

TELMA	Band 46	Seite 39 - 60	19 Abb.	Hannover, November 2016
-------	---------	---------------	---------	-------------------------

Wiedervernässung des Leipheimer Moores

Rewetting of the Leipheimer Moos

KARL-HEINZ PRÖSL, THERESA DITTMANN, GIORGIO DEMARTIN
und ULRICH MÄCK

Zusammenfassung

Im Niedermoor Leipheimer Moos wurde der Grundwasserspiegel um mehr als 0,3 m abgesenkt, kleinräumig Torf gestochen und lokal unterlagernder Kies abgebaut. Die Folgen waren Sackung und Mineralisation der Torfe mit einer sehr heterogenen und kleinräumig gekammerten Geländeoberfläche mit entsprechenden Geländehöhenunterschieden von 0,4 m - 1,0 m. Es wird von einem Grabensystem durchzogen, das den natürlichen Grundwasserzustrom beschränkt und den Gebietsabfluss begünstigt, ausweislich von Grabenkartierungen und Abflussmessungen in den Gräben, 100 Grundwassermessstellen, 100 Sondierbohrungen und eines digital vorliegenden Höhennivellements. Seit 2011 werden von der ARGE Donaumoos Teile des Leipheimer Moores durch Einleitung von Oberflächenwasser aus der Nau wiedervernässt. Die Einleitung (max. 90 l/s) erfolgt in Torfstiche, wodurch vermutlich über 100 ha Moorfläche wieder vernässt werden. Die „Hochlagen“ (nicht abgetorfte Bereiche) werden jedoch nicht erreicht. Aufgrund der wasserrechtlichen Auflagen wird die Einleitung durch Markpegel derzeit zeitlich stark begrenzt.

Der vertikale Feuchtezustand der ungesättigten Zone wurde durch TDR- Messungen und Diviner Bodenfeuchte-Sonden aufgenommen. Die Messungen zeigen in 20 cm Tiefe in einiger Entfernung zu den Einleitungsbereichen oft einen Rückgang der Bodenfeuchte in den Sommermonaten, während der Boden in 40 cm Tiefe fast überall durchgehend gesättigt ist. Die Reaktion von Flora und Fauna auf die Wiedervernässung war überraschend positiv. Insbesondere die sofortige, positive Reaktion der Bekassine als klassischem Niedermoor-Vogel ist bemerkenswert. Auf der Basis der Erkenntnisse ist der weitere schrittweise Ausbau der internen Vernässung möglich und für den Moorerhalt notwendig.

Abstract

The groundwater level within the Leipheimer Moos fen was lowered due to anthropogenic changes. The depth to groundwater (above 0,3 m) lead to a mineralisation within the peat. The fen was investigated amongst others through over 100 monitoring wells, 100 exploration probings in the peat and a digital terrain model. Furthermore ditches were mapped and the drain was measured.

Due to several former peat workings and sagging of the fen is characterized by a very heterogeneous and small scale topography (local elevation differences of 0.4 m – 1.0 m). It is cut by a ditch system, which is limiting the natural influx of groundwater and favors the discharge of the area. Since 2011 the ARGE Donaumoos is rehydrating parts of the Leipheimer Moos by irrigation using surface runoff water from the neighbouring river Nau. The irrigation (max. 90 l/s) is guided into the peat workings and is assumed to rehydrate more than 100 ha of the fen. However higher elevated areas (which have not been peat worked) are not reached. Due to water law restrictions, the irrigation is controlled by groundwater monitoring wells and at present is strongly regulated.

The vertical state of moisture within the unsaturated zone was monitored by TDR-and Diviner-Measurements. The results show a decline in soil moisture at 20 cm depth during the summer months at some distance to the irrigation areas. Whereas the soil at 40 cm depth is saturated almost throughout the entire area. The reaction of flora and fauna to the rehydration was surprisingly positive. In particular the immediate, positive reaction of the snipe, the classical bird of fens, was remarkable. Based on these findings an additional stepwise expansion of the internal rehydration is possible and necessary for the preservation of the fen.

1. Einleitung

Das Schwäbische Donaumoos liegt in Süddeutschland wenige Kilometer östlich von Ulm in Bayern und Baden-Württemberg, im westlichen Teil des Naturraumes „Schwäbisches Donautal“ (BAYLfU 2012) und umfasst 4.200 ha (BAYLBP 1993, SCHUCH 1995) (Abb. 1).

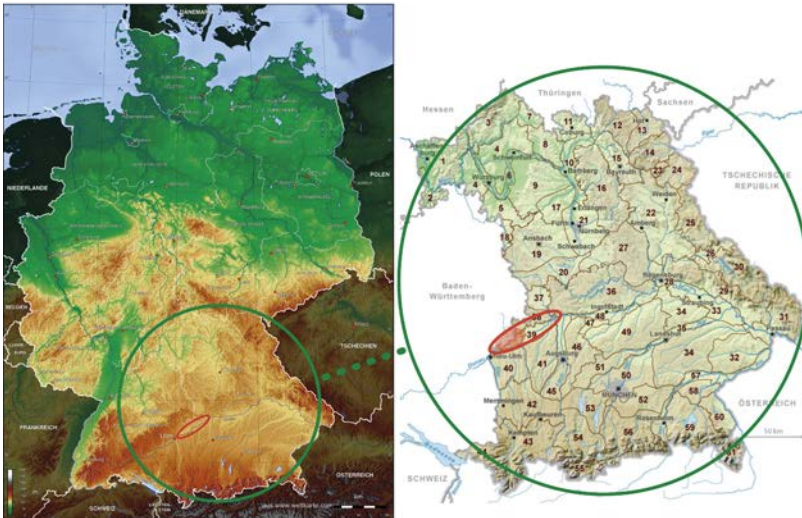


Abb. 1: Lage des Schwäbischen Donaumooses in Süddeutschland (Quelle: www.weltkarte.com und Bayerische Vermessungsverwaltung; verändert. Nutzung mit Genehmigung der Bayerischen Vermessungsverwaltung 251/12 MÄCK 2015)

Location of the Schwäbische Donaumoos in Southern Germany

Das Leipheimer Moos ist der südwestliche Teil dieses Niedermooses zwischen Donau und Albrand zwischen Langenau und Günzburg (Kartenblatt Günzburg TK 7527).

Aufgrund früherer Meliorationen, ehemaliger Abtorfungen, Kiesentnahmen und Grundwasserentnahmen ist eine lokale Absenkung der Grundwasserstände eingetreten (SCHLOZ et al. 2011, MÄCK & EHRHARDT 2012). Die ursprüngliche Grundwasserströmung wurde durch diese Maßnahmen weitgehend verändert. Letztendlich treten seit Jahrzehnten bereichsweise Grundwasser-Flurabstände von weit über 0,3 m auf, die zu einer Mineralisation des Torfes führen (MÄCK 2014).

Mittels Einleitung von Oberflächenwasser aus der „Nau“, dem Abfluss einer Karstquelle bei Langenau, sollen Teile des Leipheimer Moooses wieder vernässt werden. Es geht um einen darum, den Moorschwund zu stoppen, möglichst in Teilbereichen auch ein erneutes Moorwachstum zu generieren und zum anderen um Artenschutzaspekte. Das Schwäbische Donaumoos beherbergt nicht nur bundesweit bedeutsame Vogelvorkommen (MÄCK 2009, MÄCK & SCHILHANSL 2012), sondern zeichnet sich auch bei anderen Artengruppen durch einen hohen Anteil an gefährdeten Rote-Liste-Arten aus (MÄCK & EHRHARDT 2012, MÄCK 2015).

Im Jahr 1990 wurde der Landschaftspflegeverband „Arbeitsgemeinschaft Schwäbisches Donaumoos e. V.“ (ARGE Donaumoos) gegründet, um im Konsens mit den Hauptbeteiligten aus Kommunalpolitik, Naturschutz und Landwirtschaft die Wiedervernässung des Moores einzuleiten und damit die Reste der bedrohten Lebensgemeinschaften zu retten (MÄCK 1995, 1999, 2012). Die ARGE Donaumoos widmet sich seither in vier Projektgebieten, und eben auch im Leipheimer Moos, vor allem der Wiederherstellung, Erhaltung und Entwicklung der Moorflächen im Schwäbischen Donaumoos (MÄCK 2012).

