (1950) Ausdehnung und Bestandsintensität der Waldgebiete im Vergleich zur heutigen Situation modelliert werden. Um den Einfluss der klimatischen Änderungen zu beurteilen, werden die Klimaaufzeichnungen seit 1971 zugrunde gelegt.

Modellkonzeption

Die Bewertung verschiedener Maßnahmen hinsichtlich ihrer quantitativen und zeitlichen Wirkung auf den Gebietshaushalt erforderte den Aufbau eines Modells, das in der Lage ist,

1. die Grundwasserströmungsverhältnisse im oberen Grundwasserleiter,
2. die wesentlichen Wechselwirkungen zwischen Oberflächen- und Grundwasser und

3. den Einfluss unterschiedlicher Vegetation und klimatischer Verhältnisse auf den Gebietswasserhaushalt

physikalisch fundiert und in hoher räumlicher Auflösung und zeitlichen Variabilität (instationär) abzubilden. Die physikalische Prozessbeschreibung ist eine wesentliche Voraussetzung für die Prognosefähigkeit des Modells, die es gestattet, Szenarien zu den Auswirkungen der angesprochenen Maßnahmen zu berechnen.

Für diese Untersuchungen wird das hydrologische Modellierungssystem ArcEGMO© (Becker et. al. 2002, Pfützner 2002) eingesetzt, mit dem auf der Basis meteorologischer Eingangsgrößen und unter Berücksichtigung der Gebietseigenschaften der Gebietswasserhaushalt, verschiedene Abflusskomponenten und der Gewässerabfluss simuliert werden können. Die Simulation der primär lateral gerichteten Prozesse in den Untersuchungsgebieten untergliedert sich in die Modellierung der Konzentration des Oberflächenabflusses (kinematischen Wellenansatz), der Grundwasserdynamik sowie der Konzentration des Abflusses in den oberirdischen Gewässern. Letztere Prozesse werden durch Einzellinearspeicheransätze auf Basis der Fließgewässerabschnitte modelliert. Eine Beschreibung dieser Teilmodelle gibt Pfützner (2002).

Für die Beschreibung der Bodenwasser- und Vegetationsprozesse kam ArcEGMO-PSCN (Klößing, Suckow, 2003) zum Einsatz. Mit diesem wird die Bodenwasserdynamik mit einem Mehrschicht-Kapazitätsmodell nach Koitzsch (1977) abgebildet, welches die Bodenwasserdynamik mittels abgeleiteter bodenspezifischer Kennwerte zur Charakterisierung der Wasserspeicherung unter bestimmten Spannungsverhältnissen beschreibt. Das Originalmodell wurde um einen Ansatz zur Beschreibung der hypodermischen Abflussbildung und des Makroporenflusses erweitert. Die Wirkung der Vegetation wird über ihren saisonalen Gang mit veränderbarer Wurzeltiefen und Blattflächenindizes beschrieben.

Für die Auswirkungen der Grundwasserströmungsverhältnisse auf die Oberflächengewässer und den Bodenwasserhaushalt im betrachteten Untersuchungsgebiet wurde das 2-dimensionalen Modell Grundwassermodell ASM (Kinzelbach & Rausch 1995) mit dem Oberflächen- und Bodenwassermodell gekoppelt. PSCN liefert die Grundwasserneubildung als eine wesentliche Randbedingung für die Abbildung der Grundwasserströmung in ASM. Ebenso dienen die Wasserstände im Gewässersystem als Randbedingung für den Austausch zwischen Grundwasser und Fließgewässer. ASM liefert den grundwasserbürtigen Abfluss zum Fließgewässer und die Grundwasserstände bzw. die Flurabstände, die in grundwasserbeeinflussten Bereichen die Verdunstung steuern und damit die Abflussbilanz beeinflussen.

