©Naturwissenschaftlicher Verein für Schwaben, download unter www.zobodat.at

Martin Foldenauer, Kerstin Schnalzger & Arne Friedmann

Untersuchungen zur Gewässerqualität im Schwäbischen Donaumoos

Zusammenfassung

Moore sind wichtige Lebensräume für seltene Tier- und Pflanzenarten; zudem spielen sie für den Natur- und Klimaschutz eine wichtige Rolle. Um deren Rolle für die Umwelt und das Klima zu erhalten oder wiederherzustellen, werden einige Moore wiedervernässt, so z. B. auch das Schwäbische Donaumoos. In einem Arbeitsprojekt des Instituts für Geographie der Universität Augsburg wurden die Wasserqualität von Grund- und Oberflächengewässern im Schwäbischen Donaumoos untersucht. Ziel der Untersuchungen ist die Ableitung von weiteren Handlungsmaßnahmen für die Wiedervernässung. Ein wichtiges Ergebnis der Untersuchungen ist, dass durch die Wiedervernässungsmaßnahmen in das Leipheimer Moos Nährstoffe aus der Nau gelangen. Hier sollten weitere technische Maßnahmen vorgenommen werden, um den Nährstoffeintrag zu verringern. Im Vergleich zu Messdaten von vor Beginn der Wiedervernässungsmaßnahmen zeigt sich, dass an einigen Stellen eine Erhöhung der Phosphat-Werte eingetreten ist. Für die Planung der Wiedervernässung des Gundelfinger Mooses ist der Eintrag von Nährstoffen durch das verwendete Wasser in das Moor ebenfalls zu berücksichtigen. Um den Nährstoffeintrag in die beiden Moore zu verringern, wäre eine Extensivierung der Landwirtschaft in der Umgebung der Moore und entlang der Nau sinnvoll; u. a. sollte die Ausbringung von Gülle und die Düngung der landwirtschaftlichen Flächen verringert werden.

Summary

Mires are very important habitats for rare animal and plant species and play an important role in climate change. To maintain their function for the global climate system and the environment, suitable mires are protected and/or revitalised. An example is the fen "Schwäbisches Donaumoos" in Bavaria east of Ulm. In a project of the Institute of Geography of the University of Augsburg, the quality of the fen surface and ground water were examined to derive recommendations for the restitution of the fen. An important result of the study is that nutrients are being transported from the river Nau into the Leipheimer Moos. For that fen, technical measures should be introduced to improve water quality. Compared to measurements from 1988, the recent values show increased phosphate levels. In the planning for the rehydration of the Gundelfinger Moos, this fact must be considered. An important measure would be to reduce the amount of fertilizers and liquid manure used in the agricultural areas around the fen.

Anschrift der Verfasser:
Martin Foldenauer, M.Sc. Geographie; Kerstin Schnalzger, B.Sc. Geographie;
Univ.-Prof. Dr. Arne Friedmann, AG Biogeographie,
Institut für Geographie, Universität Augsburg, Alter Postweg 118, D-86135 Augsburg.

©Naturwissenschaftlicher Verein für Schwaben, download unter www.zobodat.at

1. Einführung und Zielstellung

Moore spielen eine wichtige Rolle für den Klimaschutz, da sie große Mengen an Kohlenstoff speichern. Laut LfU (2013) können Moore auf der gleichen Fläche die sechsfache Kohlenstoffmenge wie ein Wald speichern; Moore sind also wichtige Senken im globalen Kohlenstoffkreislauf. Dies gilt jedoch nur für intakte Moore. In Mitteleuropa können viele Moore durch die Nutzungsintensivierung ihre ökologische Funktion nicht mehr erfüllen: Circa 90% der Niedermoore und 50% der Hochmoore sind renaturierungsbedürftig; in Bayern sind nur noch 5% der Moore intakt (Meier 2003, S.37 nach Pfadenhauer 1998, Ringler 1998). 99% der deutschen Moore sind laut dem Landesamt für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume des Landes Schleswig-Holstein (2012, nach Couwenberg & Joosten 2001) bereits durch Entwässerungsmaßnahmen geschädigt. Nur noch 1% der deutschen Moore weisen ein Wachstum auf (LfU 2005, nach Couwenberg & Joosten 2001). Allerdings ist ein Großteil der renaturierungsbedürftigen Moore renaturierungsfähig (LfU 2013). Durch die anthropogene Nutzung kommt es zur Freisetzung der klimarelevanten Spurengase Lachgas (N_2O) und Kohlenstoffdioxid (CO_2), während die Emissionen von Methan (CH_4) geringer werden (Drösler & Freibauer 2012). Um die Freisetzung der klimawirksamen Gase aus Mooren zu stoppen oder zumindest zu reduzieren, wird versucht, diese wieder zu renaturieren (z. B. Nutzungsextensivierung, Wiedervernässung). Dies wird auch im Schwäbischen Donaumoos versucht. Hier betreut die Arbeitsgemeinschaft Schwäbisches Donaumoos e.V. (Leipheim-Riedheim) die Renaturierungsmaßnahmen.

Ziel der Untersuchungen von Oberflächengewässern und des Grundwassers im Schwäbischen Donaumoos war die Erfassung der folgenden Parameter: Wassertemperatur, Leitfähigkeit, Ammonium-, Nitrit-, Nitrat-, Phosphat- und Sauerstoffgehalt sowie der pH-Wert. Mit Hilfe dieser Parameter sollen mögliche anthropogene Einflüsse auf das Niedermoor herausgefunden sowie Möglichkeiten zur Minimierung dieser abgeleitet werden (Foldenauer 2015, Schnalzger 2014). Auch soll der Einfluss der Einleitung von Nauwasser in das Leipheimer Moos bzgl. des Eintrages von Nährstoffen abgeschätzt werden. Für das Gundelfinger Moos dienen die Untersuchungen zur weiteren Planung der Wiedervernässung.

2. Das Untersuchungsgebiet

Das Schwäbische Donaumoos liegt östlich von Ulm im Raum Leipheim, Gundelfingen und Günzburg (nicht zu verwechseln mit dem Bayerischen Donaumoos bei Neuburg-Ingolstadt). Es handelt sich ökologisch um ein eutrophes Niedermoor, hydrogenetisch um einen komplex zusammengesetzten Moorkörper aus Versumpfungs-, Auenüberflutungs- und Durchströmungsmooranteilen. Vegetationskundlich handelt es sich um ein Grasmoor, das durch Seggenriede und Röhrichte sowie Bruchwälder gekennzeichnet ist. Das Schwäbische Donaumoos besitzt laut Mäck (2012) eine Fläche von etwa 4.000 ha und setzt sich aus drei größeren Restmoorflächen (NSG) und dazwischenliegenden Anmoorbereichen zusammen: dem Leipheimer Moos, dem Gundelfinger Moos und dem Langenauer Ried in Baden-Württemberg.

Die Entstehung des Schwäbischen Donaumooses begann vor etwa 17 Millionen Jahren im Tertiär: Durch tektonische Prozesse bildete sich zwischen den Iller-Lech-Schotter-

©Naturwissenschaftlicher Verein für Schwaben, download unter www.zobodat.at

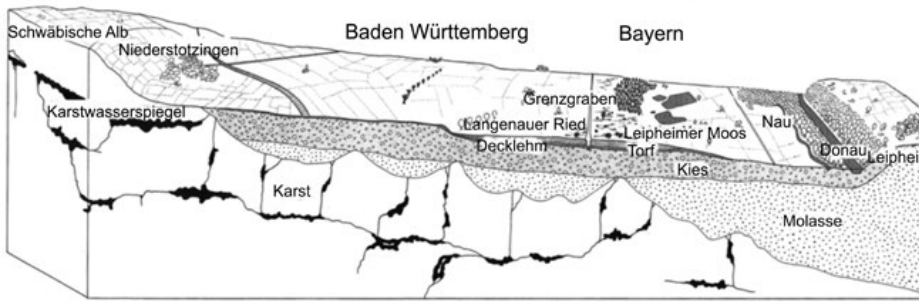


Abb. 1: Schematischer Schnitt des geologischen Aufbaus des Donaumooses (Quelle: SCHUCH 1995, nach FLINSPACH & MEHLHORN 1982)

platten und der Schwäbischen Alb eine Senke (SCHUCH 1995). Im Quartär gestaltete die frei mäandrierende Donau ein weites Mosaik aus Kiesbänken, Altarmen, Auwäldern und Niedermooren. Da das Schwäbische Donaumoos im Lee der Schwäbischen Alb liegt, fallen hier nur 600 – 700 mm Niederschlag im Jahr, was die Ausbildung eines Hochmoores verhindert hat. Zudem wurde das Niedermoor mit zusätzlichem Wasser bei Überflutungen der Donau und kalkhaltigem Hangzuschusswasser der Schwäbischen Alb gespeist. Das Schwäbische Donaumoos besitzt folgenden geologischen Aufbau: Der Torfkörper des Schwäbischen Donaumooses liegt über einer Decklehmschicht (Mächtigkeit 15 – 200 cm), diese wiederum über einer Kiesschicht (HARTEL et al. 1952) (vgl. Abbildung 1). Die Kiesschicht bedeckt den Molasse- und Karstkörper. Die Decklehmschicht sorgt für eine Stauung des Wassers. Der Torf besteht aus *Phragmites*- und *Carex*radizellentorf, welcher früher entlang der Terrassenkante eine Mächtigkeit von bis zu 4,90 m erreichte (HARTEL et al. 1952).