Im Hinblick auf die Durchführung der hydrologischen Maßnahmen in dem 200 ha großen Leipheimer Moos besteht aus Sicht der angrenzenden konkurrierenden Nutzungen die Besorgnis, dass dadurch die Grundwasserstände auch außerhalb des Projektgebietes steigen und so Landwirtschaft, Siedlungs- und gewerbliche Nutzung beeinträchtigt werden könnten. Der Wasserrechtsbescheid, der ohne die grundsätzlich auf Konsens ausgerichtete koordinative Arbeit der ARGE Donaumoos vermutlich so nicht erreicht worden wäre (METZNER et al. 2013), ging auf diese Ängste und Einwendungen ein: Er legt Grundwasserstände fest, die allerdings für das Moos eher zu niedrig sind. Es stellte sich daher die Frage, ob und auf welche Weise das schmale (900 m breite) und 2.500 m lange Moorvorkommen wieder vernässt werden kann (HAMMER et al. 2009). Aufgrund der vielfachen Vorbehalte wird nun schrittweise vorgegangen.

Im Folgenden werden die hydrologischen Randbedingungen, die Vorgehensweise und die bisherigen Ergebnisse der 5-jährigen Projektdauer sowie die Vorstellungen zukünftiger Maßnahmen erläutert. Erste Ergebnisse zur Vegetationsentwicklung und zur Populationsentwicklung der Bekassine (*Gallinago gallinago*) werden vorgestellt.

2. Hydrologische Randbedingungen

2.1 Methoden

Im Leipheimer Moos (Abb. 2) und den angrenzenden Bereichen befinden sich über 100 Messstellen mit eingemessener Lage und NN-Höhe zur Erfassung des Grundwasserstandes (48 Moorpegel, 37 Kiespegel, 14 Grabenpegel und 3 Seepegel). Der Wasserspiegel wird teils durch Handmessungen, teils durch Datenlogger (34 Messstellen) erfasst.

Zudem wurden umfangreiche Grabenkartierungen durchgeführt. Die Grabensohlen wurden im Juli 2007 für alle Gräben im Gebiet und im Oktober 2015 nochmals für den Grenzgraben nach NN-Höhe und Lage eingemessen. Die Abflussverhältnisse im Moosgraben wurden am 08.07.2015 durch Flügelmessungen (SEBA-Miniflügel M1, Eichnummer 50) aufgenommen und mit der Software Q, (entwickelt von Dr. Schumacher, Ingenieurbüro für Wasser und Umwelt), ausgewertet. Im Mai 2006 fand zudem eine Kartierung der Biberdämme im Gebiet statt.

Die Moormächtigkeit und teils die Torfbasis wurden anhand von ca. 100 Sondierungsbohrungen ermittelt. Die Sondierungen wurden von der BAYLBP (1993) und von der ARGE Donaumoos durchgeführt. Das Digitale Geländemodell (DGM 1, Bayrische Vermessungsverwaltung, www.geodaten.bayern.de) wurde zur Darstellung des Reliefs im Gebiet und zur Ermittlung der Flurabstände verwendet.

Seit Oktober 2009 wurde an der Moosstation (Abb. 12) die vertikale Verteilung der Bodenfeuchte bis in 1 m Tiefe gemessen. Hierzu wurden an 12 Standorten in unterschiedlichen Tiefen 29 TDR-Sonden installiert, welche die Bodenfeuchte im 30-Minuten-Takt aufzeichnen. Zudem wurden 33 Divinerrohre installiert. In diesen wurde die Dielektrizitätskonstante des Bodens, welche i. d. R. über eine Kalibrationskurve in den volumetrischen Wassergehalt umgerechnet werden kann, vom September 2013 - November 2014 wöchentlich mit einer Diviner Bodenfeuchte Rohrsonde gemessen.

2.2 Grundwasserfließschema

Das Mooregebiet weist zahlreiche ehemalige Torfstiche auf und wird durch mehrere Gräben entwässert. Es sind mittlerweile lokale Geländehöhenunterschiede von 0,4 - 1,0 m entstanden. Das Gelände fällt mit einem Gradienten von 0,1 ‰ von NW nach SE ein.

Die Grenze im Norden bildet der Landesgrenzgraben (Abb. 2), über welchen die Wasserzuläufe aus dem nördlich anschließenden Langenauer Moor abgeleitet werden. Im Landesgrenzgraben selbst sind mehrere Wehranlagen (W1 - 7) angelegt. Wie aus Abbildung 3 ersichtlich, ist das Grabengefälle auf der Strecke W1 - W3 wegen des Verlaufes quer zum Geländegefälle nur gering. Abstromig (unterhalb Wehr 5) sind lokale Einstauungen durch

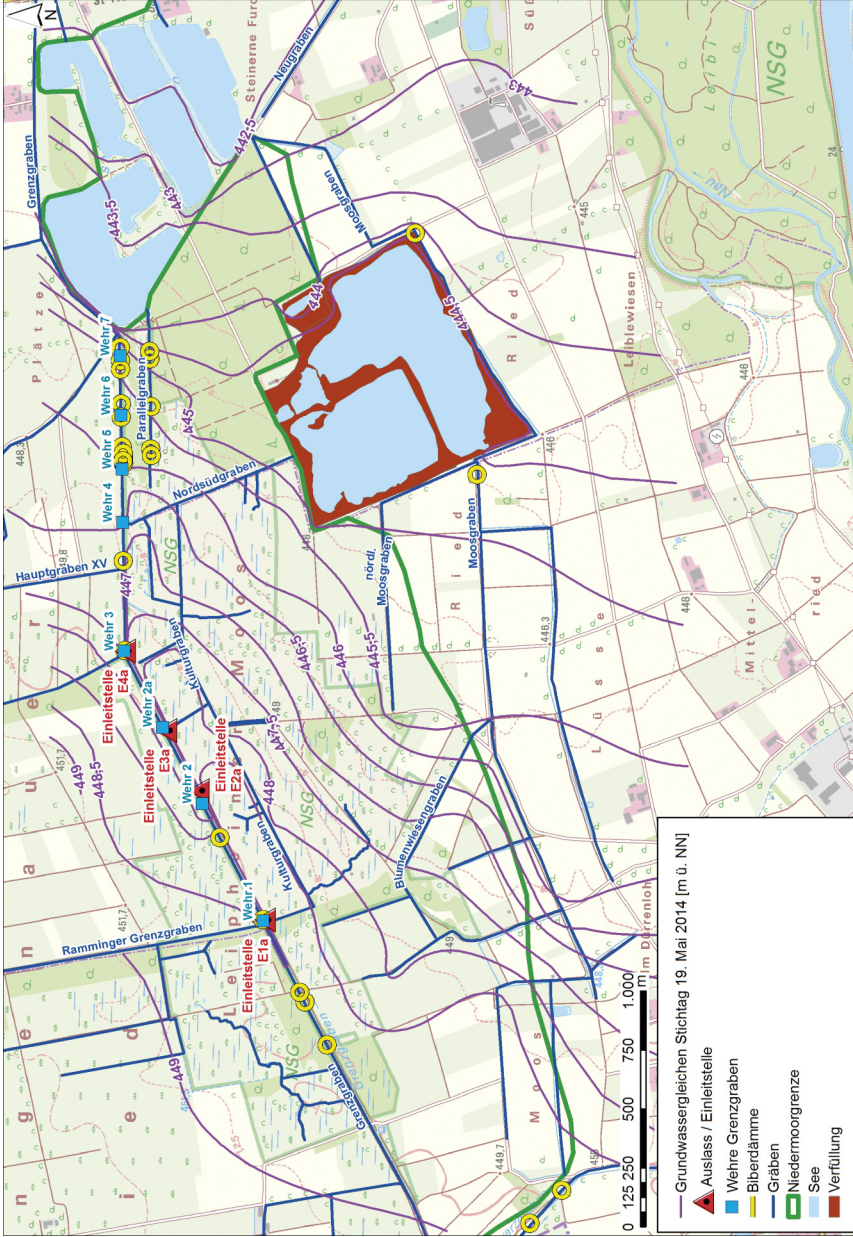


Abb. 2: Leipheimer Moos mit Entwässerungssystem und Grundwassergleichen vom 19. Mai 2014 (Nutzung der Kartengrundlage mit Genehmigung der Bayerischen Vermessungsverwaltung 251/12)

Leipheimer Moos with drainage system and groundwater contours from 19th May 2014

Biberdämme vorhanden, die das Grabenwasser in das südlich gelegene Moor ableiten. Auf dieser Strecke ist der Graben bereits in den Kiesgrundwasserleiter eingetieft. Unterhalb Wehr 1 (bis Wehr 6) bildet der Graben einen Vorfluter auch für das Grundwasser. Am Südrand des Gebietes sind mehrere Drängräben (Moosgräben) angelegt, die bereits den Kiesgrundwasserleiter entwässern. Die durch Kiesabbau entstandenen Seen wurden am Südrand mit Ton oder Lehm abgedichtet. Dies führt zu einem Ablenken des Grundwasserstroms (Abb. 2) mit streckenweiser Exfiltration des Grabens am Südrand der Seen (Abb. 4).

