

Auswirkungen unterschiedlicher Grundwasser-Steuerregime auf den Wasserhaushalt eines grundwassernahen Standorts

Ottfried Dietrich^{1*}, Marcus Fahle^{1,2}, Thomas Kaiser¹ und Jörg Steidl¹

Zusammenfassung

Gute Kenntnisse über die Auswirkungen unterschiedlicher Grundwasserstände auf grundwassernahen Standorten sind eine wichtige Voraussetzung für die Entwicklung tragfähiger Wassermanagementstrategien für Niederungsgebiete in denen teilweise sehr konträre Anforderungen unterschiedlicher Interessengruppen aufeinandertreffen. Die Ergebnisse von Lysimeter-Untersuchungen zeigen, dass dauerhaft hohe Wasserstände das Artengefüge der Vegetation hin zu feuchteangepassten Arten verschieben und zu höheren Verdunstungswerten führen. Durch die höheren Wasserstände wird zwar auch der Wasserrückhalt verbessert, jedoch nicht ausreichend, um die höhere Verdunstung in längeren Trockenperioden zu kompensieren.

Schlagwörter: Grundwasser-Lysimeter, Feuchtgebiet, Verdunstung, Wasserbewirtschaftung

Summary

A good level of knowledge about the effects of the different water levels on the water budget components is a precondition for the development of compromises in well-balanced water resource management, especially in regions with controversial demands of different interest groups. Lysimeter results show that the vegetation has adapted to the wet conditions of high water levels within some years. The adapted wetland vegetation increases the evapotranspiration. Higher water levels in spring are linked to increased water storage. This can help to compensate for the higher evapotranspiration for some weeks but not for the entire season, especially in dry years.

Keywords: Grundwasser-Lysimeter, Feuchtgebiet, Verdunstung, Wasserbewirtschaftung

Einleitung

Das norddeutsche Tiefland ist durch viele Niederungsgebiete mit grundwassernahen Standortbedingungen gekennzeichnet. Der Wasserhaushalt dieser Gebiete wird größtenteils durch wasserwirtschaftliche Anlagen (Gräben, Staubaubwerke, Pumpwerke) geregelt. Die Anlagen dienen sowohl der Entwässerung als auch der Bewässerung und ermöglichen die Regulierung der Wasserstände in den Gräben und der Grundwasserstände in den angrenzenden Flächen nach abgestimmten Regeln. Die Entwässerung der Flächen ist die Voraussetzung für die land- und forstwirtschaftliche Nutzung der Standorte. Die grundwassernahen Standorte sind aber auch Lebensraum vieler seltener, an die Bedingungen angepasster Pflanzen- und Tierarten. Häufig handelt es sich um Moorstandorte, auf denen es durch die Entwässerung zu Stoffumsetzungsprozessen und zur Emission klimaschädlicher Treibhausgase kommt.

In Niederungsgebieten stoßen daher oftmals unterschiedliche Interessensgruppen aufeinander und ein Hauptstreitpunkt ihrer Auseinandersetzungen sind ihre Zielvorstellungen für die einzustellenden Graben- und Grundwasserstände. Die zuständigen Wasserbewirtschaftler stehen vor der schwierigen Aufgabe, tragfähige Kompromisslösungen zu finden, die allen Anforderungen im Rahmen der Möglichkeiten gerecht werden. Gute Kenntnisse der komplexen hydrologischen Zusammenhänge und Auswirkungen unterschiedlicher Wassermanagementstrategien sind hierfür eine wichtige Voraussetzung.

Im Spreewald, südöstlich von Berlin, wurde eine Grundwasser-Lysimeter-Station eingesetzt, um die Wirkung unterschiedlich hoher und zeitlich verlängerter Winterstauziele auf die Entwicklung der Wasserhaushaltsgrößen, insbesondere auf die Grundwasserstände in der Vegetationsperiode von April bis September, zu untersuchen. Bei den Stauzielen wurde sich an den in der Region diskutierten Varianten orientiert, mit denen der Wasserrückhalt im Gebiet verbessert und die Wasserentnahme aus den Fließen im Sommer reduziert werden soll.

Material und Methoden

Die Untersuchungen wurden im Spreewald, ca. 70 km südöstlich von Berlin (51°52'N, 14°02'O) durchgeführt. Die eingesetzte Grundwasser-Lysimeter-Anlage befindet sich auf einer extensiv genutzten Mähweide. Der Boden besteht aus degradiertem Niedermoortorf über einem mehr als 20 m mächtigen, sandigen Grundwasser-Leiter. Die Grundwasserstände schwanken im normalen Jahresverlauf zwischen Geländeoberfläche und ca. 60 cm unter Flur (u. F.), wobei die tief liegenden Flächenteile im Winterhalbjahr wenige Zentimeter überstaut sind.