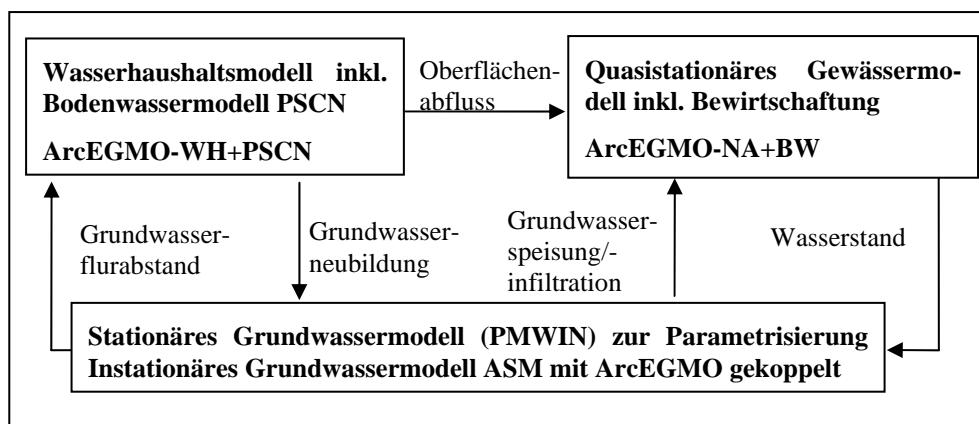


Abbildung 1: Modellkopplung

Diese Modellkampagne von ArcEGMO PSCN und ASM wurde bereits erfolgreich zur Untersuchung von Wassermangelsituationen auch in anderen Gebieten des norddeutschen Tieflandes eingesetzt (Pfützner et al.2006).

Bewirtschaftungsszenarien

Die Auswirkungen der zu untersuchenden Maßnahmen wurden in Szenarien simuliert, deren Berechnung auf den Klimareihen der letzten 30 Jahre basieren. Der interessierende Parameter (z.B. Fördermenge, Heidesewasserstand, Waldumbaugrad, Rückbaugrad der Entwässerungsgräben) wurde über den gesamten Zeitraum geändert, so dass auch eine Langzeitwirkung unter den klimatischen Bedingungen der letzten 30 Jahre abgeschätzt werden kann. Alle anderen Parameter blieben dabei unverändert.

Zusätzlich wurden auch Maßnahmenkombinationen berechnet. Hierbei sind verschiedene Annahmen miteinander kombiniert und ihre Auswirkungen im Sinne potenzieller Entwicklungen analysiert worden.

Die Wirkungen der Maßnahmen wurden aus dem Vergleich zwischen den Szenario-Berechnungen zu dem Ausgangszustand als Differenzen abgeleitet.

Modellvalidierung

Das Modell wurde an 9 Grundwassermessstellen validiert. Die meisten Messreihen werden in ihrer Höhenlage und Dynamik durch das Modell gut abgebildet (Abbildung 2).

Vorfluternahe Messstellen zeigen teils schlechtere Anpassungen als Vorfluterferne. Da die Grundwasserstände in Vorfluternähe stärker durch deren Grabenwasserstände beeinflusst sind, können die mangels Messwerte abgeschätzten Gewässergeometrien und Grabenwasserstände Ursache für die Ungenauigkeiten sein.

