Tuexenia

Mitteilungen der
Floristisch–soziologischen Arbeitsgemeinschaft

Beiheft Nr. 9

Kulturlandschaft „trifft“ Wildnis – Kultur- und Vegetationsgeschichte ausgewählter Lebensräume Bayerns

Herausgegeben von
Peter Poschlod, Sabine Fischer, Christoph Reisch und Josef Simmel

Im Auftrag der
Floristisch-soziologischen Arbeitsgemeinschaft

Regensburg 2016
ISSN 1866-3885

Auftraggeber für die Herausgabe der Tuexenia-Beihefte
Dr. Dominique Remy
(Geschäftsführer der Floristisch-soziologischen Arbeitsgemeinschaft, FlorSoz)
Barbarastr. 13
49076 Osnabrück
Tel. +49 541 969 2829
remy@biologie.uni-osnabrueck.de
www.tuexenia.de

Selbstverlag der Floristisch-soziologischen Arbeitsgemeinschaft e. V. (FlorSoz)
Text Layout: FlorSoz AG
Umschlag Layout: Leviendruck GmbH, Osnabrück
Umschlagkonzept: Goltze-Druck, Göttingen
Titelfoto: (c) Fotos oben P. Reinecke, Verlag Lassleben; unten alle P. Poschlod
Druck: Leviendruck GmbH, Osnabrück

Inhaltsverzeichnis

Vorwort und Danksagung 5

Exkursion I

Kultur- und Vegetationsgeschichte der Kalkmagerrasen bei Kallmünz 9
Peter Poschlod, Andre Baumann, Sabine Fischer, Petr Karlík, Christoph Reisch & Josef Simmel

Exkursion II

Flora und Vegetation des Charlottenhofer Weihergebiets – ein Kulturerbe aus dem Mittelalter und der Neuzeit 35
Peter Poschlod

Exkursion III

Nationalpark Bayerischer Wald – Prozessschutz und Biodiversität 55
Lukas Bogner & Claus Bässler

Exkursion IV

Die Schachten des Nationalparks Bayerischer Wald: Nutzungsgeschichte und aktuelle Entwicklungen von Flora und Vegetation 69
Tobias Windmaißer

Nachexkursion

Die Obere Isar – Flusslandschaft im Wandel: Eine „Kulturgeschichte“ wasserbaulicher Maßnahmen und der Waldweide 85
Peter Poschlod

Das Streuwiesen-Zeitalter der Grundwassermoore und die Bewaldung der Regenmoore als Spiegel der jüngeren Landnutzungs- und Umweltgeschichte im Alpenvorland 107
Peter Poschlod & Sabine Fischer

Anschriften der Autorinnen und Autoren 119

Vorwort und Danksagung

Die 64. Jahrestagung der Floristisch-soziologischen Arbeitsgemeinschaft wird 2016 vom Lehrstuhl für Ökologie und Naturschutzbiologie am Institut für Pflanzenwissenschaften der Universität Regensburg ausgerichtet. Das Motto lautet in Anlehnung an den Historiker Golo Mann: „Unkenntnis der Vergangenheit ist ein Verlust für das Bewusstsein der Gegenwart". In diesem Sinne ist das Thema dieser Jahrestagung „Kulturlandschaft ‚trifft' Wildnis – Kultur- und Vegetationsgeschichte ausgewählter Lebensräume Bayerns" und soll unsere Flora und Vegetation als kulturgeschichtliches Erbe beleuchten. Die historische Ökologie bzw. die historische Analyse unserer Kulturlandschaft und ihrer Lebensräume sind Schwerpunkte des Lehrstuhls. Verschiedenste Fragestellungen werden nicht nur mit biologischen Methoden wie vegetationsgeschichtlichen (Pollen- und Makrorestanalysen), floristischen, populations- und vegetationsökologischen sowie populationsgenetischen Methoden bearbeitet bzw. analysiert, sondern auch mit Methoden der geographischen, Geschichts- und Kultur-Wissenschaften.

Auf der **ersten Exkursion** werden Sie kennenlernen, wie mit verschiedenen Methoden ein inzwischen umfangreiches Bild der Kultur- und Vegetationsgeschichte der Kalkmagerrasen in einem Gebiet der Fränkischen Alb erstellt werden konnte. Die Kalkmagerrasen bei Kallmünz repräsentieren inzwischen sicher eines der am besten untersuchten Kalkmagerrasengebiete Europas.