Bei der Lysimeteranlage handelt es sich um eine Containerstation (Fa. UGT) mit vier wägbaren Monolithen von 1 m² Grundfläche und 2 m Mächtigkeit. Die Monolithe wurden im Herbst 2009 direkt am Standort der Station gestochen. Die ursprüngliche Grünlandvegetation blieb dabei erhalten. Zur Anlage gehören eine Wetterstation und ein Bodenmess-

¹ Leibniz-Zentrum für Agrarlandschaftsforschung (ZALF) e.V., Eberswalder Str. 84, D-15374 MÜNCHENBERG

² Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR), Stilleweg 2, D-30655 HANNOVER

* Ansprechpartner: Dr. Ottfried Dietrich, odietrich@zalf.de



platz zur Erfassung von Referenzgrößen. Eine ausführliche technische Beschreibung der Station, einschließlich der verwendeten Messtechnik und der Besonderheiten bei der Steuerung der unteren Randbedingungen im Lysimeter ist in Dietrich et al. (2016) beschrieben.

Untersucht wurden vier Varianten mit unterschiedlichen Vorgaben für die Zielwasserstände in den Jahren 2014 bis 2017:

- Variante 1 wurde nach dem gemessenen Grundwasserstand am Referenzmessplatz geregelt (Referenzvariante).
- Variante 2 wurde jedes Jahr Anfang April auf ca. 5 cm u. F. eingestellt. Danach wurde der Zufluss nach den gemessenen Zuflüssen von Variante 1 geregelt und nur entwässert, wenn die Wasserstände höher als 5 cm u. F. anstiegen. Die Entwicklung des Grundwasserstands ergab sich aus der Wasserbilanz.
- Variante 3 wurde wie Variante 2 geregelt, allerdings mit höheren Ausgangs-Wasserständen Anfang April (8 cm über Gelände).
- Variante 4 orientierte sich an optimalen Wasserständen für eine landwirtschaftliche Grünlandnutzung von 30 cm u. F. im Winter und 50 cm u. F. im Sommer.

Eine ausführliche Beschreibung der Untersuchungsvarianten ist in Dietrich et al. (2019) dargestellt. Neben den hydrologischen Messungen wurde die Vegetationsentwicklung und die Biomasseerträge erfasst (Dietrich & Kaiser 2017).

Ergebnisse und Diskussion

Die meteorologischen Bedingungen in den Untersuchungsjahren 2014 bis 2017 waren sehr unterschiedlich. In den

Jahren 2014 und 2017 waren die Niederschlagssummen in der Vegetationsperiode mit ca. 340 bzw. 400 mm überdurchschnittlich hoch, in den anderen beiden Jahren lagen sie mit ca. 290 bzw. 250 mm unter dem Durchschnitt (325 mm an DWD Station Cottbus 1981/2010). Insbesondere Starkniederschläge wie im Mai 2014 oder Ende Juni 2017 ließen die Grundwasserstände wieder auf die Ausgangswerte von April ansteigen (Abbildung 1).

Die gemessenen Ertrags-Werte und Blattflächen-Indizes zeigen, dass sich die 2009 noch einheitliche Vegetation infolge der unterschiedlich hohen Wasserstände in den Folgejahren sehr unterschiedlich entwickelt hatte. Insbesondere auf der nassesten Variante 3 hatten sich feuchteangepasste Vegetationsarten sehr schnell ausgebreitet. Sie erreichte höhere Blattflächen-Indizes und Erträge als die ursprüngliche Vegetation, die noch auf Variante 1 vorherrschte (Dietrich et al. 2019, Dietrich & Kaiser 2017) und war mit einer höheren Verdunstung verbunden. Die Bestandskoeffizienten (k_c) in Abbildung 2 veranschaulichen diese Entwicklung. Die nasse Variante 3 hatte bereits 2014 signifikant höhere k_c -Werte als die anderen Varianten ($p < 0,001$). Die k_c -Werte von Variante 3 waren auch 2017 am höchsten, jedoch wies die mittlere Variante 2 inzwischen auch signifikant höhere k_c -Werte als Variante 1 und 4 auf ($p < 0,001$).