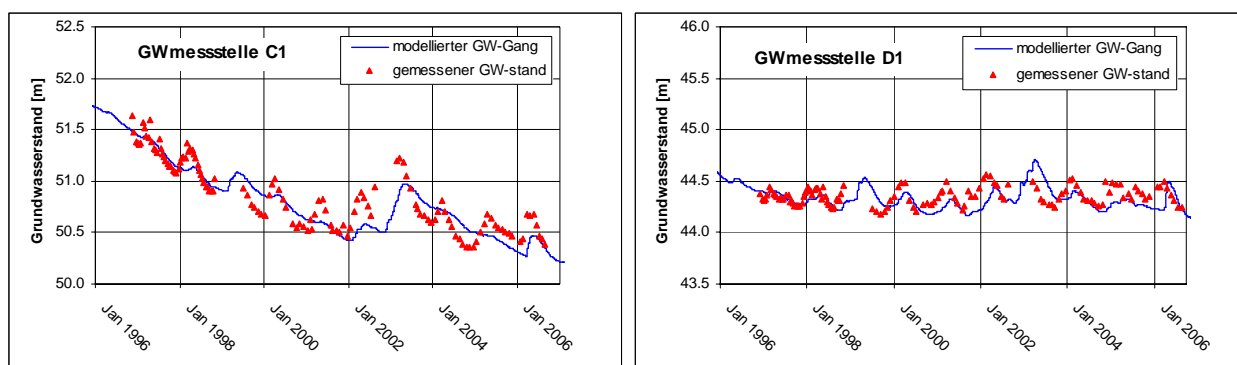


Abbildung 2: Vergleich modellierter und gemessener Grundwasserganglinien

Ergebnisse

Die untersuchten Maßnahmen sind hinsichtlich ihrer Effektivität, ihrer Wirkungsstärke und ihrer räumlichen Verteilung sehr unterschiedlich. Als effektivste Einzelmaßnahme bezüglich der Stützung des Luchseewasserstandes kann der Waldumbau gewertet werden. Dazu gehört auch die gezielte Reduzierung des Bestockungsgrades, die auf für den Waldumbau nicht geeigneten Flächen umgesetzt werden sollte. Durch die aktuelle Grundwasserförderung sind derzeit keine direkten Auswirkungen auf den Wasserhaushalt des Luchsees zu erwarten. Durch eine Anhebung der Fördermenge kann sich der Absenkung aber bis in den Bereich des Luchsees vergrößern. Darum sollte die genehmigte Fördermenge nach Möglichkeit nicht ausgeschöpft werden. Die Anhebung der Wasserstände der Heideseen hat praktisch keine Auswirkung auf den Luchsee. Der Rückbau des Meliorationsgrabens L47 hat eine lokal begrenzte Wirkung, die sich aber im Zusammenspiel mit anderen Maßnahmen als positiv verstärkend darstellt.