Vor der Industrialisierung in Deutschland wurde das Schwäbische Donaumoos extensiv genutzt: In der vorrömischen Zeit suchten die Bewohner der Randbereiche das Moor nur zur Jagd auf (MÄCK 2003b, nach WEIZENEGGER 1991, AUER 1963, KRAFT 1993). Eine intensive Nutzung des schwäbischen Donaumooses begann im 19. Jahrhundert mit dem Bau von Entwässerungsgräben, dem Torfabbau und der Trinkwassergewinnung. Zudem wurde zwischen 1806 und 1871 auch die Donau im Schwäbischen Donaumoos begradigt und reguliert. Durch Mäanderdurchstiche wurde die Donau im Untersuchungsgebiet um etwa 25 km verkürzt (LfU 1999a). Die Begradigung der Donau hatte gravierende Folgen für den Niedermoorkörper: Durch die Begradigung des Flusslaufes verkürzt sich die Fließstrecke, womit sich auch das Gefälle der Donau erhöht. Dies hat eine größere Fließgeschwindigkeit zur Folge, weshalb sich die Erosionskraft der Donau vergrößert. In der Folge schneidet sich die Donau in die Landschaft ein, was die Absenkung des Grundwasserspiegels nach sich zieht (etwa 3 m). So fallen Teile des Niedermoorkörpers trocken. Dieser Effekt wird noch durch die Trinkwassergewinnung durch den Zweckverband Landeswasserversorgung, Entwässerungsmaßnahmen und den Abbau von Kies verstärkt. Durch den Wasserverlust kommt es zu einer Mineralisation des Torfkörpers. Die Absenkung des Grundwasserspiegels hat zudem zur Folge, dass sich weniger feuchteliebende Arten im

©Naturwissenschaftlicher Verein für Schwaben, download unter www.zobodat.at

Schwäbischen Donaumoos ansiedeln können. Durch die Entwässerungsmaßnahmen des Niedermoorkörpers ist es möglich, den Kern des Niedermoors intensiv landwirtschaftlich zu nutzen. Eine intensive Nutzung des Niedermoorkörpers ist vor allem durch Wiesennutzung möglich. Durch die Intensivmahd verlieren auch viele Wiesenbrüter wie die Bekassine (*Gallinago gallinago*) oder der Kiebitz (*Vanellus vanellus*) ihre Brutplätze. Die häufigste Nutzungsform im Schwäbischen Donauried ist heute jedoch der Ackerbau (LfU 1999a).

3. Methoden

Die Wasseruntersuchungen erfolgten im August und September 2014. Die gewonnenen Wasserproben wurden bzgl. der Parameter Wassertemperatur, Leitfähigkeit, pH-Wert, Ammonium- (NH_4^+), Nitrit- (NO_2^-), Nitrat- (NO_3^-), Phosphat- (PO_4^{3-}) und Sauerstoffgehalt (O_2) untersucht. Die Bestimmung der Wassertemperatur erfolgte mit dem digitalen Einstichthermometer der Firma TFA mit einer Auflösung von 0,1°C (Messungenauigkeit im Bereich von –20°C bis 100°C maximal 1°C). Die Leitfähigkeit wurde mit dem Leitfähigkeitsmessgerät LF90 der Firma WTW (Wissenschaftlich-Technische Werkstätten GmbH) bestimmt; die Leitfähigkeit wurde zwecks einer besseren Vergleichbarkeit auf die Referenztemperatur von 25°C umgerechnet. Der Ammonium-, der Nitrit-, der Nitrat-, der Phosphat-, der Sauerstoffgehalt und der pH-Wert wurden mit dem Photometer „Aqua-Check 2“ der Firma Söll GmbH (Hof) bestimmt. Die Bestimmung des pH-Wertes in den Grundwasserproben erfolgte mit dem pH-Meter pentype (8685) mit einer Genauigkeit von 0,2.

In beiden Teilmooren wurden bei jeweils drei Messdurchgängen Proben aus Oberflächengewässern gewonnen. Im Gelände erfolgte die Probennahme wie folgt: Hier wurde aus den Oberflächengewässern die Probe direkt in einen Schöpfbecher abgefüllt und sofort bzgl. Leitfähigkeit, Wassertemperatur, pH-Wert und Sauerstoffgehalt untersucht. Die Wasserprobe für die weiteren Untersuchungen wurde in ein Glas mit Schraubverschluss abgefüllt und für den weiteren Transport in einer Kühlbox dunkel und kühl gelagert. Die Analyse der Parameter Ammonium, Nitrit, Nitrat und Phosphat erfolgte tags darauf (über Nacht wurden die Proben in einem Kühlschrank gelagert). Die Entnahme von Wasserproben aus Grundwasserpegeln erfolgte in beiden Teilmooren in jeweils zwei Messdurchgängen. Bei der Gewinnung der Grundwasserproben wurden fünf Liter Grundwasser mit einer Handpumpe in einen Behälter abgefüllt und anschließend auf die Wassertemperatur, den pH-Wert, die elektrische Leitfähigkeit untersucht. Nach der Entnahme von weiteren 20 Litern aus dem Grundwasserpegel wurde das Grundwasser erneut auf die Wassertemperatur, den pH-Wert, die elektrische Leitfähigkeit, zusätzlich den Sauerstoffgehalt untersucht und die Probe für die weiteren Untersuchungen gewonnen. Auch hier wurden die Proben während des weiteren Transportes in einer Kühlbox und über Nacht in einem Kühlschrank gelagert. Die Analyse des Ammonium-, Nitrit-, Nitrat- und Phosphatwertes erfolgte am Folgetag. Für die Bewertung des chemischen Grundwasserzustands dienten die in der Grundwasserverordnung angegebenen Schwellenwerte der Parameter Ammonium (Schwellenwert: 0,5 mg/l) und Nitrat (50 mg/l) (GrwV 2010, Anlage 2). Von drei Proben des Leipheimer Mooses wurden außerdem von einem unabhängigen Labor der Firma Witty GmbH und Co. KG in Dinkelscherben die Mengen

©Naturwissenschaftlicher Verein für Schwaben, download unter www.zobodat.at

an Sulfat (Schwellenwert 240 mg/l) und Chlorid (Schwellenwert: 250 mg/l) ermittelt (GrwV 2010, Anlage 2). Da die Grundwasserverordnung keinen Schwellenwert für Nitrit angibt, diente dort der Grenzwert von 0,5 mg/l der Trinkwasserverordnung als Beurteilungskriterium (TrinkwV 2001). Für Phosphat gibt es keinen Grenzwert, jedoch zeigt der Gehalt die Nutzung von Düngemitteln oder Verschmutzungen an (Klee 1990).

4. Ergebnisse

4.1 Oberflächengewässer

4.1.1 Leipheimer Moos

Die Messpunkte der Oberflächengewässer im Leipheimer Moos ist in Abb. 2 dargestellt. Beim ersten Durchgang wurden 14, beim zweiten Durchgang 15 und beim dritten Durchgang 18 Punkte von Oberflächengewässern beprobt.

Die Messwerte in der Nau an der Wasserentnahmestelle für die Wiedervernässung zeigt Abb. 3. Die Nitratwerte sind in der Abbildung nicht aufgeführt; sie betrugen bei allen drei Messungen jeweils über 30 mg/l. Die Leitfähigkeit (LF) ist weitestgehend konstant; sie schwankt zwischen 650 µS/cm und 670 µS/cm. Der pH-Wert liegt im basischen Bereich (7,4 bis 7,7). In der Nau war unterschiedlich viel Sauerstoff gelöst (<2,5 mg/l bis 6,4 mg/l). Das Wasser enthielt nur einmal Ammonium (0,01 mg/l). Der Nitrit-Gehalt nahm im Laufe der Messungen zu (von 0,13 mg/l über 0,34 mg/l auf 0,59 mg/l). Ähnlich verhielt sich der Phosphatwert (Zunahme von 0,160 mg/l über 0,292 mg/l auf über 1,5 mg/l). Wobei die Nachweisgrenze des Messgeräts bei maximal 1,5 mg/l Phosphat liegt.

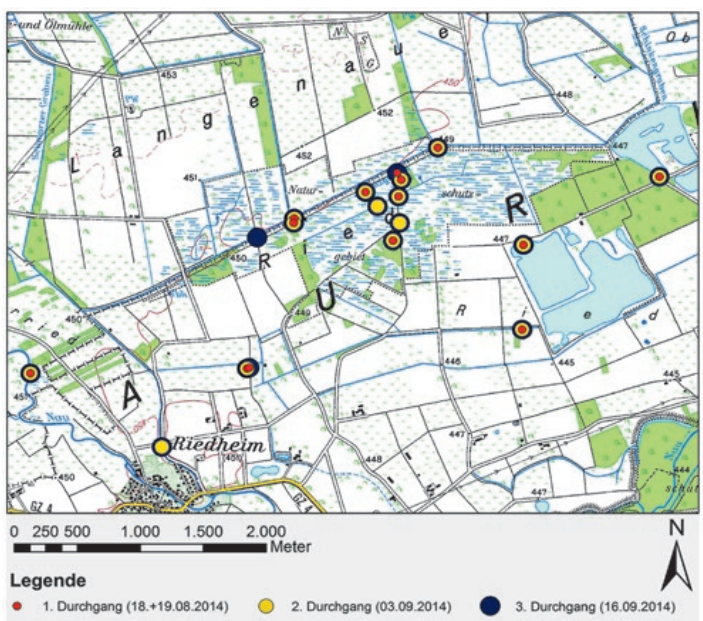


Abb. 2: Messpunkte im Leipheimer Moos (Kartengrundlage: Bayerisches Landesvermessungsamt München, o.J.)