Der kalkhaltige Niedermoortorf ist auf den Niederterrassenschottern der Donau entstanden. Die Basis des Torfes bilden meist sandig-schluffige Lagen (meist in dm-Mächtigkeit). Die maximale Torfmächtigkeit beträgt am Nordrand des Gebietes (Grenzgraben) 1,5 - 1,3 m; am Südrand sind Anmoorböden über dem Kies verbreitet. Der Torf ist 0,4 - 0,6 m u. GOK stark humifiziert. Durch Abtorfung und Moorsackung hat sich eine sehr heterogene und kleinräumig gekammerte Geländeoberfläche ausgebildet. Im Niedrigwasserfall können Grundwasser-Flurabstände bis zu 1,5 m auftreten (Abb. 5).

Die Schichtfolgen der Kiese und die überlagernden Torfe durchfließt von NW nach SE ein Grundwasserstrom (Abb. 2). Die Grundwasserpotentiale im Kies- und Torfgrundwasserleiter sind ähnlich hoch; es wird von einer signifikanten hydraulischen Verbindung zwischen den beiden Einheiten ausgegangen. Es besteht ein gespanntes Grundwasservorkommen im Kiesgrundwasserleiter. Bei Niedrigwasser entsteht ein freies ungespanntes System (Abb. 5).

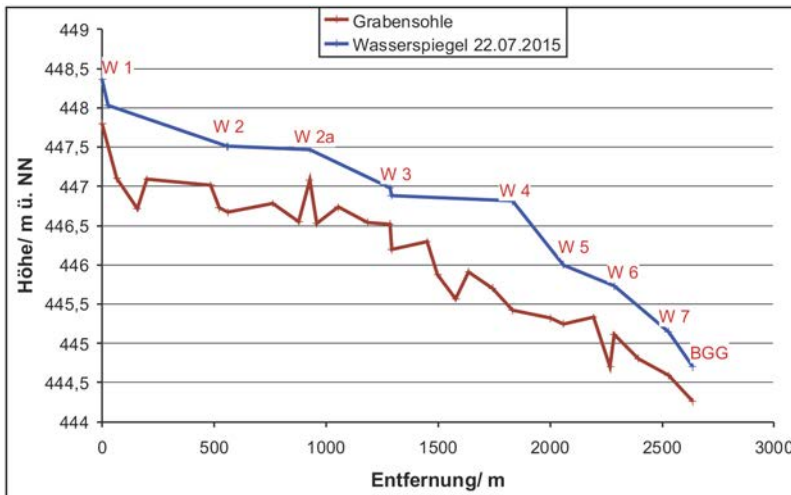


Abb. 3: Längsprofil im Grenzgraben zwischen Wehr 1 (Wehr = W), Wehr 7 und Messstelle BGG (Datum: 22.7.2015; östlich des Wehres 4 versteilt sich das Gefälle)

Longitudinal section within the Grenzgraben between weir 1 and 7 and measuring point BGG (Date: 22.7.2015; to the east of weir 4 the slope steepens)

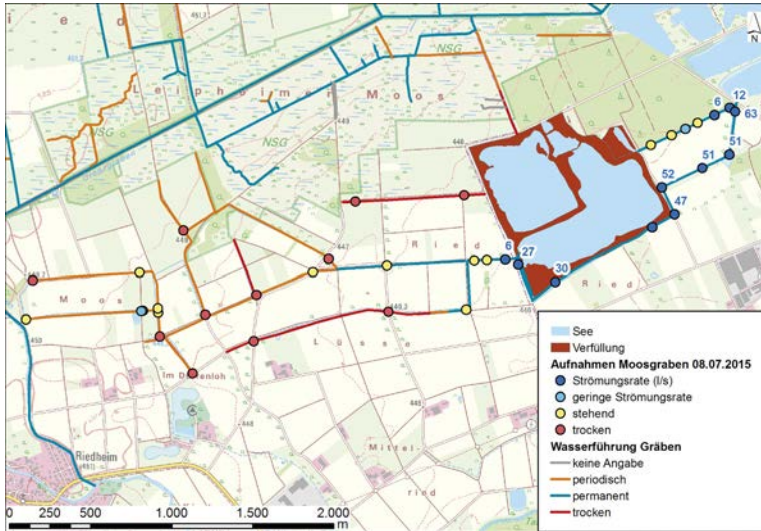


Abb. 4: Lageplan mit Abflussverhältnissen im Moosgraben (Nutzung der Kartengrundlage mit Genehmigung der Bayerischen Vermessungsverwaltung 251/12)
Location map of the drainage situation within the Moosgraben

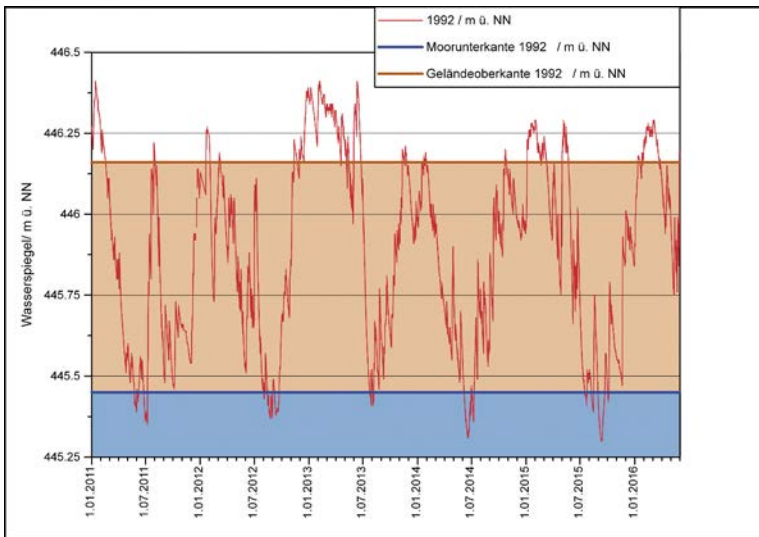


Abb. 5: Zeitanglinie der Grundwasserstände am Pegel 1992 mit Moorunterkante und Geländeoberkante (in den Spätsommer- und Herbstmonaten erreicht das Grundwasser des Kiesgrundwasserleiters den Torfkörper nicht mehr)
Timeline of groundwater levels at well 1992 indicating the base of the moor and the ground surface level (within the months of late summer and autumn the groundwater within the gravel aquifer can't reach the peat body)

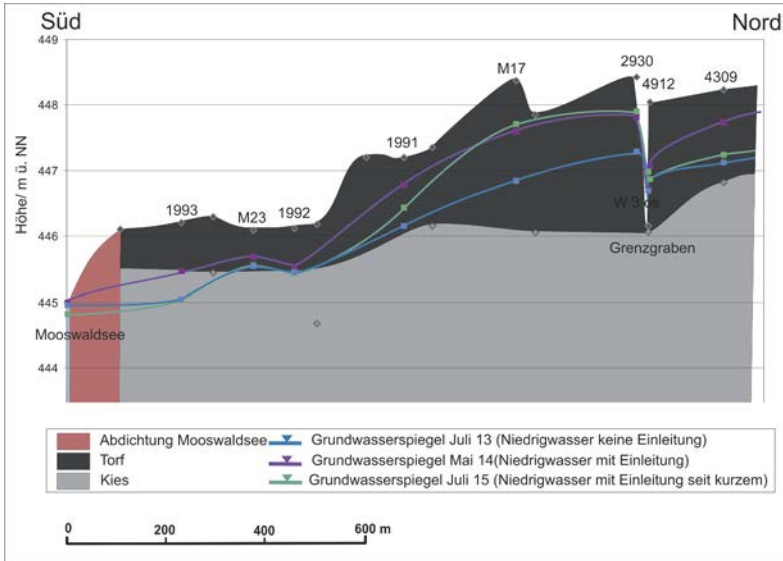


Abb. 6: Hydrogeologisches N-S Profil im Niedermoor zwischen Grenzgraben und Mooswaldsee (Die Wasserspiegel zeigen deutlich den Einfluss der Einleitung und zugleich die Abnahme der Auswirkung im südlichen Randbereich)
 Hydrogeological N-S cross section within the fen between Grenzgraben and Mooswaldsee (The groundwater levels clearly show the influence of the irrigation in the northern section, but the influence decreases toward the southern marginal zone)

Wie die Grundwassergleichenkarte (Abb. 2) zeigt, wird der Grenzgraben oberhalb Wehr 1 vollständig unterströmt. Im Ostteil (zwischen Wehr 1 und Wehr 6) wirkt der Graben als Vorfluter. Hier ist der Zustrom aus dem Langenauer Moos somit verringert. Dies zeigt die Darstellung in Abbildung 6. Durch die Biberdämme wird allerdings zwischen Wehr 5 und 7 das Grabenwasser nach Süden abgeleitet und der Graben nimmt in seiner Vorflutwirkung ab. Das Grundwasser wird durch die späteren Seeabdichtungen (Dichtungsschürzen) im Mooswaldsee abgelenkt und dem Moosgraben zugeleitet. Aufgrund der mehrmaligen Richtungsänderung erfolgt streckenweise wieder eine Exfiltration in den Kiesgrundwasserleiter (Abb. 4). Die Wirkung der Moosgräben am Südrand reicht über den Kiesgrundwasserleiter nach Norden und wirkt somit weit in das Moorgebiet hinein. Andererseits wird der Zustrom über die Vorflutwirkung des Grenzgrabens abgeschnitten.