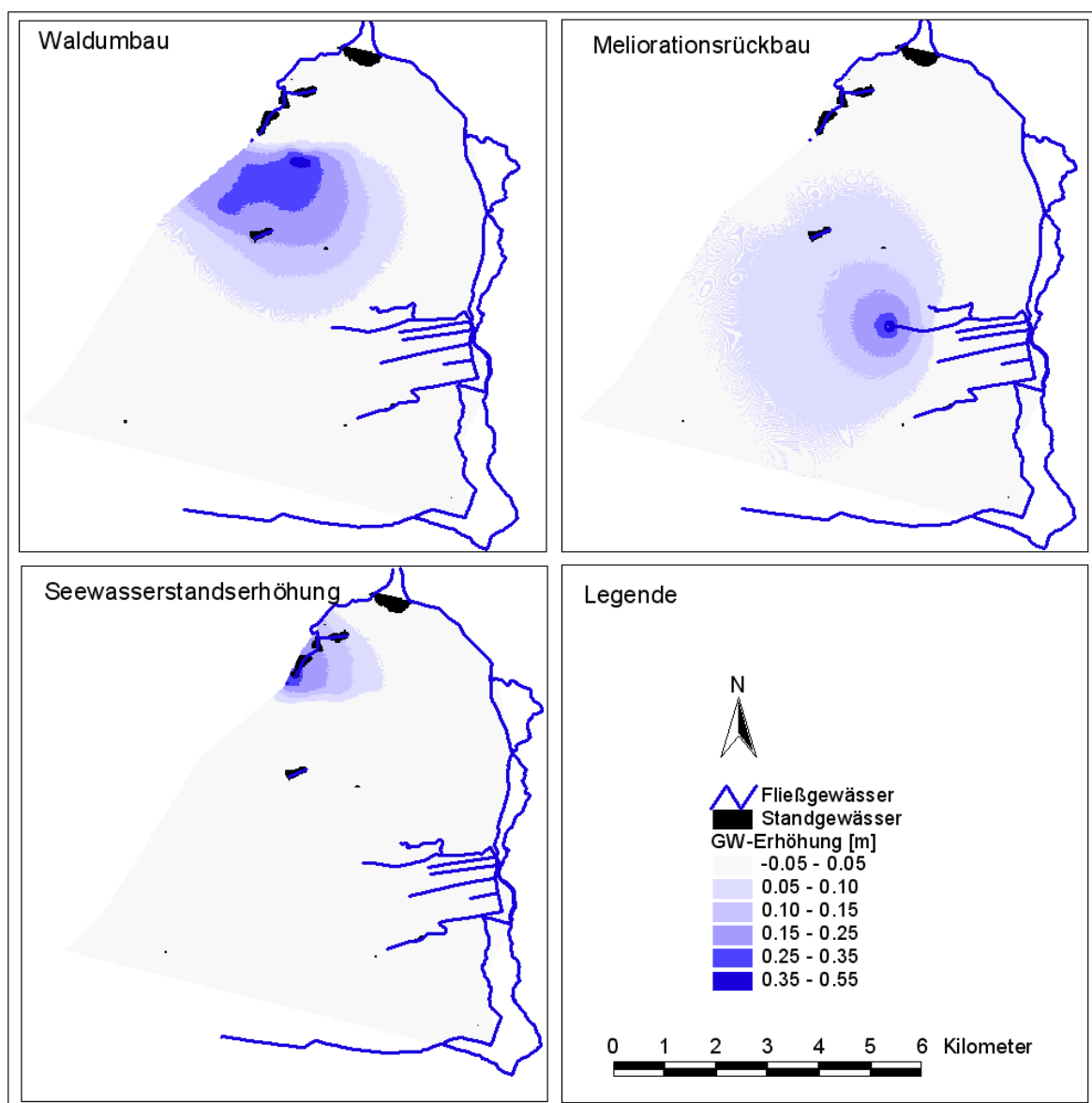


Abbildung 3: Ausdehnung der Grundwassererhöhung durch verschiedene Maßnahmen

In der Modellierung konnte gezeigt werden, dass sich bei einer Kombination verschiedener Maßnahmen die positiven Effekte der Einzelmaßnahmen verstärkt werden können. Um ihre maximale Wirkung zu erzielen, sollte die Maßnahmen also in einem Maßnahmenbündel realisiert werden.

Zusammenfassung

Das für das Einzugsgebiet des Luchsees aufgebaute Modell konnte anhand von Grundwassermessstellen plausibilisiert werden. Eine genaue Modellkalibrierung und Abschätzung des Modellfehlers war aufgrund der geringen Anzahl verwendbarer Daten nicht möglich. Die Wirkungen verschiedener historischer Zustände im Gebiet wurden tendenziell richtig abgebildet.

Die Fehlerquelle, die aus Unsicherheiten bei den Eingangsdaten hervorgeht, wird als gering eingeschätzt. Alle berechneten Ergebnisse beruhen auf den gleichen Annahmen und somit können im Hinblick auf die Wirkung der Maßnahmen vor allem die Differenzen und Relationen zueinander ausgewertet werden.

Die Ergebnisse der Modellierung zeigen klar, dass der Waldumbau die wichtigste Maßnahme für den Wasserhaushalt des Luchsees ist. Daneben muss auf erheblichen Flächen im weiteren Einzugsgebiet die Bestandesdichte reduziert werden. Durch die anderen Maßnahmen wie der Grabenumbau L47 und keine oder nur geringe Erhöhung der aktuellen Grundwasserförderung des Wasserwerkes können die positiven Wirkungen des Waldumbaus unterstützt werden.

Literatur

- Becker, A.; Klöcking, B.; Lahmer, W.; Pfützner, B. (2002): The Hydrological Modelling System ArcEGMO. In: *Mathematical Models of Large Watershed Hydrology* (Eds.: Singh, V.P. and Frevert, D.K.). Water Resources Publications, Littleton/Colorado, 321-384. ISBN 1-887201-34.
- Kinzelbach, W.; Rausch, R. (1995): *Grundwassermodellierung, eine Einführung mit Übungen*. Stuttgart; Berlin, Borntraeger, ISBN 3-443-01032-6.
- Klöcking, B., Suckow, F., (2003): Das ökohydrologische PSCN-Modul innerhalb des Flussgebietsmodells ArcEGMO. In: Pfützner, B. (Ed.), *Modelldokumentation ArcEGMO*. <http://www.arcegmo.de>, ISBN 3-00-011190-5, 2002
- Koitzsch, (1977): Schätzung der Bodenfeuchte aus meteorologischen Daten, Boden- und Pflanzenparametern mit einem Mehrschichtenmodell. *Zeitschrift für Meteorologie*, 27/5, 302-306.
- Pfützner, B. (2002): Beschreibung von ArcEGMO. Offizielle Homepage des Modellierungssystems ArcEGMO, <http://www.arcegmo.de>, ISBN 3-00-011190-5.
- VO NSG Luchsee (1941): Verordnung über das Naturschutzgebiet „Luchsee“ in der Gemarkung Klein-Wasserburg-Forst, Kreis Beeskow-Storkow, Amtsblatt der Preußischen Regierung in Potsdam, Nr. 21, veröffentlicht am 24. Mai 1941
- Pfützner, B.; Mey, S.; Nützmann, G. und Scheffler, E. (2006): Modellgestützte Analyse des Gebietswasserhaushaltes für ein Einzugsgebiet im Berliner Nord-Osten, *Hydrologie & Wasserbewirtschaftung* 50/1, 12-19