©Naturwissenschaftlicher Verein für Schwaben, download unter www.zobodat.at

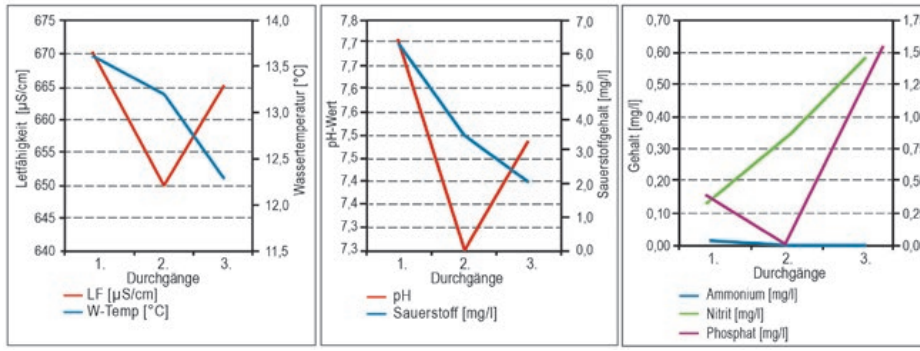


Abb. 3: Messwerte am Naueinlaß

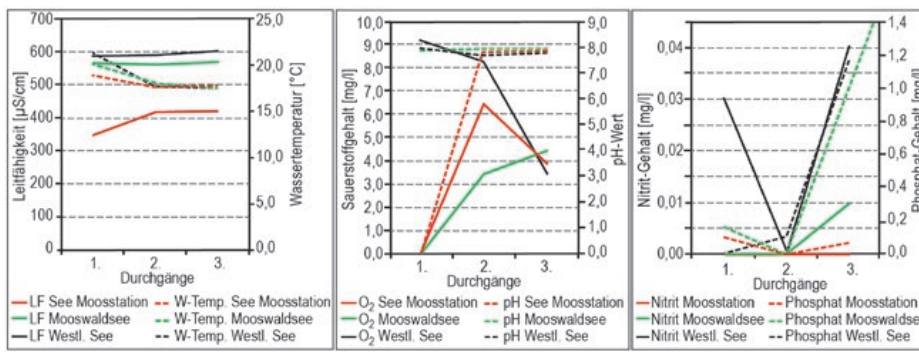


Abb. 4: Messwerte der Seen im Leipheimer Moos

Tabelle 1: Messwerte der Seen im Leipheimer Moos

Punkt	LF [µS/cm]	T [°C]	pH	NH_4^+ [mg/l]	NO_3^- [mg/l]	NO_2^- [mg/l]	PO_4^{3-} [mg/l]	O_2 [mg/l]
1. Durchgang (18. und 19. August 2014)								
4	350	19,0	>9,0	0,00	<6,0	0,00	0,099	<2,5
5	566	20,1	7,9	0,00	<6,0	0,00	0,160	<2,5
17	585	21,3	7,9	0,00	<6,0	0,03	<0,01	9,2
2. Durchgang (03. September 2014)								
4	415	17,7	7,8	0,00	<6,0	0,00	<0,01	6,4
5	561	18,2	7,9	0,00	<6,0	0,00	<0,01	3,4
17	588	17,6	7,7	0,00	<6,0	0,00	0,112	8,3
3. Durchgang (16. September 2014)								
4	422	17,7	7,8	0,00	<6,0	0,00	0,069	3,9
5	570	17,6	7,9	0,00	<6,0	0,01	>1,50	4,4
17	603	17,5	7,8	0,00	<6,0	0,04	1,172	3,4

©Naturwissenschaftlicher Verein für Schwaben, download unter www.zobodat.at

Die Seen enthielten bei allen drei Messdurchgängen kein Ammonium, kaum bis gar kein Nitrit und weniger als 6,0 mg/l Nitrat (Abb. 4; Tabelle 1). Die Leitfähigkeiten der Seen waren annähernd konstant. Die pH-Werte schwankten nur minimal. Die Sauerstoffkonzentrationen variierten: Im See bei der Moosstation und im Mooswaldsee wurden jeweils einmal weniger als 2,5 mg/l gemessen. Bei 5 Messungen ergab sich ein Sauerstoffgehalt von 3,4 bis 6,4 mg/l. Im westlichen See lagen zwei der drei Messungen über 8,0 mg/l. Der Phosphatwert im See bei der Moosstation war bei allen drei Messungen im Vergleich zu den anderen Seen gering (<0,01 mg/l bis 0,099 mg/l). In den anderen beiden Seen wurden Maximalwerte von über 1,5 mg/l (Mooswaldsee) bzw. 1,172 mg/l (westlicher See) erreicht.

Tabelle 2: Messwerte in den Vernässungsflächen und Bohlenweg

Punkt	LF [µS/cm]	T [°C]	pH	NH_4^+ [mg/l]	NO_3^- [mg/l]	NO_2^- [mg/l]	PO_4^{3-} [mg/l]	O_2 [mg/l]
1. Durchgang (18. und 19. August 2014)								
6	480	19,3	7,7	0,00	<6,0	0,28	0,160	5,8
9	520	15,6	7,4	0,00	<6,0	0,20	0,160	10,3
10	757	15,6	7,8	0,00	<6,0	0,15	0,576	3,7
12	597	15,8	7,3	0,00	<6,0	0,04	0,303	<2,5
2. Durchgang (03. September 2014)								
6	444	15,6	7,4	0,00	<6,0	0,23	0,704	6,0
9	473	14,1	6,8	0,00	<6,0	0,46	1,035	<2,5
12	626	13,7	7,4	0,00	>30	0,42	0,111	<2,5
3. Durchgang (16. September 2014)								
6	527	15,5	7,2	0,00	8,0	0,20	1,386	4,6
9	492	12,9	7,0	0,00	6,2	0,10	0,098	7,1
10	693	13,0	6,8	0,00	<6,0	0,32	1,409	<2,5
12	538	12,8	7,2	0,00	<6,0	0,00	0,310	<2,5

Die Vernässungsflächen im Leipheimer Moos besaßen kein Ammonium und in den meisten Fällen einen Nitrat-Wert von unter 6,0 mg/l (Abb. 5). Nur beim dritten Messdurchgang wurde im hinteren Teil der Vernässungsfläche 3 ein Nitratwert von 6,2 mg/l gemessen. Beim zweiten Messdurchgang wurde in der Vernässungsfläche 2 ein Nitratwert von über 30 mg/l festgestellt. Der mittlere Nitrit-Gehalt liegt in der Vernässungsfläche 2 bei 0,15 mg/l und in der Vernässungsfläche 3 bei 0,28 mg/l. Die Leitfähigkeit beträgt in der Vernässungsfläche 2 im Mittel 587 µS/cm (18.08.: 597 µS/cm; 03.09.: 626 µS/cm; 16.09.: 538 µS/cm) und in der Vernässungsfläche 3 587 µS/cm (18.08.: 639 µS/cm; 03.09.: 473 µS/cm; 16.09.: 593 µS/cm). Der pH-Wert schwankt in der Vernässungsfläche 3 stärker als in der Vernässungsfläche 2: In der Vernässungsfläche 3 liegt der pH-Wert zwischen 6,8 und 7,6, während der pH-Wert in der Vernässungsfläche 2 zwischen 7,2 und 7,4 beträgt. Der durchschnittliche Phosphat-Wert liegt in der Vernässungsfläche 2 bei 0,241 mg/l und in der Vernässungsfläche 3 bei 0,719 mg/l. In der Vernässungsfläche 2 wurde immer ein Sauer-

©Naturwissenschaftlicher Verein für Schwaben, download unter www.zobodat.at

stoffgehalt von unter 2,5 mg/l gemessen. In der Vernässungsfläche 3 lag der Sauerstoffgehalt bei 2 von 5 Messungen unter 2,5 mg/l, bei den anderen Messungen z. T. deutlich darüber.

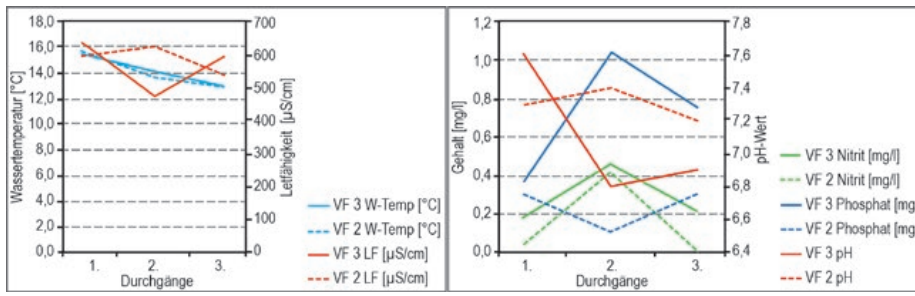


Abb. 5: Messwerte in den Vernässungsflächen (VF)

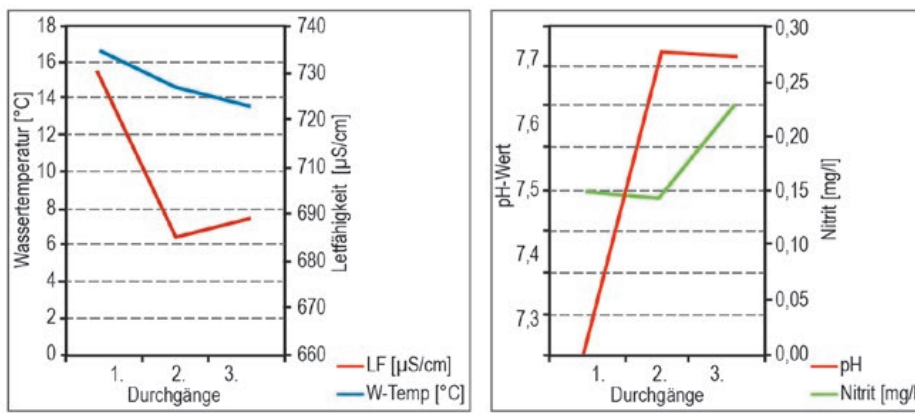


Abb. 6: Messwerte aus den Gräben

Tabelle 3: Messwerte in den Gräben innerhalb und außerhalb des NSGs Leipheimer Moos