2.3 Ungesättigte Zone

Die Auswertung der Diviner-Bodenfeuchte-Messungen im Leipheimer Moos zeigt, dass in 20 cm Tiefe außerhalb des direkten Einflusses der Einleitung meist ein Rückgang der Bodenfeuchte in den Sommermonaten auftritt, während der Boden in 40 cm Tiefe fast überall durchgehend gesättigt ist (Abb. 7 und 8).

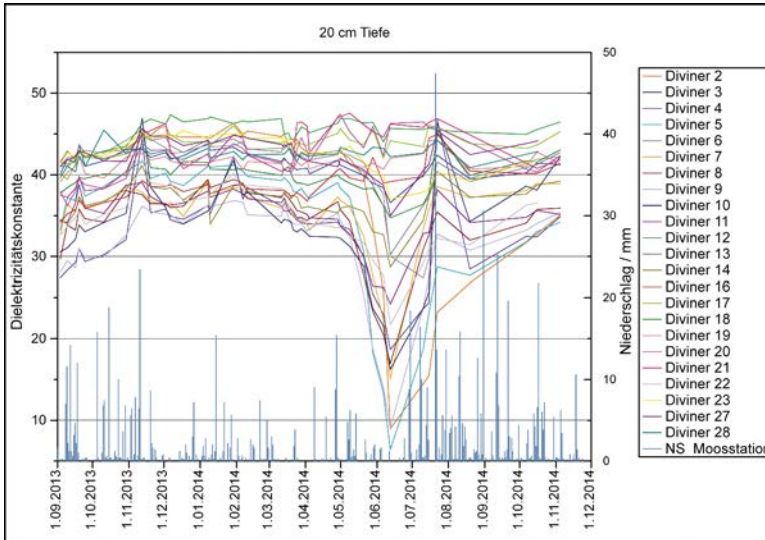


Abb. 7: Zeitanglinien des Wassergehaltes an ausgewählten Divinern in 20 cm Tiefe (die Ganglinien zeigen eine deutliche Abhängigkeit zum Niederschlags- und Verdunstungsgeschehen)
 Water content timelines at Diviner pipes at a depth of 20 cm (The hydrographs indicate a clear relation to precipitation and evaporation)

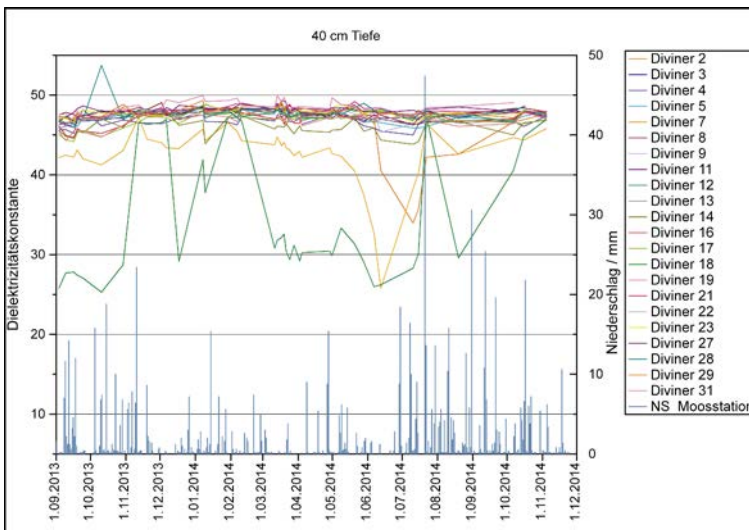


Abb. 8: Zeitanglinien des Wassergehaltes ausgewählter Divinern in 40 cm Tiefe (bei den meisten Divinern ändern sich die Wassergehalte in der Tiefe nur sehr gering. Deutlich ist die sommerliche Austrocknung erkennbar.)
 Water content timeline at Diviner pipes at a depth of 40 cm (Most of the Diviners show only small changes of water content with depth. The dehydration during summer is clearly visible.)

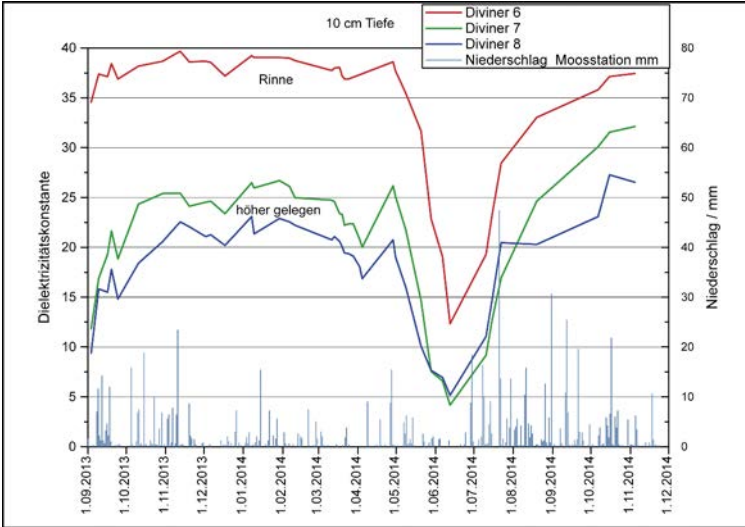


Abb. 9: Zeitanglinien des Wassergehaltes an den Divinen 6 - 8 in 10 cm Tiefe
 Water content timeline at Diviner 6 - 8 at a depth of 10 cm

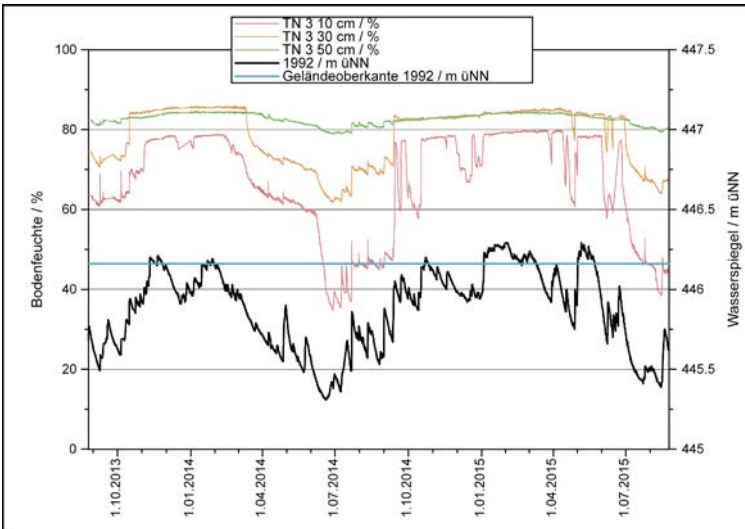


Abb. 10: Wasserstände der GW-Messstelle 1992 und Bodenfeuchte anhand der TDR-Sonden der „Moosstation“ am Standort TN 3 in 10, 30 und 50 cm Tiefe (Geländeoberkante Pegel 1992 = Geländeoberkante TN 3; Flurstabstand Pegel 1992 = Flurstabstand TN 3 bis 20 cm)
 Groundwater levels at the monitoring well 1992 and soil moisture based on TDR measurements at the location TN 3 at 10, 30 and 50 cm depth (Ground level of site 1992 = ground level of TN 3; distance to ground water at site 1992 = distance to ground water at TN 3 up to 20 cm)

Die Diviner-Reihe im Leipheimer Torfstich befindet sich in nord-südlicher Ausrichtung auf der Hochfläche nördlich des Einleitungsbereichs E4a (Abb. 12). Die Reihe besteht aus 3x3 Divinern, welche jeweils in geringem Abstand (1,5 - 3 m) zueinander gesetzt wurden, um die kleinräumige Heterogenität zu erfassen. Die Bodenfeuchte ist hier stark vom Kleinrelief bestehend aus Rinnen- und Buckeln abhängig. Die Rinnen sind dabei deutlich feuchter als die höher gelegenen Bereiche, was sich auch in der „grünere“ Vegetation abzeichnet.