Die mittleren Monatssummen der Wasserbilanzgrößen heben die Unterschiede zwischen den Varianten hervor (Abbildung 3). So hatte Variante 3 in allen Monaten die höchste Verdunstung, gefolgt von Variante 2. Die Verdunstung beider Varianten lag von April bis September auch immer über der FAO-Gras-Referenzverdunstung. Im September erholte sich die Vegetation nach dem zweiten Schnitt nicht mehr so schnell wie nach dem ersten Schnitt

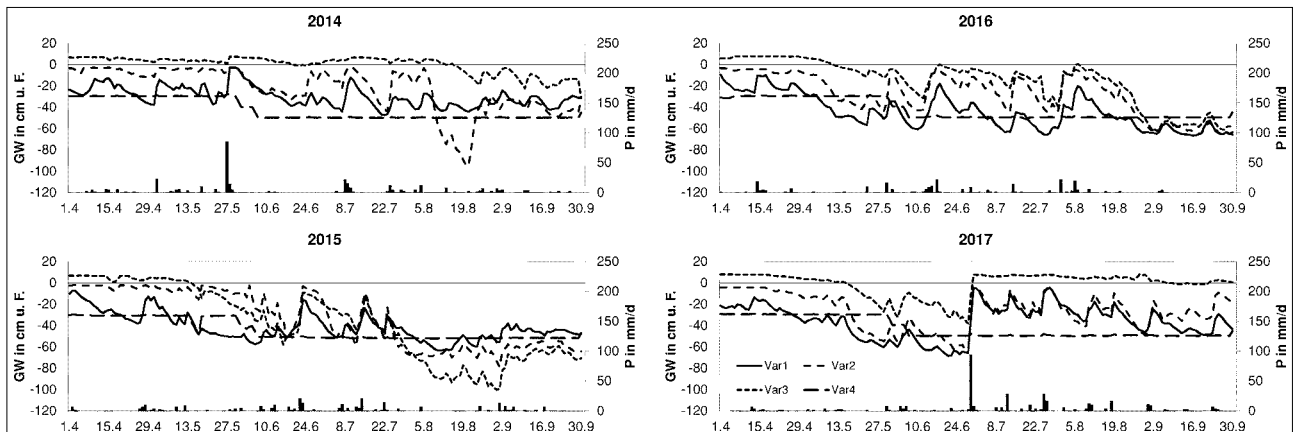


Abbildung 1: Grundwasserstände (GW) der Varianten 1 bis 4 und Tagessumme des Niederschlags (P) in den Vegetationsperioden der Jahre 2014 bis 2017.

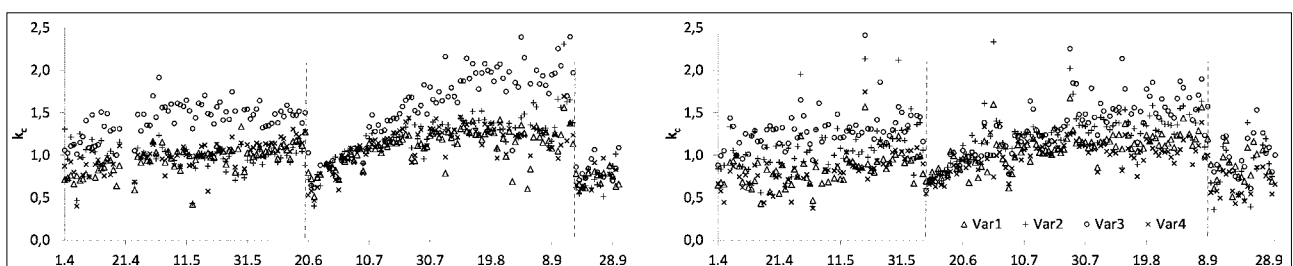


Abbildung 2: Entwicklung der Bestandskoeffizienten ($k_c = ET_a / ET_0$) der vier Untersuchungsvarianten in den Jahren 2014 und 2017 (gestrichelte Linien markieren Schnitttermine).