Die **zweite Exkursion** widmet sich am Beispiel des Charlottenhofer Weihergebietes einem Lebensraum, der erst seit dem Mittelalter in unserer Kulturlandschaft existiert, den Teichen. Die Teichböden beherbergen eine spezifische Artenzusammensetzung, von der über die Hälfte der Arten heute auf der Roten Liste stehen. Inzwischen sind Teiche auch Ersatzlebensräume für die in den Flussauen und am Rande von Flachwasserseen verloren gegangenen amphibischen Lebensräume.

Am Beispiel des Nationalparks Bayerischer Wald wird auf der dritten und vierten Exkursion vorgestellt, dass Natur und Kultur keine Gegensätze darstellen, auch nicht innerhalb eines Nationalparks.

Die **dritte Exkursion** führt in die Kernzone des Nationalparks auf den Lusen. Auf dieser Exkursion wird deutlich, wie schnell sich Wälder nach einer Naturkatastrophe, in diesem Fall nach Borkenkäferbefall, erholen können und welch hohen naturschutzfachlichen Wert solche Flächen aufweisen.

Die **vierte Exkursion** führt zu den zu Beginn der Neuzeit angelegten Hochweiden im Bayerischen Wald, den sog. Schachten. Seit den 1960er Jahren weitgehend ungenutzt, konnten viele der Flächen bis heute ihre Artenvielfalt auf Teilflächen erhalten. Inzwischen wurde die Bedeutung der historischen Landnutzung für die spezifische Artenvielfalt erkannt und auf einem der floristisch vielfältigsten Schachten die Beweidung wieder aufgenommen.

Die **Nachexkursion** widmet sich den Auswirkungen wasserbaulicher Maßnahmen auf den Oberlauf eines alpinen Wildflusses, der Isar. Dabei wird neben der Bedeutung der hydrologischen Dynamik für die verschiedenen Pflanzengemeinschaften der Flussschotterstandorte auch die Bedeutung der Waldweide auf die Artenvielfalt der Schneeheide-Kiefern-Wälder angesprochen. Schließlich streifen wir auf der Hin- und Rückfahrt zwei Moore und erläutern die Auswirkungen des technischen Fortschritts seit Beginn des 19. Jahrhunderts auf deren Vegetation.

In den Abbildung 1 und 2 sind die Exkursionsziele hinsichtlich ihrer naturräumlichen Lage sowie ihres geologischen Untergrundes ersichtlich.

Abb. 1. Naturräumliche Gliederung Bayern und Lage der Exkursionsziele (© Karte Sabine Fischer).

An dieser Stelle bedanken wir uns recht herzlich bei allen, die bei der Vorbereitung der Tagung und bei der Erstellung des Exkursionsführers geholfen haben. Unser Dank gilt zuerst einmal Frau Heike Pfaffenzeller, die die Anmeldungen organisierte und versuchte, zahlreiche, oft spezifische Wünsche der TeilnehmerInnen zu erfüllen, so weit es ihr/uns möglich war. Die Verwaltung der Universität Regensburg unterstützte uns bei der finanziellen Abwicklung der Exkursion. Dominique Remy und Werner Härdtle halfen uns zu jeder Zeit bei

Abb. 2. Vereinfachte geologische Karte Bayerns und Lage der Exkursionsziele (© Karte Sabine Fischer).

auftretenden Fragen aller Art. Frau Anna Heinken-Šmídová übernahm dankenswerterweise im Auftrag der Floristisch-soziologischen Arbeitsgemeinschaft das Layout des Exkursionsführers. Schließlich bedanken wir uns bei Claus Bässler, Sachgebiet Naturschutz und Forschung der Nationalparkverwaltung Bayerischer Wald sowie Tobias Windmaißer für die Übernahme der Exkursionen in den Nationalpark Bayerischer Wald.

Wir wünschen allen TeilnehmerInnen eine spannende und anregende Tagung!

Peter Poschlod, Sabine Fischer, Christoph Reisch und Josef Simmel
Regensburg, 4. Mai 2016

Tuexenia Beiheft 9: 9–33. Osnabrück 2016.