Punkt	LF [µS/cm]	T [°C]	pH	NH_4^+ [mg/l]	NO_3^- [mg/l]	NO_2^- [mg/l]	PO_4^{3-} [mg/l]	O_2 [mg/l]
1. Durchgang (18. und 19. August 2014)								
1	670	13,6	7,7	0,01	>30,0	0,13	0,160	6,4
3	876	13,8	7,3	0,01	<6,0	0,06	0,502	2,5
8	610	13,7	<6,0	0,00	<6,0	0,29	0,160	<2,5
11	795	15,7	7,3	0,02	<6,0	0,03	0,035	3,5
14	833	18,5	7,9	0,00	<6,0	0,00	0,012	2,8
18	637	17,8	7,5	0,00	16,8	0,28	1,090	11,1

©Naturwissenschaftlicher Verein für Schwaben, download unter www.zobodat.at

Punkt	LF [µS/cm]	T [°C]	pH	NH_4^+ [mg/l]	NO_3^- [mg/l]	NO_2^- [mg/l]	PO_4^{3-} [mg/l]	O_2 [mg/l]
2. Durchgang (03. September 2014)								
1	650	13,2	7,5	0,00	>30	0,34	0,292	<2,5
2	917	15,3	7,9	0,00	<6,0	0,10	<0,01	14,1
3	820	14,0	7,1	0,00	<6,0	0,01	0,01	<2,5
7	356	15,1	6,9	0,00	11,1	0,86	>1,50	2,6
8	563	13,8	6,9	0,00	<6,0	0,00	0,153	<2,5
11	815	13,7	7,2	0,00	<6,0	0,05	0,241	2,6
14	615	14,9	7,3	0,03	<6,0	0,06	0,029	<2,5
15	610	15,3	7,2	0,00	<6,0	0,02	0,191	3,3
18	867	14,7	7,6	0,00	<6,0	0,03	>1,50	9,5
3. Durchgang (16. September 2014)								
1	665	12,3	7,4	0,00	>30	0,59	>1,50	3,3
2	933	12,7	7,7	0,00	<6,0	0,05	0,195	<2,5
3	859	13,3	7,2	0,00	<6,0	0,04	>1,50	<2,5
7	436	13,4	6,9	0,00	<6,0	0,85	1,031	<2,5
8	542	12,8	6,9	0,00	<6,0	0,78	>1,50	<2,5
11	780	12,8	7,2	0,00	<6,0	0,03	0,363	<2,5
13	500	14,3	6,9	0,00	<6,0	0,52	0,809	2,6
14	677	14,3	7,3	0,00	<6,0	0,01	1,255	<2,5
15	680	13,6	7,1	0,00	<6,0	0,00	0,051	<2,5
16	718	13,7	7,0	0,00	<6,0	0,03	0,044	<2,5
18	866	13,6	7,4	0,00	<6,0	0,00	1,286	4,3

Die mittlere Leitfähigkeit in den Gräben liegt bei 708 µS/cm (Abb. 6). Der pH-Wert ist meist leicht basisch (bei 6 von 24 Messungen wurde ein Wert von unter 7,0 gemessen). Beim zweiten und dritten Messdurchgang wurde kein Ammonium festgestellt; beim ersten Durchgang betrug der mittlere Ammonium-Gehalt 0,02 mg/l. Der Nitrit-Gehalt lag im Mittel beim ersten Durchgang bei 0,13 mg/l, beim zweiten Durchgang bei 0,16 mg/l und beim dritten Durchgang bei 0,26 mg/l. Die Nitrat-Werte waren meist unter 6,0 mg/l (nur bei 3 von 24 Messungen in den Gräben betrug der Nitrat-Wert über 6,0 mg/l). Beim Phosphat-Gehalt ergibt sich kein einheitliches Bild: Bei 7 Messungen betrug der Phosphat-Wert unter 0,1 mg/l, bei 9 Messungen zwischen 0,1 mg/l und 1,0 mg/l und bei 8 Messungen über 1,0 mg/l. Der Sauerstoffgehalt ist meist sehr niedrig: Bei 17 von 24 Messungen wurde ein Sauerstoffgehalt von unter 3,0 mg/l gemessen; bei 20 von 24 Messungen waren weniger als 5,0 mg/l Sauerstoff gelöst.

4.1.2 Gundelfinger Moos

Die Messpunkte im Gundelfinger Moos zeigt Abbildung 7. Beim ersten Durchgang waren es 9, beim zweiten Durchgang 11 und beim dritten Durchgang 16 Proben aus Oberflächengewässern.

©Naturwissenschaftlicher Verein für Schwaben, download unter www.zobodat.at

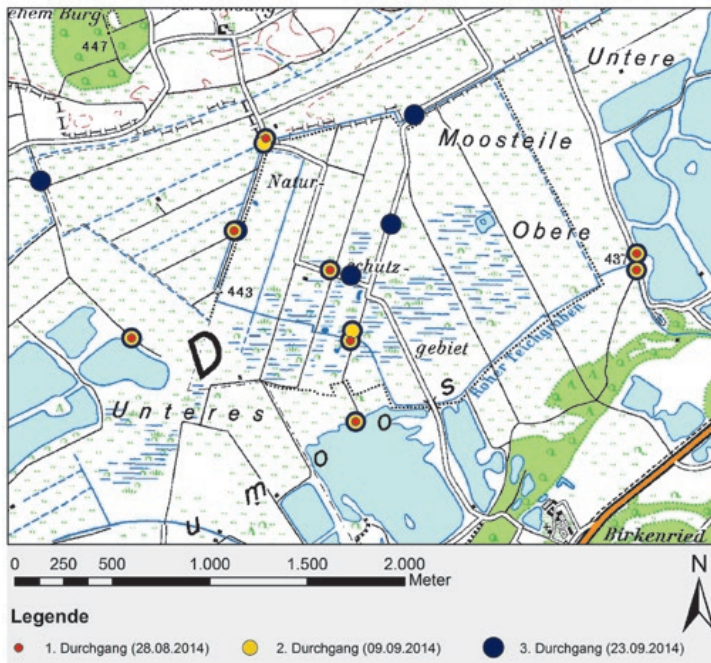


Abb. 7: Messpunkte im Gundelfinger Moos (Kartengrundlage: Bayerisches Landesvermessungsamt München, o.J.)

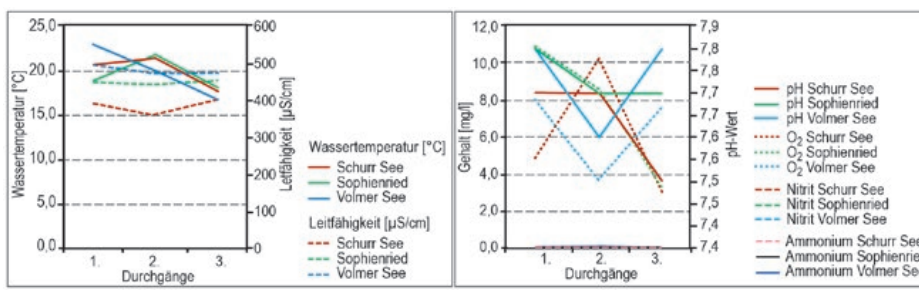


Abb. 8: Messwerte der Seen im Gundelfinger Moos

Tabelle 4: Messwerte in den Seen im Gundelfinger Moos

Punkt	LF [µS/cm]	T [°C]	pH	NH_4^+ [mg/l]	NO_3^- [mg/l]	NO_2^- [mg/l]	PO_4^{3-} [mg/l]	O_2 [mg/l]
1. Durchgang (28. August 2014)								
2	496	22,9	7,8	0,09	< 6,0	0,01	< 0,01	8,0
10	392	20,7	7,7	0,00	< 6,0	0,00	< 0,01	4,9
12	448	18,8	7,8	0,00	< 6,0	0,01	< 0,01	10,9
2. Durchgang (09. September 2014)								
2	475	20,0	7,6	0,00	<6,0	0,10	0,805	3,7
10	365	21,4	7,7	0,05	<6,0	0,02	<0,01	10,2
12	444	21,7	7,7	0,10	<6,0	0,01	<0,01	8,6

©Naturwissenschaftlicher Verein für Schwaben, download unter www.zobodat.at

Punkt	LF [µS/cm]	T [°C]	pH	NH_4^+ [mg/l]	NO_3^- [mg/l]	NO_2^- [mg/l]	PO_4^{3-} [mg/l]	O_2 [mg/l]
3. Durchgang (23. September 2014)								
2	476	16,8	7,8	0,00	<6,0	0,02	0,774	7,7
10	406	17,8	7,5	0,00	<6,0	0,00	<0,01	3,0
12	452	18,2	7,7	0,00	<6,0	0,01	0,046	3,2

Die Ammonium- sowie die Nitrit-Werte in den Seen des Gundelfinger Mooses waren sehr gering (jeweils ≤ 0,1 mg/l; vgl. Abb. 8). Die Nitrat-Werte lagen immer unter 6,0 mg/l. Die pH-Werte der Seen sind alle leicht basisch (zwischen 7,5 und 7,8). Teilweise wiesen die Seen hohe Sauerstoffkonzentrationen auf (bei 4 von 9 Messungen über 7,5 mg/l). Die Leitfähigkeiten der jeweiligen Seen sind annähernd konstant. Bei 6 von 9 Messungen lag der Phosphat-Gehalt in den Seen unter 0,01 mg/l. 2 Messungen wiesen höhere Messwerte auf (2. und 3. Messdurchgang beim Vollmer See) mit 0,805 mg/l bzw. 0,774 mg/l.