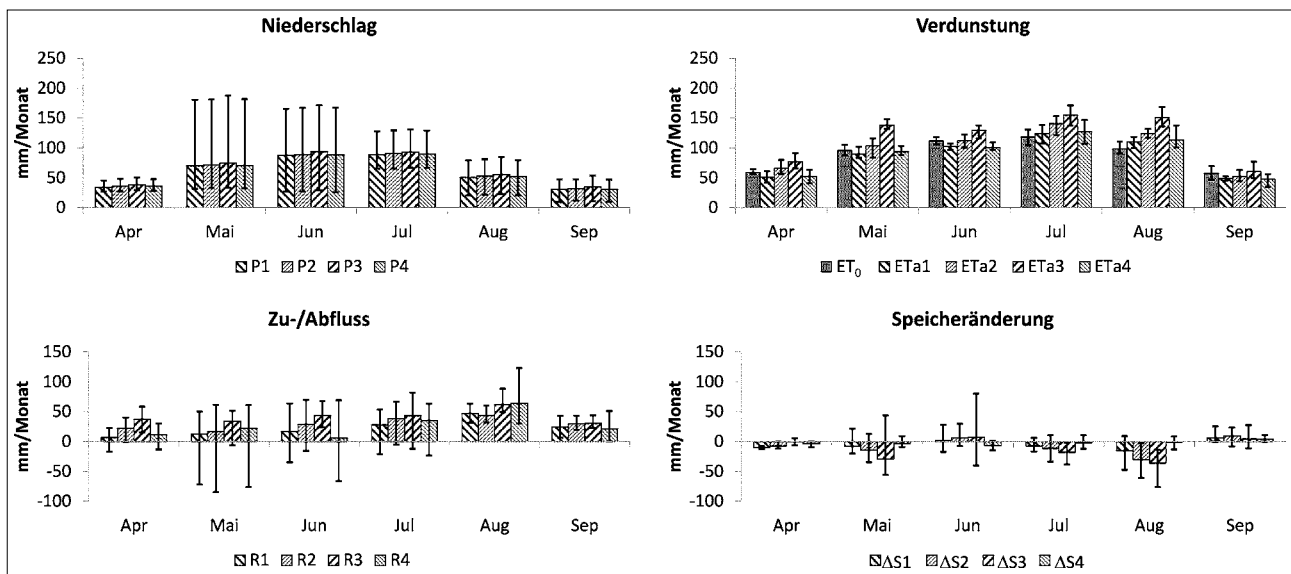


Abbildung 3: Mittlere Monatssummen der Jahre 2014 bis 2017 aus Dietrich et al. (2019) (Schwankungsbereich kennzeichnet die Werte der Monate mit minimaler und maximaler Summe).

im Juni und erreichte daher nicht mehr so hohe Werte. Die gemessenen Monatswerte jeder Variante unterschieden sich zwischen den Jahren für die Verdunstung nur wenig, wie die geringe Schwankungsbreite zeigt. Anders sah es bei den Niederschlägen aus. Besonders der Mai und Juni fiel sehr unterschiedlich aus, was auch zu großen Schwankungen im Zu-/Abfluss und der Speicheränderung führte. Die Werte der Speicheränderung zeigen, dass hier die höheren Wasserstände von Variante 3 zur besseren Nutzung der Speicherkapazität der Fläche beitrugen. Das Gegenteil war bei Variante 4 der Fall. Die weitgehend konstanten Grundwasserstände ließen nahezu keine Nutzung des Flächenspeichers zu, so dass hier das Wasserbilanzdefizit ausschließlich durch Zuflüsse ausgeglichen werden musste.

Schlussfolgerungen

Die dauerhaft hohen Wasserstände verschoben auf den betroffenen Lysimetern das Artengefüge der Vegetation hin zu feuchteangepassten Arten und führten zu höheren Verdunstungswerten und Wasserentnahmen aus Grundwasser und Gewässersystem. Wasserstände von wenigen Zentimetern

über Flur im Winter (ca. 10 cm) verbessern den Wasserrückhalt. Sie können in längeren Trockenperioden die gestiegene Verdunstung aber nicht kompensieren. Hohe und stabile Grundwasserstände, wie sie für den Moorschutz erforderlich sind, können unter den vorherrschenden meteorologischen Bedingungen nur mit ausreichend hohen Zuflüssen aus dem Einzugsgebiet gesichert werden.

Literatur

- Dietrich O., Fahle M., Seyfarth M. (2016) Behavior of water balance components at sites with shallow groundwater tables: Possibilities and limitations of their simulation using different ways to control weighable groundwater lysimeters. *Agricultural Water Management* 163, 75-89.
- Dietrich O., Kaiser T. (2017) Impact of groundwater regimes on water balance components of a site with a shallow water table. *Ecology* 10, e1867.
- Dietrich O., Fahle M., Kaiser T., Steidl J. (2019) Eine Lysimeter-Studie zu Auswirkungen unterschiedlicher Grundwasser-Steuerregime auf den Bodenwasserhaushalt eines grundwassernahen Standorts. *Hydrologie und Wasserbewirtschaftung* 63, 6-18.