Kultur- und Vegetationsgeschichte der Kalkmagerrasen bei Kallmünz

Peter Poschlod, Andre Baumann, Sabine Fischer, Petr Karlík,
Christoph Reisch & Josef Simmel

1. Einführung in das Exkursionsgebiet

Das Exkursionsgebiet „Kallmünz“ (Abb. 1) liegt etwa 20 km nordwestlich von Regensburg im Landkreis Regensburg (Regierungsbezirk Oberpfalz) am Zusammenfluss von Naab und Vils (Blatt 6837 Kallmünz der Topographischen Karte 1 : 25 000). Es gehört zum Naturraum „Mittlere Frankenalb“ (MANSKE 1981/82, TICHY 1989).

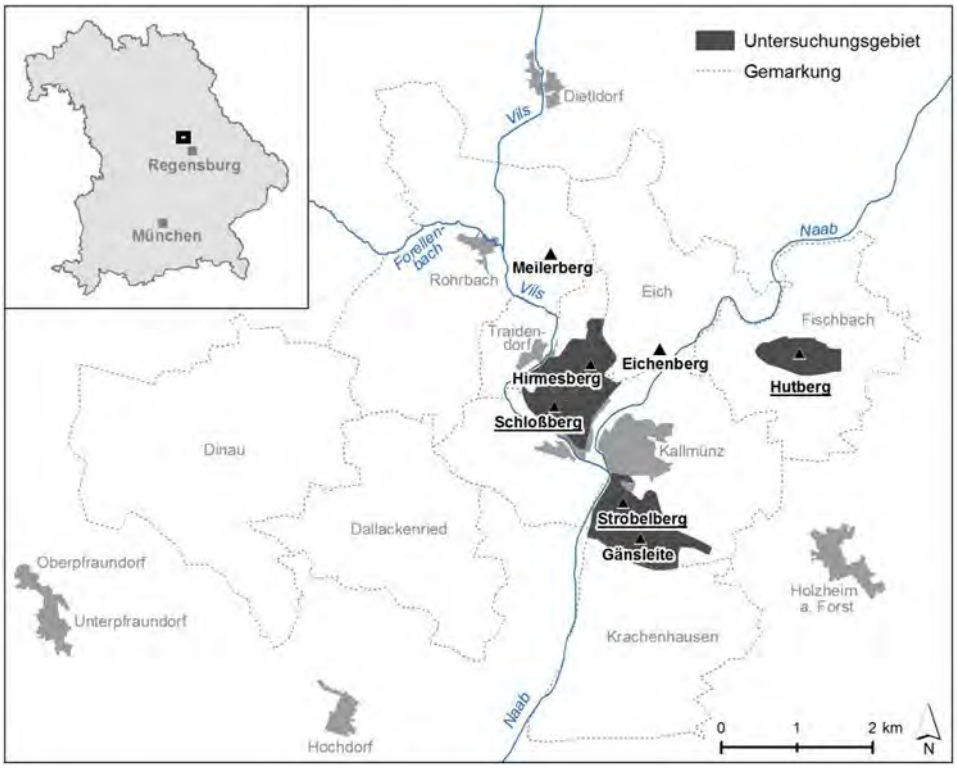

Abb. 1. Lage von Kallmünz und seiner Gemarkungen sowie der Exkursionsgebiete (dunkelgrau; siehe unten) (© Karte Sabine Fischer).

2. Geologie

Der Fränkische Jura ist im Exkursionsgebiet durch Schwammriffzüge (z. B. Schloßberg bei Kallmünz) des oberen Weißen Jura bestimmt, die naabaufwärts von Bankkalken abgelöst werden. Die Hänge sind durch dolomitisierte Massenkalke des Malm Delta (an den Hangfüßen stellenweise Malm Gamma) gekennzeichnet, auf den Hochflächen stehen tafelbankige bis massige Riffschuttkalke des Malm Epsilon und Plattenkalke des Malm Zeta an (MÜLLER 1961, MEYER & SCHMIDT-KALER 2015). Die Massenkalke repräsentieren wohl meist Kalksandablagerungen (KOCH et al. 1994). Die höchste Erhebung ist der Hirmesberg mit 453 m ü. NN.

3. Klima

Das Exkursionsgebiet befindet sich im Regenschatten des Traufs der Fränkischen Alb und gehört mit 649 mm Jahresniederschlag zum kontinental getönten Regensburger Trockengebiet. Die langjährigen Jahresmitteltemperaturen der nächstgelegenen Messstationen Parsberg (542 m ü. NN) und Schwandorf (372 m ü. NN) liegen bei 7,4 °C bzw. 7,8 °C (BAYKLIMFOR 1996).