Durch die Hinzunahme von nahe gelegenen Grundwassermessstellen kann die Interaktion zwischen ungesättigter und gesättigter Zone untersucht werden.

Die Messungen in der „Moosstation“ werden in Abbildung 10 mit den Wasserständen der GW-Messstelle 1992 verglichen. Die Wasserstände und die Bodenfeuchte sind stark von der Witterung abhängig, wobei die Bodenfeuchte auch nach starken Regen nach oben abnimmt. Überschreitet das Grundwasser einen Stand von ca. 446 m ü. NN, ist der Boden bei TN 3 ab 10 cm u. GOK gesättigt. Bei einer Überschreitung von 445,8 m ü. NN ist der Boden ab 30 cm u. GOK gesättigt. Unter Einbeziehung des niedrigeren Grundwasserstands ist der Boden also 15 cm oberhalb des Grundwassers gesättigt.

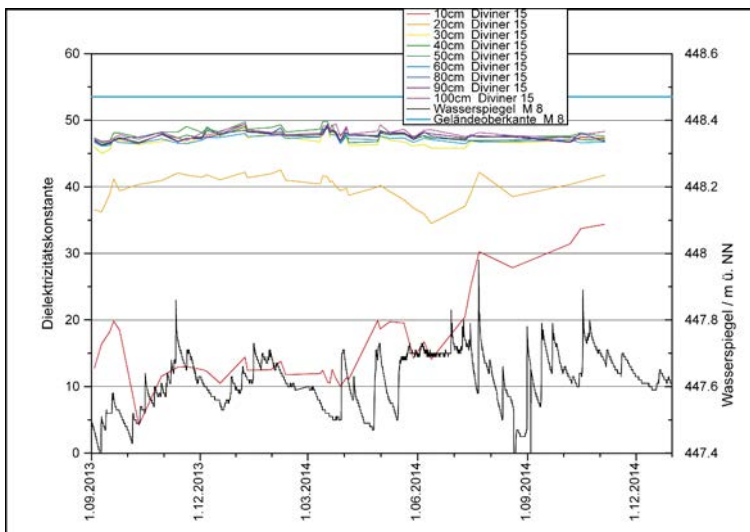


Abb. 11: Feuchtemessungen am Diviner 15 (Eine Beziehung zur Verdunstung zeigen nur die Einbautiefen 10 und 20 cm. Direkt vergleichbar mit dem Wasserstand in der Messstelle ist zeitweise nur die Tiefe 10 cm)

Moisture measurements at Diviner 15 (The relation to evaporation is only shown at a depth of 10 and 20 cm. A direct relation to the water level of the measuring site is occasionally shown only at a depth of 10 cm)

Die Grundwassermessstelle M 8 am südöstlichen Rand des Einleitungsbereiches E4a liegt in der Nähe von Diviner 15, welcher ca. 40 m von diesem Einleitungsbereich entfernt liegt. Dabei müssen die unterschiedlichen Geländeoberkanten der beiden beachtet werden (s. Abb. 11). Bei beiden Punkten kann in etwa der gleiche Grundwasserstand über Normalnull angenommen werden, das Grundwasser bei Diviner 15 liegt also bei ca. 17 bis 76 cm u. GOK. Nach der Divinermessung ist der Boden ab 20 cm u. GOK fast vollständig gesättigt. Die Sättigung in 10 cm Tiefe ist zu Beginn der Messperiode gering und steigt nach einem starken Regen am 20.07.14 dauerhaft deutlich an, während das Grundwasser nur mit einem kurzzeitigen Anstieg reagiert. Die Wasserspeicherkapazität ist hier aufgrund der höheren Moormächtigkeit (über 1,5 m) deutlich höher als an der Moosstation.

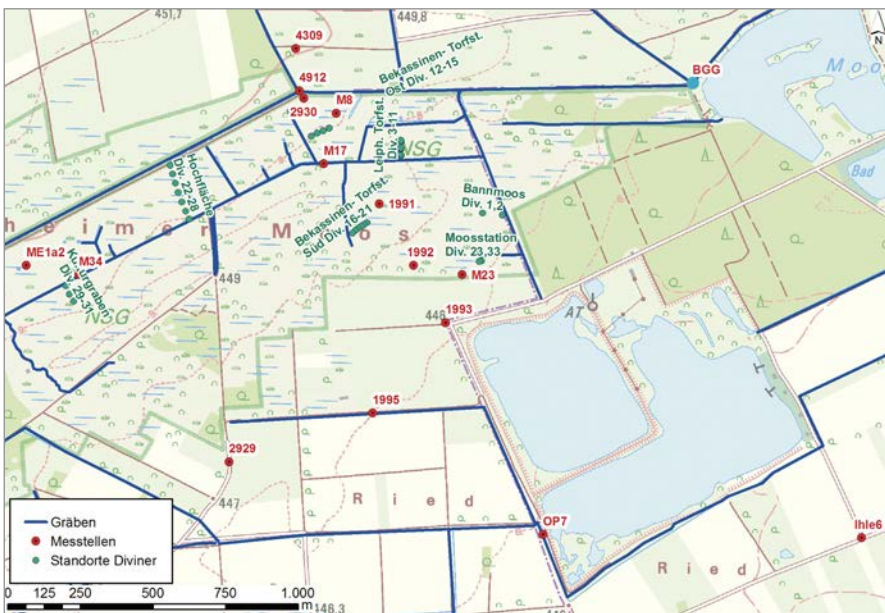


Abb. 12: Lage der Divinermessstandorte im Leipheimer Moos (Die Wasserflächen sind die im Text erwähnten Mooswaldseen. Nutzung der Kartengrundlage mit Genehmigung der Bayerischen Vermessungsverwaltung 251/12.)

Sites of the diviners in the Leipheimer Moos

2.4 Grundwasserstände

Das System reagiert sehr rasch auf einen Niederschlagseintrag. Die Grundwasserstände zeigen einen ausgeprägten Jahresgang (Abb. 5).

Am Beispiel eines Niederschlags im Mai 2015 wurde der Abfluss dargestellt (Abb. 13). Es zeigt sich, dass die Grundwasserstände im Kiesgrundwasserleiter sehr rasch auf Niederschläge reagieren. Die Abflussstation OP 7 am Moosgraben zeigt ein ähnliches Verhalten wie die Wasserstände der umliegenden Kiespegel.

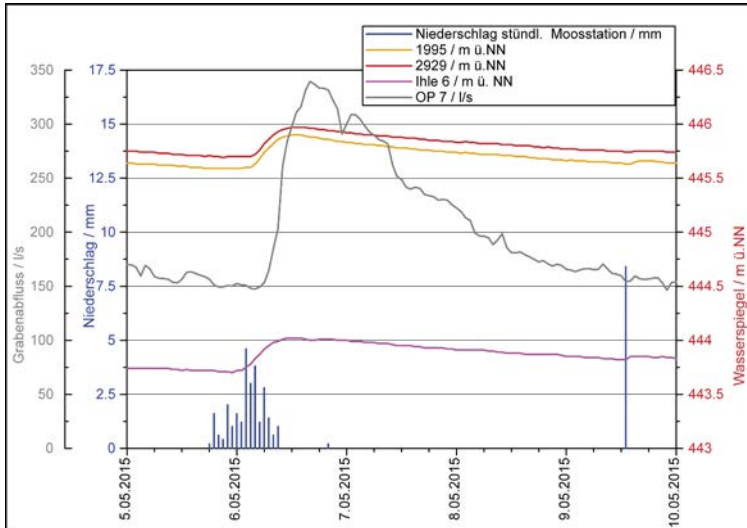


Abb. 13: Direkter Zusammenhang zwischen Niederschlagsereignis und Reaktion der Grundwasserstände (2929, 1995 und Ihle 6) sowie Grundwasserabflüsse (OP7) aus dem Kiesgrundwasserleiter (Die Zeitdauer der Abflussereignisse ist ähnlich lang.)

Direct relation of precipitation, groundwater levels (2929, 1995, and Ihle 6) and groundwater discharge (OP7) from the gravel aquifer (The timescales of the discharge events are similar.)

Das Leipheimer Moos mit einer Länge von 2,5 km und 0,9 km Breite verläuft mehr oder weniger parallel zur Grundwasserfließrichtung. Der Zustrom über die Nordflanke ist durch den Grenzgraben eingeschränkt und der Südrand wird durch Gräben im Kies aktiv entwässert. Die bei der Rekultivierung des südlich des Moores gelegenen „Mooswaldsees“ eingebrachte Dichtung wirkt aufgrund ihrer spitzwinkligen Lage zur Grundwasserfließrichtung nur wenig: Es entstehen lediglich einfache Grundwasserablenkungen nach Osten und Süden ohne nennenswerte Rückstauwirkung.