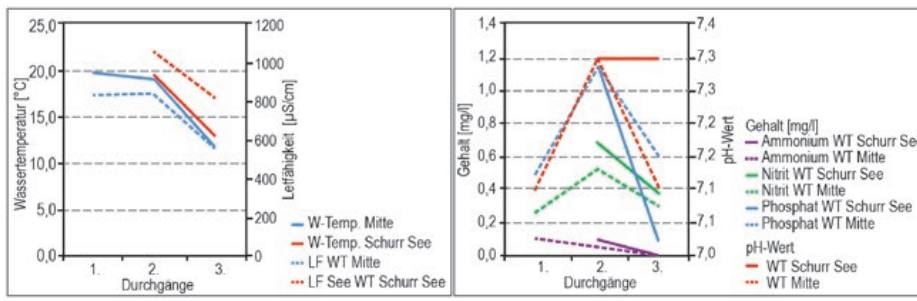


Abb. 9: Werte der Wiesentümpel im Gundelfinger Moos

Tabelle 5: Messwerte in den Wiesentümpeln im Gundelfinger Moos

Punkt	LF [µS/cm]	T [°C]	pH	NH_4^+ [mg/l]	NO_3^- [mg/l]	NO_2^- [mg/l]	PO_4^{3-} [mg/l]	O_2 [mg/l]
1. Durchgang (28. August 2014)								
7	479	19,5	7,1	0,09	8,9	0,26	0,493	< 2,5
2. Durchgang (09. September 2014)								
7	486	18,8	7,3	0,05	10,90	0,51	1,156	<2,5
9	610	19,3	7,3	0,09	<6,0	0,68	1,179	<2,5
3. Durchgang (23. September 2014)								
6	1004	12,9	7,5	0,00	<6,0	0,28	1,351	6,8
7	325	11,6	7,1	0,00	<6,0	0,29	0,606	4,9
9	474	12,8	7,3	0,00	<6,0	0,37	0,079	5,3
16	794	18,4	7,7	0,00	<6,0	0,20	1,129	9,1

©Naturwissenschaftlicher Verein für Schwaben, download unter www.zobodat.at

Die Messwerte der Wiesentümpel im Gundelfinger Moos werden in Abbildung 9 dargestellt. Die Leitfähigkeit in den Wiesentümpeln wies eine hohe Spannbreite auf: Das Maximum betrug 1004 µS/cm, das Minimum 325 µS/cm. Der pH-Wert lag immer im leicht basischen Bereich (7,1 bis 7,5). 3 der 6 Messwerte wiesen einen Ammoniumgehalt nach (zwischen 0,05 und 0,09 mg/l). 2 der 6 Messungen besaßen einen Nitratgehalt von über 6,0 mg/l (8,9 und 10,9 mg/l). Bei allen Proben aus den Wiesentümpel wurden z. T. hohe Nitritwerte (Minimum 0,26 mg/l; Maximum 0,68 mg/l) gemessen. Der Phosphat-Wert besaß ebenfalls eine hohe Spannbreite (Minimum 0,079 mg/l; Maximum 1,351 mg/l). Der Sauerstoffgehalt ist eher niedrig (bei den ersten beiden Messdurchgängen lag der Sauerstoffgehalt unter 2,5 mg/l; beim dritten Messdurchgang zwischen 5,3 und 6,8 mg/l).

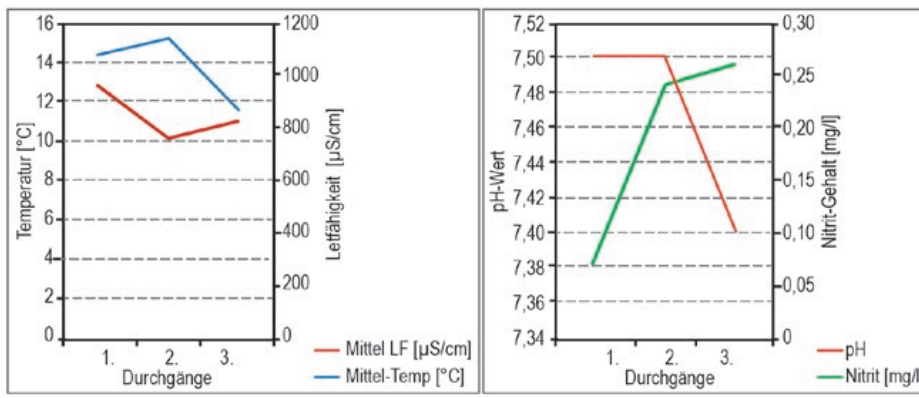


Abb. 10: Durchschnittliche Messwerte in den Gräben des Gundelfinger Mooses

Tabelle 6: Messwerte in den Gräben innerhalb und außerhalb des NSGs Gundelfinger Moos

Punkt	LF [µS/cm]	T [°C]	pH	NH_4^+ [mg/l]	NO_3^- [mg/l]	NO_2^- [mg/l]	PO_4^{3-} [mg/l]	O_2 [mg/l]
1. Durchgang (28. August 2014)								
3	826	14,0	7,6	0,00	< 6,0	0,00	0,129	< 2,5
5	970	15,7	7,4	0,00	< 6,0	0,09	0,654	4,4
8	1200	13,9	7,4	0,00	< 6,0	0,00	< 0,01	< 2,5
13	824	12,5	7,6	0,07	< 6,0	0,17	< 0,01	< 2,5
14	836	15,1	7,6	0,00	< 6,0	0,02	0,887	7,3
2. Durchgang (09. September 2014)								
3	862	12,7	7,2	0,04	11,70	0,06	0,089	<2,5
4	865	15,4	7,5	0,05	<6,0	0,39	0,529	<2,5
5	940	15,7	7,6	0,00	<6,0	0,59	0,924	<2,5
8	883	15,0	7,5	0,00	<6,0	0,31	<0,01	<2,5
13	1003	15,2	7,4	0,01	<6,0	0,07	<0,01	3,6
14	922	16,8	7,7	0,04	<6,0	0,03	<0,01	10,2

©Naturwissenschaftlicher Verein für Schwaben, download unter www.zobodat.at

Punkt	LF [µS/cm]	T [°C]	pH	NH_4^+ [mg/l]	NO_3^- [mg/l]	NO_2^- [mg/l]	PO_4^{3-} [mg/l]	O_2 [mg/l]
3. Durchgang (23. September 2014)								
1	1185	8,7	7,4	0,00	>30,0	0,93	>1,50	<2,5
3	907	10,2	7,3	0,00	13,4	0,12	0,180	<2,5
4	728	10,0	7,3	0,00	<6,0	0,47	0,956	<2,5
5	666	11,7	7,3	0,00	<6,0	0,24	>1,50	<2,5
8	620	10,2	7,3	0,00	<6,0	0,13	0,020	<2,5
11	900	11,9	7,6	0,00	10,8	0,30	0,095	4,5
13	790	11,8	7,4	0,00	<6,0	0,00	1,191	<2,5
14	1043	12,6	7,5	0,00	<6,0	0,11	0,213	3,2
15	572	16,2	7,3	0,00	<6,0	0,02	>1,50	<2,5

Die Messwerte des Gundelfinger Moos werden in Abbildung 10 präsentiert. 15 der 19 Messungen in den Gräben wiesen einen Nitrat-Gehalt von unter 6,0 mg/l auf. Bei einem Graben außerhalb des NSGs wurde ein Nitrat-Wert von über 30 mg/l gemessen. Der pH-Wert in den Gräben liegt zwischen 7,2 und 7,7. Die Leitfähigkeit weist eine hohe Spannbreite auf: Das Maximum beträgt 1200 µS/cm und das Minimum 572 µS/cm. 5 der 19 Proben besaßen Ammonium ($\leq$ 0,07 mg/l). Auch der Nitrit-Gehalt schwankt stark: Als Maximum wurden 0,93 mg/l in einem Graben außerhalb des NSGs gemessen; das Minimum betrug 0,00 mg/l. Auch beim Phosphat-Gehalt ergibt sich kein einheitliches Bild: Als Maximum wurden über 1,5 mg/l sowohl in Gräben innerhalb als auch außerhalb des NSGs gemessen, während das Minimum unter 0,01 mg/l lag (ebenfalls sowohl innerhalb als auch außerhalb des NSGs). Auch der Sauerstoffgehalt schwankt stärker: Bei 13 der 19 Messungen betrug der Sauerstoffgehalt unter 2,5 mg/l; das Maximum lag bei 10,2 mg/l.

4.2 Grundwasser

4.2.1 Leipheimer Moos

Im Leipheimer Moos konnten im ersten Messdurchgang vier und im zweiten acht Grundwasserproben entnommen werden. Die Ergebnisse sind in Abbildung 11 und 12 räumlich dargestellt.

Die gemittelte Leitfähigkeit lag im ersten Durchgang bei 776 µS/cm, im zweiten 1 µS/cm höher. Der pH-Wert an der Stelle 2305 konnte im ersten Durchgang trotz Wiederholung nicht nachgewiesen werden. Im zweiten Durchgang waren die pH-Werte geringfügig höher, also basischer. Alle Sauerstoffgehalte lagen, bis auf eine Ausnahme (4,8 mg/l), unter 2,5 mg/l. Alle Nitratwerte insgesamt waren unter 6 mg/l. Nitrit konnte im ersten Durchgang in keiner, im zweiten in fünf Messstellen mit Werten zwischen 0,03 und <0,20 mg/l nachgewiesen werden. Die Phosphatwerte waren im ersten Durchgang insgesamt geringer als im zweiten. Bei letzterem traten Werte über 1 mg/l auf. Der durchschnittliche Ammoniumgehalt war im ersten Durchgang höher als im zweiten, da es bei letzterem nur an zwei Stellen nachgewiesen wurde. Die Ergebnisse der Laboranalyse für den zweiten Durchgang liegen für Chlorid um 21 mg/l und für Sulfat zwischen 7,2 und 24,9 mg/l.