4. Potentielle natürliche und heutige Vegetation

Auf frischeren Jurastandorten stellen nach KÜNNE (1969) und HOHENESTER (1989) Frühlingsplatterbsen-Buchenwälder (*Lathyro-Fagetum*) die potenzielle natürliche Vegetation dar, auf trockeneren Seggenbuchenwälder (*Carici-Fagetum*) mit einer Beimischung wärme- und lichtliebender Pflanzenarten (siehe ROSSKOPF 1989). Auf felsigen und südexponierten Hangstandorten gehen die Seggen-Buchenwälder in Kiefernwälder (*Pyrolo-Pinetum* bzw. *Cytiso-Pinetum*) oder wärmeliebende Eichenwälder über (GAUCKLER 1938, KÜNNE 1969). Nach SUCK & BUSHART (2012) sind Hexenkraut- oder Zittergrasseggen-Waldmeister-Buchenwälder und Christophskraut-Waldgersten-Buchenwälder die potenziell-natürliche Vegetation.

Die heutige Vegetation der Jurastandorte besteht aus Buchen-, Kiefern- und Fichtenforsten, Ackerflächen, sowie Grünlandstandorten mit mehr oder minder artenarmen Fuchsschwanz- und Glatthaferwiesen, die durch Heckenstrukturen gegliedert werden. Auf mageren und flachgründigen Weiden und Felsstandorten kommen Pflanzengemeinschaften der Trockenrasen- und Felsspaltengesellschaften sowie wärmeliebende Säume und Gebüsche vor (Tab. 1; ZIELONKOWSKI 1973, SENDTKO 1993).

5. Flora

Eine zusammenfassende floristische Kartierung existiert bisher nur für die Offenlandlebensräume, insbesondere die Kalkmagerrasen (Tab. A1 bis A4). Insgesamt wurden weit über 400 Arten der Gefäßpflanzen und über 50 Arten der Moose im Exkursionsgebiet erfasst. Charakteristisch für die Gefäßpflanzenflora sind zahlreiche pontische bzw. pontisch-mediterrane Florenelemente (WALTER & STRAKA 1970) wie der Furchen-Schwingel (*Festuca rupicola*), der Regensburger Geißklee (*Chamaecytisus ratisbonensis*), das Gewöhnliche Nadelröschen (*Fumana procumbens*) oder der Steppen-Sesel (*Seseli annuum*), die entweder im Westen Deutschlands oder der westlichen Fortsetzung des Juras in Baden-

Tabelle 1. Pflanzengesellschaften des Exkursionsgebietes nach SENDTKO (1993). Nomenklatur nach RENNWALD (2002).

Tritt- und Flutrasen, Rasengesellschaften des Wirtschaftsgrünlandes, Graudünen, Halbtrockenrasen und Magerrasen, Hochgebirgsrasen	
Sandtrockenrasen und Felsgrusfluren von der submeridionalen bis zur borealen Zone	*Koelerio-Corynephoretea* Klika in Klika et Novák 1941
Kelchsteinkraut-Fetthennen-Gesellschaft	*Alysso-Sedetum* Oberd. et Th. Müller in Th. Müller 1961
Pfingstnelken-Bleichschwingel-Rasen	*Diantho gratianopolitani-Festucetum pallentis* Gauckler 1938 corr. Korneck 1974 nom. invers. propos.
Traubengamander-Wimperperlgras-Gesellschaft	*Teucrio botryos-Melicetum ciliatae* Volk 1937
	Festuco-Brometea Br.-Bl. et Tx. in Br.-Bl. 1949
Erdseggen-(Trocken-)rasen	*Pulsatillo-Caricetum humilis* Gauckler 1938
Gamander-Blaugras-(Trocken-)rasen	*Teucrio-Seslerietum* Volk 1937
Enzian-Schillergras-(Halbtrocken-)rasen	*Gentiano-Koelerietum pyramidatae* Knapp ex Bornkamm 1960 nom. conserv. propos.
Nitrophytische, ruderale Staudenvegetation, halbruderale Halbtrockenrasen, Saum- und Verlichtungsgesellschaften, Uferstaudengesellschaften	
Saumgesellschaften	*Trifolio-Geranietea sanguinei* Th. Müller 1962
Blutstorchschnabel-Saum-Basalgesellschaft	*Geranion sanguinei*-Basalgesellschaft
Feinblattwicken-Saum	*Campanulo bononiensis-Vicietum tenuifoliae* Krausch in Th. Müller 1962
Mittelklee-Odermennig-Saum	*Trifolio medii-Agrimonietum* Th. Müller 1962
Gebüsche und Vorwälder, anthropogene Gehölzgesellschaften	
	Rhamno-Prunetea Rivas Goday et Borja Carbonell ex Tx. 1962
Schlehen-Liguster-Gebüsch	*Pruno-Ligustretum* Tx. 1952 nom. conserv. propos.