3. Oberflächenwassereinleitung

Mittels einer etwa 3,5 km langen unterirdischen Leitung wird im freien Gefälle Oberflächenwasser aus der Nau eingeleitet (MÄCK 2012, 2015). Die Einspeisung in das Gebiet erfolgt über 4 Auslässe in die Torfstiche. Das eingeleitete Wasser (max. 90 l/s) wird aus den Torfstichen über ehemalige Entwässerungsgräben in das Moor geleitet.

Aufgrund der wasserrechtlichen Auflagen wird die Einleitung durch Markpegel bestimmt. Das derzeitige Einspeisesystem ist nicht zonenorientiert gesteuert, sodass die Einleitung zeitlich stark reglementiert ist.

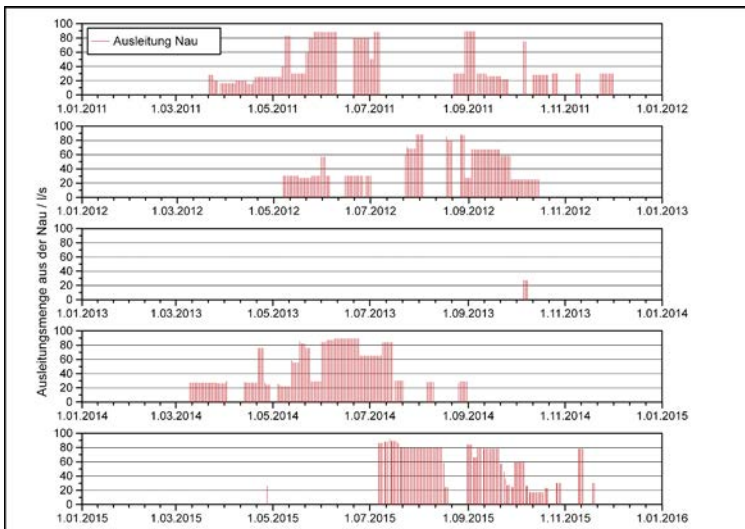


Abb. 14: Wasserausleitung aus der Nau nach den Betriebstagebüchern
Withdrawal of water from the Nau based on operational logs

Die derzeitige Einleitung erreicht nur die Senken, i. d. R. ehemalige Handtorfstiche. In den Hochlagen wird wie oben beschrieben auch weiterhin die saisonale Austrocknung der Oberböden erfolgen. In den Einleitbereichen kommt es dagegen zu einer deutlichen Aufhöhung der Wasserstände in den Kies- und Moorgrundwasserleitern (Abb. 15, Abb. 16). Mit diesem bisher sehr begrenzten Einleitungsregime können mindestens 75, wahrscheinlich jedoch über 100 ha Moorfläche wiedervernässt werden. Auf etwa 35 ha zeigen die Pegelauswertungen eine geringe bis mäßige Überstauung, auf weiteren 40 ha steigt der Wasserstand auf 30 cm unter GOK. Vermutlich sind die Auswirkungen durch Speicherung des Wassers im Torfkörper und im Wurzelraum aber noch weiträumiger und es wird dadurch mittel- und langfristig auf weit größerer Fläche eine Änderung der Vegetationsgesellschaften zu niedermoor typischen Gesellschaften geben.

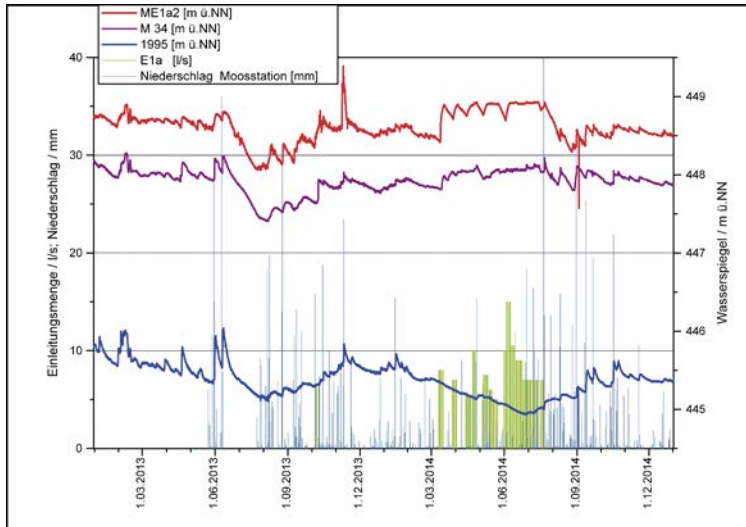


Abb. 15: Auswirkungen der Einleitung an Grundwassermessstellen (Im Umfeld der Einleitungen ist eine deutliche Erhöhung der Grundwasserstände messbar (GWM ME1a2, M 34), während weiter südlich im Kies keinerlei Auswirkungen vorhanden sind (GWM 1995).)

Impacts of the irrigation at groundwater monitoring wells (In the vicinity of the irrigation, a clear groundwater level increase can be observed (GWM ME1a2, M34), whereas further south no impacts within the gravel exist (GWM 1995).)

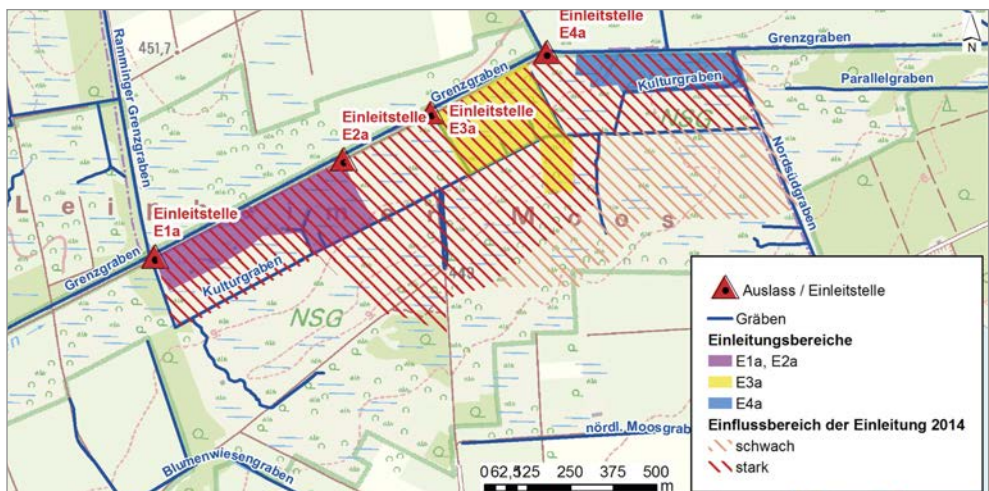
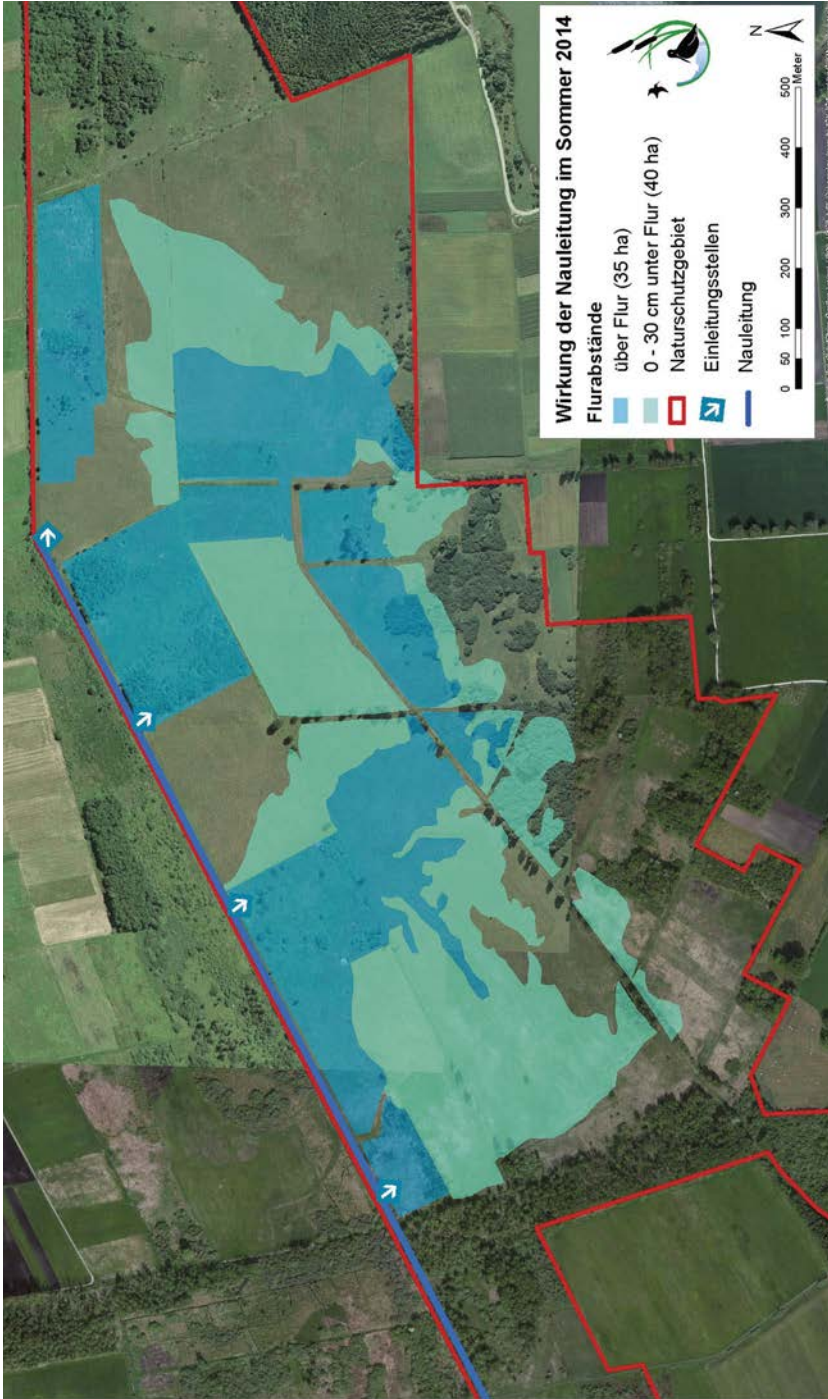