©Naturwissenschaftlicher Verein für Schwaben, download unter www.zobodat.at

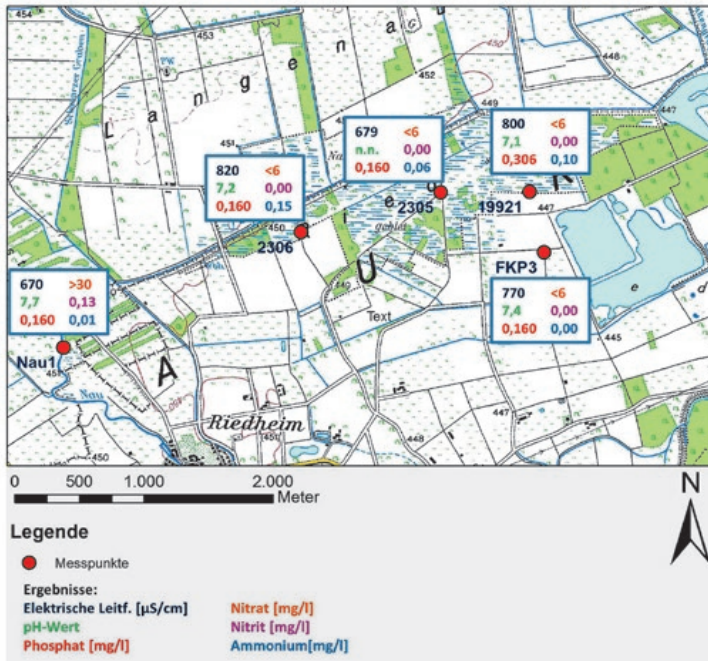


Abb. 11: Ergebnisse Grundwasser Leipheimer Moos (1. Durchgang)

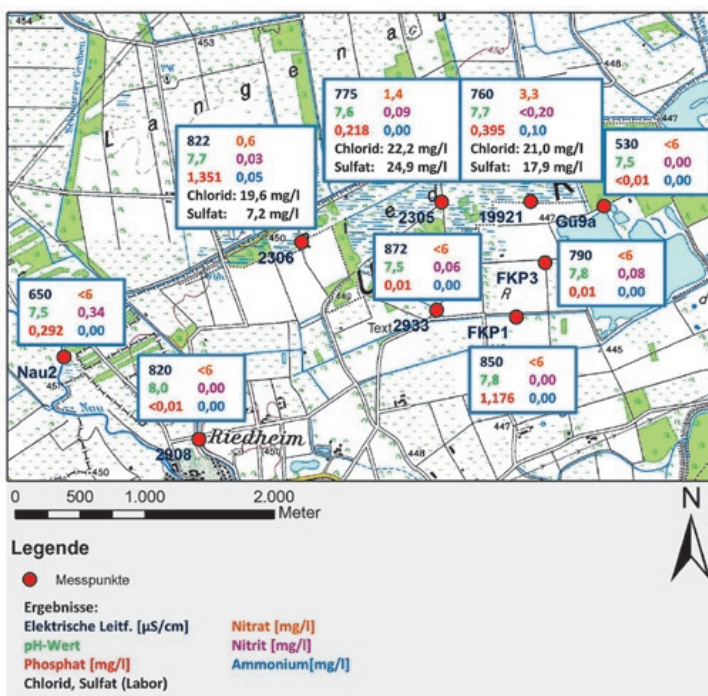


Abb. 12: Ergebnisse Grundwasser Leipheimer Moos (2. Durchgang).
Quelle: eigene Darstellung (ArcGis); Kartengrundlage: Bayerisches Landesvermessungsamt München, o.J.

©Naturwissenschaftlicher Verein für Schwaben, download unter www.zobodat.at

4.2.2 Gundelfinger Moos

Im Gundelfinger Moos wurden im ersten Durchgang acht und im zweiten Durchgang neun Grundwasserproben entnommen. Die Ergebnisse sind in Abbildung 13 und 14 dargestellt.

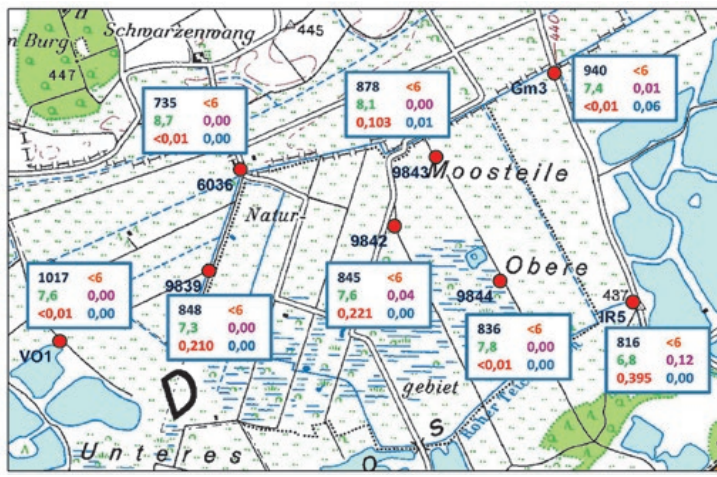


Abb. 13: Ergebnisse Grundwasser Gundelfinger Moos (1. Durchgang)

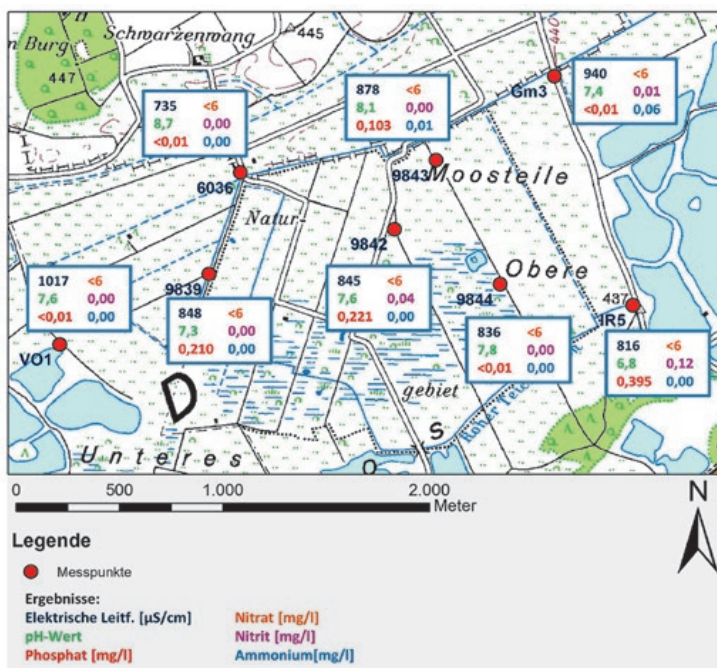


Abb. 14: Ergebnisse Grundwasser Gundelfinger Moos (2. Durchgang). Quelle: Eigene Darstellung (ArcGis); Kartengrundlage: Bayerisches Landesvermessungsamt München, o.J.

Insgesamt war die gemessene Leitfähigkeit im Gundelfinger Moos bei beiden Durchgängen ca. 100 µS/cm höher als im Leipheimer Moos. Im Vergleich traten dort auch (im ersten Durchgang) vereinzelt höhere pH-Werte auf. Der Nitratwert lag wie im Leip-

©Naturwissenschaftlicher Verein für Schwaben, download unter www.zobodat.at

heimer Moos bei allen Stellen unter 6 mg/l, außer an der Stelle IR5, dort wurden <30 mg/l festgestellt. Diese Stelle zeichnet sich auch mit 0,86 mg/l durch den höchsten gemessenen Nitritgehalt aus. Dieser war allgemein im zweiten Durchgang an mehreren Stellen höher als im ersten Durchgang. In der benachbarten Messstelle 9844 wurde zudem der höchste Ammoniumgehalt mit 0,24 mg/l gemessen. Die Ammoniumgehalte waren im zweiten Durchgang allgemein höher als im ersten. So wurde es nur an einer Stelle nicht nachgewiesen und lag im Durchschnitt bei 0,12 mg/l.

5. Interpretation und Vergleich

5.1 Oberflächengewässer

5.1.1 Leipheimer Moos

Das Wasser der Nau weist viel Nitrat (> 30 mg/l) und teilweise hohe Phosphatwerte auf. Dies ist auf die Intensivlandwirtschaft entlang des Flusslaufes zurückzuführen. Wird zu viel gedüngt, gelangt der Dünger durch Auswaschung in die Nau und von dort über die Nauleitung in die Vernässungsflächen. Dies zeigt sich bei der Vernässungsfläche 2. Dort wurde kurz vor dem zweiten Messdurchgang Wasser aus der Nau eingeleitet. Beim zweiten Messdurchgang besaß die Wasserprobe der Vernässungsfläche einen Nitrat-Gehalt von über 30 mg/l. Das Nitrat gelangt in einen Graben hinter den Vernässungsflächen, der parallel zum Grenzgraben verläuft und schließlich in den Grenzgraben mündet. Zudem wurde in diesem Graben beim ersten Messdurchgang ein höherer Phosphat-Gehalt festgestellt (1,090 mg/l). Dort führen die Nährstoffe zu einem verstärkten Wachstum der Kleinen Wasserlinse (*Lemna minor*). Diese bedeckte bei allen drei Messdurchgängen die komplette Wasserfläche. Stirbt die Kleine Wasserlinse ab, werden diese unter Sauerstoffverbrauch abgebaut, was zu einer Abnahme des Sauerstoffgehaltes führt. In diesem Graben und an dessen Mündung in den Grenzgraben wurde bei 5 von 6 Messungen ein Sauerstoffgehalt von unter 3,5 mg/l gemessen. Zudem fiel dort bei den Messungen ein fauliger Geruch auf. Durch diese Prozesse kann es zu einer Verdrängung anderer Arten kommen und das Licht nicht mehr in das Gewässer vordringen. Zudem werden durch die Nährstoffzufuhr die Standortbedingungen nivelliert, weshalb die Artenvielfalt abnimmt.