Abb. 16a: Einleitungsbereiche und Grundwassereinflussbereiche der Einleitung 2014 (Nutzung der Kartengrundlage mit Genehmigung der Bayerischen Vermessungsverwaltung 251/12.)

Irrigation areas and areas of groundwater affected by the irrigation of 2014.



Um das hydrologische System zu optimieren werden nun weitere Maßnahmen geplant:

- Reduzierung der Vorflutwirkung des Grenzgrabens (zwischen Wehr 3 und 5)
- Beseitigung der Hauptentwässerungszonen
- Basiseinleitung ganzjährig
- Reduzierung der Vorflutwirkung der Moosgräben und Umbau des südlichen Drainsystems

Um den Wasserrückhalt zu verbessern sind die bestehenden randlichen und inneren Entwässerungsgräben umzubauen. Die geringe Reichweite der Auswirkung ist bewiesen. Dies steht im Zusammenhang mit der hohen Durchlässigkeit der unterlagernden Kiese.

4. Erste Ergebnisse bei Flora und Fauna

Die Tier- und Pflanzenwelt reagierte spontan sehr positiv: Ausbreitung der Amphibien im Vernässungsbereich, Anstieg der Bekassinen-Brutpopulation (*Gallinago gallinago*), ungewöhnlich viele rufende Wasserrallen, erfolgreiche Kiebitz- und Schwarzkehlchen-Bruten, ständiges Jagdgebiet mehrerer Rohrweihen (*Circus aeruginosus*), bis zu 18 Weißstörche (*Ciconia ciconia*) über mehrere Wochen regelmäßig im Gebiet, Zunahme an Schmalblättrigem Wollgras (*Eriophorum angustifolium*), Fleischfarbenem Knabenkraut (*Dactylorhiza incarnata*) und der Sumpfstendelwurz (*Epipactis palustris*), Wandel flächiger Schafschwingel-Bestände in Seggenriede. Es ist davon auszugehen, dass diese positiven Entwicklungen anhalten werden (MÄCK 2015).

Zunächst lässt sich anhand der Vegetationsentwicklung in einem der vier Einleitungsgebiete die positive Wirkung der Wiedervernässung bereits nach einem Jahr unzweifelhaft dokumentieren (Abb. 17) (EGLSEER 2012).

Besonders interessant jedoch ist die Entwicklung der Brutpopulation der Bekassine (*Gallinago gallinago*), einer typischen Niedermoor-Charakterart (Abb. 18 und 19): Ihre Population hat wieder in etwa die Größe wie in den 1960er Jahren erreicht und hat sich damit seit dem Tiefststand in den 1990er Jahren fast verdreifacht (MÄCK & SCHILHANSL 2012). Dies ist im Übrigen ein besonders herausragender Erfolg, denn die Bestände des „Vogel des Jahres“ 2013 haben in Deutschland im selben Zeitraum um weit über 60 % abgenommen (NABU sine anno).

Dabei ist in Abbildung 18 deutlich zu erkennen, dass einzelne Bekassinen neue Brutplätze vor allem aufgrund der Wiedervernässung gefunden und besiedelt haben. Auch zeitliche Zusammenhänge zwischen den großflächigen Entbuschungsmaßnahmen und der Wiederbewässerung der Torfstiche als potentielle und später tatsächliche Brutplätze lassen sich erkennen.

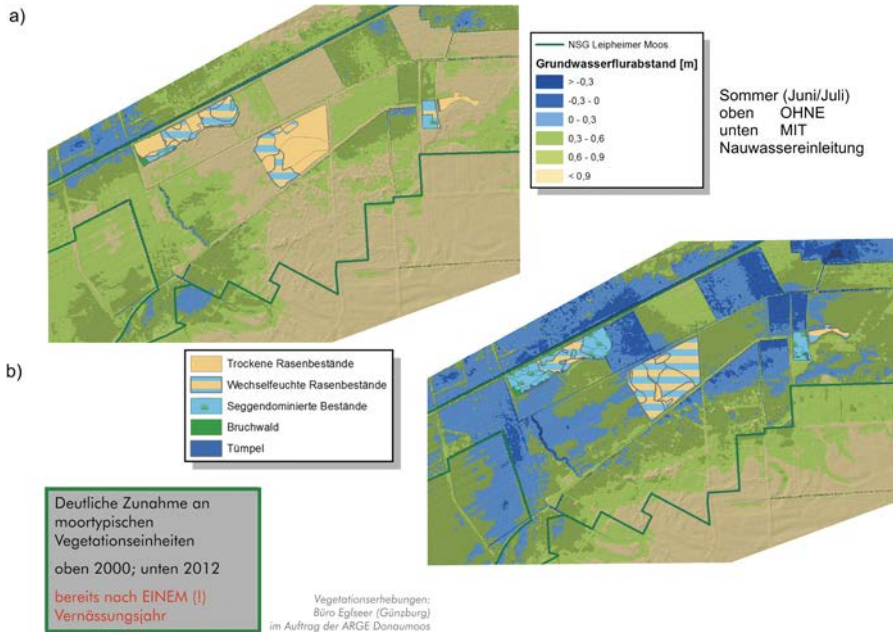


Abb. 17a, b: Änderung der (groben) Vegetationseinheiten in drei ausgewählten Gebieten im NSG „Leipheimer Moos“: a) Zustand vor Wiedervernässung (2000), b) Zustand nach einem Jahr Wiedervernässung (2012) (Abb. aus MÄCK 2015)
hanges of (coarsely divided) vegetation zones in three selected areas of the nature reserve „Leipheimer Moos“: a) situation without rehydration, b) situation after one year of rehydration

Diese positiven Entwicklungen, zum größten Teil Reaktionen auf die großflächigen Wiedervernässungs- und Pflegemaßnahmen, sind ermutigend und nähren die Hoffnung, dass die Sanierungsanstrengungen noch nicht zu spät kommen.

5. Schlußfolgerungen

1. Der natürliche Grundwasserzustrom in das Gebiet ist durch die randlichen Grabensysteme stark beschränkt. Zusätzlich wird durch die Entwässerungssysteme der Gebietsabfluss sehr begünstigt. Die Lage der Kiesseen bzw. ihre Abdichtung haben nur geringe Auswirkung auf eine Verhinderung der Ausspiegelung.

2. Die bisherige Einleitung in die Torfstiche am Nordrand macht eine Verteilung im Gebiet im Wesentlichen nur über die Gräben und Senken möglich. Die Vernässungsfläche entspricht nur einem geringen Teil der Gesamtfläche. Die „Hochlagen“ (nicht abgetorfte Bereiche) werden nicht erreicht.