1987 wurden im Leipheimer Moos im Zuge einer Biologie-Diplomarbeit (Bednar 1988) an der Universität Ulm ebenfalls einige der 2014 untersuchten Parameter titrimetrisch untersucht. Bereits damals fiel ein starkes Wachstum der Kleinen Wasserlinse (*Lemna minor*) auf. Bednar (1988, S. 66) schlägt vor, das Nauwasser vor einer Einleitung in das Niedermoor einer Vorklärung zu unterziehen. Der Vergleich der Messwerte in den Gräben des NSGs zwischen 1987 und 2014 lässt einen Anstieg der Phosphat-Werte erkennen. Die Nitrat-Werte in den Gräben haben sich zumindest nicht erhöht: 1987 lagen bis auf zwei Werte alle Nitrat-Werte unter 6,0 mg/l. 2014 war dies bei 13 von 16 Messwerten der Fall. Die Leitfähigkeit in den Gräben war 2014 niedriger als 1987. Ebenfalls war der pH-Wert 2014 niedriger als 1987.

5.1.2 Gundelfinger Moos

Im Gundelfinger Moos besteht ebenfalls die Gefahr, dass Nährstoffe in das Naturschutzgebiet gelangen: Hier grenzen die Felder bis an das NSG, zudem wird auch Mais innerhalb des Gundelfinger Mooses angebaut. Beim dritten Messdurchgang be-

©Naturwissenschaftlicher Verein für Schwaben, download unter www.zobodat.at

saß die Wasserprobe eines Grabens, der in den Rohen Teichgraben mündet, einen Nitrat-Wert von über 30 mg/l, einen Phosphat-Wert von über 1,5 mg/l und einen Nitrit-Wert von 0,93 mg/l (höchster gemessener Nitrit-Wert aller Messungen). Die höchsten pH-Werte wurden in den Seen gemessen, da die Seen im Kontakt mit dem Grundwasser stehen. Das Grundwasser stammt (zumindest zum Teil) von der Schwäbischen Alb und löst dort Kalk, was sich positiv auf die Pufferfähigkeit bzgl. Säuren auswirkt (gleiches gilt für das Leipheimer Moos). Die Seen besitzen tendenziell niedrige Messwerte, wobei im Vollmer-See beim zweiten und dritten Messdurchgang relativ hohe Phosphatwerte auftraten (0,805 mg/l bzw. 0,774 mg/l). Dies spricht für einen Nährstoffeintrag in die Seen von landwirtschaftlichen Nutzflächen. Dies ist zu berücksichtigen, wenn das Wasser des Vollmer Sees zur Wiedervernässung herangezogen werden soll. Niedrige Sauerstoffwerte können für einen aeroben Abbau organischer Substanz sprechen. Das Wasser der Seen könnte man für die Wiedervernässung des Gundelfinger Mooses heranziehen, da das Wasser geringe Nitratwerte (immer <6,0 mg/l) aufwies. Auch die Phosphatwerte waren meist gering (bei 6 von 9 Messungen <0,01 mg/l). So könnten auch die Phosphat-Einträge verringert werden. Nur im Vollmer-See waren zwei Messwerte etwas höher (s.o.); hier sollte über eine Extensivierung der Landwirtschaft nachgedacht werden.

5.2 Grundwasser

5.2.1 Leipheimer Moos

Die vergleichsweise hohen Leitfähigkeiten der Grundwasserproben (auch im Gundelfinger Moos) sind auf die Herkunft des Wassers zurückzuführen, da es durch die Fließstrecke durch das Karstaquifer viele Mineralien aus den Gesteinen herauslöst. Die pH-Werte liegen in einem normalen Bereich für Grundwasser, beim zweiten Durchgang im Leipheimer Moos (Abb. 12) und beim ersten im Gundelfinger Moos (Abb. 13) waren sie jedoch erhöht, was auf einen Eintrag von kalthaltigem Karstgrundwasser schließen lässt. Der Sauerstoffgehalt einer Probe im Leipheimer Moos kann durch Eintrag von Sauerstoff durch Regenwasser, durch eine Verunreinigung durch Bakterien oder durch einen Messfehler erklärt werden. Da in keiner weiteren Probe Sauerstoff über 2,5 mg/l nachgewiesen wurde wird von letzterem ausgegangen. Insgesamt wurde in keiner Probe ein höherer Nitratwert als 6 mg/l festgestellt. Das ist eindeutig positiv zu bewerten, da der Schwellenwert für Grundwasser, wie bereits erwähnt, bei 50 mg/l liegt (GrwV 2010, Anlage 2). Im ersten Durchgang (Abb. 11) wurden keine Nitritgehalte nachgewiesen und auch die Ammoniumgehalte waren ausreichend vom Richtwert (0,5 mg/l) entfernt. Dieser war mit 0,15 mg/l Ammoniumgehalt neben einem Beweidungsprojekt am höchsten. Dies ist durch die Ausscheidungen der Tiere zu erklären. Dabei gelangt Ammoniak in den Boden, wo es zu Ammonium umgewandelt wird. Ein Phosphatwert über 0,3 mg/l deutet immer auf eine Verschmutzung hin. Bei Kiesaquiferen ab einem Gehalt von 0,2 mg/l. Diese Werte wurden im ersten Durchgang einmal knapp überschritten und im zweiten mehrmals sehr deutlich. Letztere lassen sich auf eine fäkale Verunreinigung zurückführen. Diese könnten zum Einen über die Fließrichtung vom Beweidungsprojekt stammen, oder aber durch Beweidung oder Düngung nördlich des Grenzgrabens im Langenauer Ried. Neben der Stelle FKP1 befand sich zu diesem Zeitpunkt ein Maisfeld, weshalb der hohe Phosphatgehalt vermutlich durch

©Naturwissenschaftlicher Verein für Schwaben, download unter www.zobodat.at

Düngung hervorgerufen wurde. Die zusätzlich untersuchten Parameter Chlorid und Sulfat unterschritten die Richtwerte für Grundwasser ca. um das 10-fache und befanden sich in einem normalen Bereich für Karst- und Kiesgrundwasserleiter. Die Nitrit-, Nitrat- und Ammoniumgehalte unterschritten die Richtwerte ebenfalls, weshalb die Qualität des Grundwassers im Leipheimer Moos, trotz der erhöhten Phosphatgehalte als gut bewertet werden kann.

5.2.2 Gundelfinger Moos

Im Gundelfinger Moos unterschieden sich die Ergebnisse der beiden Messdurchgänge hinsichtlich Ammonium, Nitrat und Nitrit deutlicher. Im ersten Durchgang (Abb. 13) wurde an keiner Stelle ein Nitratgehalt über 6 mg/l gemessen, was aufgrund der vielen Maisanbauflächen und Viehweiden im Gebiet als extrem positiv zu bewerten ist. Der Nitritgehalt lag durchschnittlich bei 0,02 mg/l und nahm mit 0,12 mg/l den höchsten Wert ein. In zwei von acht Proben waren geringe Mengen Ammonium enthalten und in der Hälfte der Pegelstellen wurde Phosphat nachgewiesen. Die Stelle mit dem höchsten Wert lag neben einem Maisfeld, der durchschnittliche Gehalt mit 0,11 mg/l noch in einem akzeptablen Bereich. Aufgrund dieser Werte, welche die Richtwerte nicht übersteigen, konnte die Grundwasserqualität als gut eingestuft werden. Im zweiten Durchgang (Abb. 14) konnte das, aufgrund der Messergebnisse, nicht eindeutig bestätigt werden. An der Stelle IR5, welche direkt neben einem Maisfeld lag, konnte neben einem beißenden Geruch beim Abpumpen der Probe ein Nitratgehalt >30 mg/l nachgewiesen werden. Die anderen Messstellen lagen unter 6 mg/l. Der Schwellenwert der Grundwasserverordnung ist 50 mg/l Nitrat. Da der Wert über dem Messbereich des Photometers lag, hätte das Ergebnis dieser Messstelle als gut oder schlecht eingestuft werden können, je nachdem ob der Wert unter bzw. über der Grenze von 50 mg/l Nitrat liegen würde. Aufgrund der Auffälligkeit wurde er jedoch als schlecht eingestuft. An dieser Stelle war auch der Nitritgehalt auffällig, der bei den übrigen Messstellen zwischen 0,00 und 0,10 mg/l lag. An jener Stelle befand er sich mit 0,86 mg/l Nitrit deutlich über dem Grenzwert von Trinkwasser (0,5 mg/l). Dieser wird nicht zur Bewertung der Grundwasserqualität herangezogen. Der Wert könnte sich durch Reduktion des Nitrats weiter erhöhen und umgekehrt könnte der Nitratgehalt durch die Nitrifikation von Nitrit zu Nitrat weiter steigen. Der Gehalt an Ammonium an der Stelle lag bei 0,05 mg/l und war im Vergleich zu den anderen Proben gering (0,08 – 0,24 mg/l). Dies könnte darauf hindeuten, dass Ammonium über Nitrit zu Nitrat nitrifiziert wurde und der Vorgang noch nicht abgeschlossen war. Die Ammoniumgehalte lagen zwar unter dem Richtwert, trotzdem waren sie die höchsten der gesamten Untersuchung. Der höchste Wert lag wieder neben einem Beweidungsprojekt, der zweithöchste (0,20 mg/l) nicht unweit einer Kuhweide. Ebenfalls in der Nähe wurde ein erhöhter Phosphatgehalt (0,538 mg/l) festgestellt, dieser lag im Mittel bei 0,27 mg/l. Im Naturschutzgebiet „Gundelfinger Moos“ befinden sich im Vergleich zum Naturschutzgebiet „Leipheimer Moos“ sehr viele landwirtschaftlich genutzte Flächen, auf denen zum Zeitpunkt der Probenahme meist Mais gepflanzt war. Die Grundwasserqualität könnte in diesem zweiten Durchgang, in Bezug auf die für die Grundwasserqualität relevanten Werte, als gut eingestuft werden, falls der Nitratwert der Stelle IR5 nicht über 50 mg/l liegen würde.