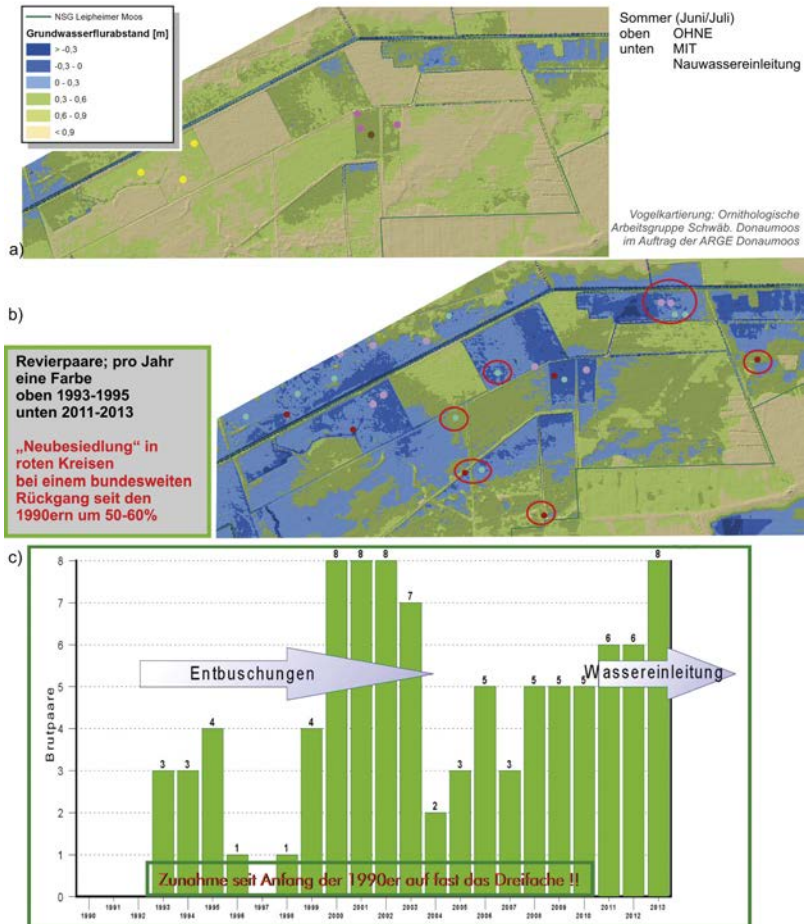


Abb. 18: Langjährige Populationsentwicklung der Bekassine (*Gallinago gallinago*) im Schwäbischen Donaumoos seit 1962 mit Anzahl der Brutpaare in Teilgebieten ab 1993. (Quelle: 1962-1970 SCHILHANSL & BEZZEL in STEINBACHER (sine anno), Anfang 1970er aus HÖLZINGER & MICKLEY 1974, ab 1993 Kartierungsdaten der Ornithologischen Arbeitsgruppe Schwäbisches Donaumoos; Abb. aus MÄCK 2015)

Long-standing development of the snipe (*Gallinago gallinago*) population within the Schwäbisches Donaumoos since 1962 with number of breeding pairs since 1993 within sub-areas

3. Um die Moormineralisation zu reduzieren, sind die Austrocknungszonen zwischen 0 - 0,4 m u. GOK durch den Umbau des alten Entwässerungssystems zu erreichen.

4. Um die Besorgnis der konkurrierenden Nutzungen zu beseitigen sind die südlichen Randgräben zu verändern.

5. Die bisherige 5-jährige Beweissicherung hat die anfangs durchgeführten Modellrechnungsprognosen bestätigt (HAMMER et al. 2009). Auf der Basis der Erkenntnisse ist der weitere schrittweise Ausbau der interen Vernässung möglich und für den Moorerhalt notwendig.

6. Die Reaktion von Flora und Fauna war überraschend positiv. Insbesondere die sofortige, positive Reaktion der Bekassine als klassischem Niedermoor-Vogel war erstaunlich. Bei einem bundesweiten extremen Niedergang der Populationen ist eine Steigerung auf das Mehrfache ein sehr bemerkenswertes Ereignis.

6. Literaturverzeichnis

BAYERISCHES LANDESAMT FÜR UMWELTSCHUTZ (BayLfU) (2012): Entwurf einer kulturlandschaftlichen Gliederung. http://www.lfu.bayern.de/natur/kulturlandschaft/kulturlandschaftliche_gliederung/index.htm; zuletzt gesehen am 18.01.2014

BAYERISCHE LANDESANSTALT FÜR BODENKULTUR UND PFLANZENBAU (BayLBP) (1993): Sanierung des Donauredes - moorkundliche Untersuchungen Donaured Teil Günzburg (unveröffentlicht). – 35 S.

EGLSEER, C. (2012): NSG Leipheimer Moos: Vegetationsuntersuchung auf wiedervernässten Teilflächen 2012 – Endbericht. – Unveröffentlichtes Gutachten im Auftrag der ARGE Donaumoos. – 11 S.

HAMMER, G., K.-H. PRÖSL, U. MÄCK & DEMARTIN, G. (2009): A modeling system for re-irrigation of a bog along the river Danube (Donaumoos) in southern germany. – Im Tagungsband der Irrigation and Drainage Conference 2009, Irrigation Australis Ltd., Swan Hill, Australia 18-21 Oct 2009*: 7 S.

NATURSCHUTZBUND DEUTSCHLAND (NABU), sine anno: Die Bekassine – Vogel des Jahres 2013. – 31 S.

MÄCK, U. (1995): Aufgaben der „Arbeitsgemeinschaft Schwäbisches Donaumoos e. V.“. – In: MÄCK, U. & H. EHRHARDT: Das Schwäbische Donaumoos und die Auwälder zwischen Weißingen und Gundelfingen: 184-195; Augsburg (Settele-Verlag).

MÄCK, U. (1999): Regionale Konzepte: Schwäbisches Donaumoos. – In: KONOLD, W., R. BÖCKER & U. HAMPICKE (Hrsg.): Handbuch Naturschutz und Landschaftspflege. Ecomed-Verlag, Landsberg: Kap. X-2.2, S. 1 - 16.

MÄCK, U. (2009): Die Vogelwelt im Schwäbischen Donaumoos. – Osnabrücker Naturwissenschaftliche Mitteilungen **35**: 209 - 228.

MÄCK, U. (2012): 20 Jahre ARGE Donaumoos. – In MÄCK, U. & H. EHRHARDT (Hrsg.): Das Schwäbische Donaumoos. Niedermoore, Hang- und Auwälder: 184-223; Ulm (Schuber-Verlag).

MÄCK, U. (2014): Das Schwäbische Donaumoos – Geschichte eines Niedermooses. – S. 173 - 189. – In: FASSL, P. & O. KETTEMANN (Hrsg.): Mensch und Moor – Zur Geschichte der Moornutzung in Bayern. Begleitband zur gleichnamigen Ausstellung. Kronburg-Illerbeuren, 487 S.

- MÄCK, U. (2015): Die Wiedervernässung des Leipheimer Moores. – S. 89-113. – In: VISCHER-LEOPOLD, M. et al. (Hrsg.): Natura 2000 und Management in Moorgebieten. Naturschutz und biologische Vielfalt **140**: 313 S.; H. Bundesamt für Naturschutz Bonn-Bad Godesberg.
- MÄCK, U. & H. EHRHARDT (Hrsg.) (2012): Das Schwäbische Donaumoos. Niedermoore, Hang- und Auwälder. 240 S.; Ulm (Schuber-Verlag).
- MÄCK, U. & SCHILHANSL, K. (2012): Vögel. – In: MÄCK, U. & H. EHRHARDT (Hrsg.): Das Schwäbische Donaumoos. Niedermoore, Hang- und Auwälder. 130-147; Ulm (Schuber-Verlag).
- METZNER, J., KELLER, P., KRETSCHMAR, C., KRETTINGER, B., LIEBIG, N., MÄCK, U. & ORLICH, I. (2013): Kooperativer Naturschutz in der Praxis. Umsetzungsbeispiele der Landschaftspflegeverbände und ihre Bewertung. – Natur und Landschaft **45** (10/11): 315-321.
- SCHLOZ, W., U. MÄCK & RÖHRLE, B. (2011): Hydrogeologie des Langenauer Donaurieds und seines verkarsteten Einzugsgebiets auf der Ostalb – Trinkwassergewinnung, Grundwasserschutz und Moor-Renaturierung. – Jahresberichte und Mitteilungen des oberrheinischen geologischen Vereins, Stuttgart. N.F. **93**: 269-283.
- SCHUCH, M. (1995): Moorentstehung, -kultivierung und derzeitige Nutzung. – In: MÄCK, U. & H. EHRHARDT (Hrsg.): Das Schwäbische Donaumoos und die Auwälder zwischen Weißingen und Gundelfingen: 14-21; Augsburg.

Anschriften der Verfasser:

Dr. K.-H. Prösl
 Th. Dittmann
 Sachverständigenbüro für Grundwasser Anders & Raum
 Hintelsberg 2
 D-84149 Velden

G. Demartin
 Dr. U. Mäck
 Arbeitsgemeinschaft Schwäbisches Donaumoos e. V.
 Radstraße 7a
 D-89340 Leipheim
 E-Mail: maeck@arge-donaumoos.de

Manuskript eingegangen am 6. Juli 2016