©Naturwissenschaftlicher Verein für Schwaben, download unter www.zobodat.at

6.1 Schlussfolgerungen und Fazit

Für die Wiedervernässung des Leipheimer Mooses sollte eine Vorklärung des Wassers der Nau vor der Einleitung in das NSG nachgerüstet werden. Dies schlug bereits Bednar (1988, S.66) vor. Beim Gundelfinger Moos sollte dies in der Planung berücksichtigt, bzw. Wasser aus Seen verwendet werden, da das Wasser der Seen tendenziell geringere Nährstoffgehalte besitzt. Des Weiteren sollte in der Umgebung der beiden Naturschutzgebiete eine Nutzungsextensivierung der Landwirtschaft vorgenommen werden, um Nährstoffeinträge über die Gräben in das NSG zu verringern. Dies könnte über ein Düngeverbot in der Umgebung der NSGs erreicht werden. Auch sollte entlang der Nau eine Nutzungsextensivierung erfolgen, damit weniger Nährstoffe durch Niederschlag in die Nau und so in die Vernässungsflächen gelangen. Die Messergebnisse ergaben für das Leipheimer Moos eine gute Grundwasserqualität, da die gemessenen Parameter die Grenzwerte der Grundwasserverordnung weit unterschreiten. Dies gilt auch für das Gundelfinger Moos im ersten Durchgang. Der zweite Durchgang, ist aufgrund des nicht eindeutig zu bestimmenden Nitratgehalts, schwer einzustufen. Das Gundelfinger Moos wird im Vergleich zum Leipheimer Moos auch stärker landwirtschaftlich genutzt. Dort sind über das ganze Gebiet verstreut Äcker und Felder, welche sogar innerhalb des NSG zum Maisanbau genutzt werden. Die Ergebnisse der Analyse waren in dieser Hinsicht zwar nicht erschreckend, jedoch ist solch eine intensive Nutzung in und an einem Naturschutzgebiet bedenklich. Insgesamt führte die Untersuchung aber zu positiven Ergebnissen. Der Torfkörper des Moores scheint das Wasser der beiden Gebiete gut zu filtern.

6.2 Danksagung

Unser Dank gilt der Arbeitsgemeinschaft Schwäbisches Donaumoos e.V. (Leipheim-Riedheim), insbesondere Herrn Dr. Ulrich Mäck, für die Bereitstellung früherer Messdaten und die allgemeine Unterstützung des Projektes. Der Firma Söll GmbH (Hof, Bayern) sind wir für die Bereitstellung eines Leihgeräts sowie der dafür notwendigen Chemikalien zu besonderem Dank verpflichtet.

7. Literatur

Arbeitsgemeinschaft Schwäbisches Donaumoos e.V. [Hrsg., 2011]: Geschäftsbericht 20 Jahre ARGE Donaumoos. Gundelfingen. http://www.arge-donaumoos.de/Infobriefe/GB-2010-Umschlagfarbig_72dpiV9.pdf (aufgerufen am 23.06.2014).

Auer, P. (1963): Geschichte der Stadt Günzburg. Günzburg.

Bayerisches Landesamt für Umwelt [Hrsg., 1999a]: Gesamtökologisches Gutachten Donauried. Grundlagenband – Textteil. München, Memmingen.

Bayerisches Landesamt für Umwelt [Hrsg., 1999b]: Gesamtökologisches Gutachten Donauried. Leitbild – Ziele – Maßnahmen. Schwäbisches Donautal zwischen Neu-Ulm und Donauwörth. München, Memmingen.

Bayerisches Landesamt für Umwelt [Hrsg., 2005]; Bearb.: Wagner, A. & Wagner, I. (2005): Leitfaden der Niedermoorrenaturierung in Bayern. Augsburg.

Bayerisches Landesamt für Umwelt [Hrsg.] (2013): Das Moorschutzkonzept als Vorläufer eines erweiterten Moorschutzprogramms für Bayern. http://www.lfu.bayern.de/natur/moorschutz/doc/mek_infoblatt.pdf (aufgerufen am 13.05.2014).

Bayerisches Landesvermessungsamt München [Hrsg.] (o.J.): Topografische Karte im Maßstab 1:50.000 (Kartenblatt L7526).

©Naturwissenschaftlicher Verein für Schwaben, download unter www.zobodat.at

Bednar, S. (1988): Wasser- und Nährstoffhaushalt sowie Pflanzenwachstum in einem Wiedervernässungssystem am Beispiel des Donaumoors. Unveröffentlichte Diplomarbeit, FB Biologie, Naturwissenschaftlichen Fakultät der Universität Ulm.

Couwenberg, J. & Joosten, H. (2001): Bilanzen zum Moorverlust. Das Beispiel Deutschland. -In: Succow, M. & Joosten, H. [Hrsg., 2001]: Landschaftsökologische Moorkunde. 2. völlig neu bearb. Auflage, Stuttgart, S. 409-411.

Drösler, M., Freibauer, A. (2012): Moore und Klima. In: Mäck U., Ehrhardt H. [Hrsg.]: Das Schwäbische Donaumoos. Niedermoore, Hang- und Auwälder. Ulm, S. 29-34.

Flinspach, D. & Mehlhorn, H. (1982): Trinkwassergewinnung in Karstgebieten – Darstellung am Beispiel der Landeswasserversorgung Stuttgart. -In: LW-Schriftenreihe, Heft 2, S. 20-26.

Foldenauer, M. (2015): Untersuchung von Oberflächengewässern im Schwäbischen Donaumoos. Unveröffentlichte Masterarbeit, Universität Augsburg, 115 S.

Grundwasserverordnung (GrwV) (2010) vom 9. November 2010 (BGBl. I S. 1513). http://www.gesetze-im-internet.de/bundesrecht/grwv_2010/gesamt.pdf

Hartel, M., Lutz, K., Schmeidl, H. (1952): Gutachten über die Trockenschäden im bayerischen Teil des Donaurieds (unveröffentlicht). Bayerische Landesanstalt für Moorwirtschaft.

Klee, O. (1990): Wasser untersuchen. Einfache Analysemethoden und Beurteilungskriterien. 1.Aufl., Quelle & Meyer Verlag, Heidelberg, Wiesbaden.

Kraft, K. (1993): Die Kunstdenkmäler von Schwaben – Landkreis Günzburg 1 – Stadt Günzburg. Oldenburg, München.

Landesamt für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume Schleswig-Holstein [Hrsg., 2012]: Potentiale und Ziele zum Moor- und Klimaschutz. Gemeinsame Erklärung der Naturschutzbehörden. Flintbek. -In: Schriftenreihe des Landesamts für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume Schleswig-Holstein, Heft 20/2012. http://www.lfu.bayern.de/natur/moorschutz/doc/gemeinsame_position.pdf (aufgerufen am 13.05.2014).

Mäck, U. (2003a): Naturschutzgebiet „Gundelfinger Moos“. -In: Aus den Naturschutzgebieten Bayerns – Naturschutzgebiete im Schwäbischen Donauried, Heft 169/2003, S. 61-92.

Mäck, U. (2003b): Naturschutzgebiet „Leipheimer Moos“. -In: Aus den Naturschutzgebieten Bayerns – Naturschutzgebiete im Schwäbischen Donauried, Heft 169/2003, S. 93-126.

Mäck, U. (2012): Das Schwäbische Donaumoos. Entstehung und Nutzung. – In: Mäck, U. & Ehrhardt, H. [Hrsg., 2012]: Das Schwäbische Donaumoos. Niedermoore, Hang- und Auwälder. Ulm, S. 23-28.

Meier, W. (2003): Das Moorentwicklungskonzept Bayern. -Laufener Seminarbeiträge, Heft 1/2003, S. 37-46.

Pfadenhauer, J. (1998): Renaturierung von Mooren im süddeutschen Alpenvorland. -Laufener Seminarbeiträge, Heft 6/1998, S. 9-24.

Ringler, A. (1998): Moorentwicklung in Bayern post 2000. Dezentral, kooperativ, aber nicht ziellos. – Laufener Seminarbeiträge, Heft 6/1998, S. 109-152.

Schnalzger, K. (2015): Die Grundwasserqualität im Leipheimer und Gundelfinger Moos. Unveröffentlichte Bachelorarbeit, Universität Augsburg, 89 S.

Schuch, M. (1995): Moorentstehung, -kultivierung und derzeitige Nutzung. -In: Mäck, U. & Ehrhardt, H. [Hrsg., 1995]: Das Schwäbische Donaumoos und die Auwälder zwischen Weißingen und Gundelfingen. Augsburg, S. 15-21.

Trinkwasserverordnung (TrinkV) (2001): Trinkwasserverordnung in der Fassung der Bekanntmachung vom 2. August 2013 (BGBI.I S. 2977), geändert durch Artikel 4 Absatz 22 des Gesetztes vom 7. August 2013 (BGBI.I S. 3154).http://www.gesetze-im-internet.de/ bundesrecht/ trinkwv_2001/gesamt.pdf

Weizen-Egger J. (1991): Zur Vorgeschichte von Leipheim. -In: Broy, E. [Hrsg., 1991]: Leipheim: Heimatbuch einer schwäbischen Stadt an der Donau. Weißenhorn, S. 11-16.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Berichte des naturwiss. Vereins für Schwaben, Augsburg

Jahr/Year: 2016

Band/Volume: 120

Autor(en)/Author(s): Foldenauer Martin, Schnalzger Kerstin, Friedmann Arne

Artikel/Article: Untersuchungen zur Gewässerqualität im Schwäbischen Donaumoos 2-21