Württemberg, der Schwäbischen Alb, fehlen. Bemerkenswert sind auch zahlreiche wärmeliebende (submediterrane) Elemente, was sich im Vorkommen einiger Vertreter der Bunten Erdflechten-Gesellschaft wie *Psora decipiens* und *Toninia sedifolia* widerspiegelt.

Kennzeichnend ist bzw. war das Vorkommen von eigentlich typischen Magerkeitszeigern wie dem Katzenpfötchen (*Antennaria dioica*; heute verschollen) und Sandmagerrasenarten (Sandablagerungen z. T. aus kreidezeitlichen Kalksandsteinen sowie tertiären Sanden bestehend; PÜRNER 2015) wie dem Gewöhnlichen Silbergras (*Corynephorus canescens*; heute verschollen), der Sand-Strohblume (*Helichrysum arenarium*; heute noch am Hutberg vorkommend) und dem Zwerg-Filzkraut (*Filago minima*; heute verschollen).

Die lange Siedlungsgeschichte wird auch durch zahlreiche Ruderalarten bzw. Siedlungszeiger dokumentiert (siehe unten). Das Schlangenäuglein (*Asperugo procumbens*) und das Schwarze Bilsenkraut (*Hyoscyamus niger*) sind allerdings inzwischen verschollen.

Die Verbuschung bzw. Aufforstung der Flächen wird am besten durch das Vorkommen typischer Pilzarten reflektiert. So findet sich die höchste Artenzahl an Pilzen heute in den Aufforstungen (Tab. A5).

6. Entstehung und Geschichte der Kalkmagerrasen bis zur frühen Neuzeit

Die Kalkmagerrasen präsentieren sich heute als ein Mosaik unterschiedlichster Artenzusammensetzung. Dabei stellte sich die Frage nach dem Ursprung der Kalkmagerrasen und inwieweit die Artenzusammensetzung eher standortkundlich oder eher aufgrund des unterschiedlichen Alters und der damit verbundenen Nutzungsgeschichte bedingt ist.

Entstehung und Entwicklung der Kalkmagerrasen

Die Entstehung der Kalkmagerrasen lässt sich mit Hilfe pedoanthrakologischer Untersuchungen in Kombination mit Pollenanalysen zurückverfolgen.

Holzkohlen ließen sich sowohl im Kolluvium der Hangfüße unterhalb der Kalkmagerrasen sowie in den Böden der Kalkmagerrasen nachweisen. Holzkohlen aus den Kolluvien datierten aus der Bronzezeit und später (NELLE & SCHMIDGALL 2003). Holzkohlen der Kiefer als Zeiger für lichte Bedingungen treten bereits zu dieser Zeit auf und nehmen bis zum Mittelalter zu (Abb. 2). Die Datierung der Holzkohlen aus den Böden der Magerrasen fiel sowohl in das Ende der Römischen Kaiserzeit als auch in das Mittelalter. Alle Proben waren von der Kiefer dominiert. Zusätzlich trat in allen Proben auch Wacholder auf (Abb. 3, 4). Letztere Art lässt auf intensive Weidetätigkeit schließen.

Der Nachweis von Holzkohlen aus der Bronzezeit datiert den Beginn der Besiedlung des Schloßberges zum Ende der frühen Bronzezeit (siehe unten; SANDNER 2005), was durch weitere Datierungen von Holzkohlen des inneren und des äußeren Siedlungswalls, die sich v. a. aus Eiche zusammensetzten, bestätigt wurde (BAUMANN & POSCHLOD 2008).

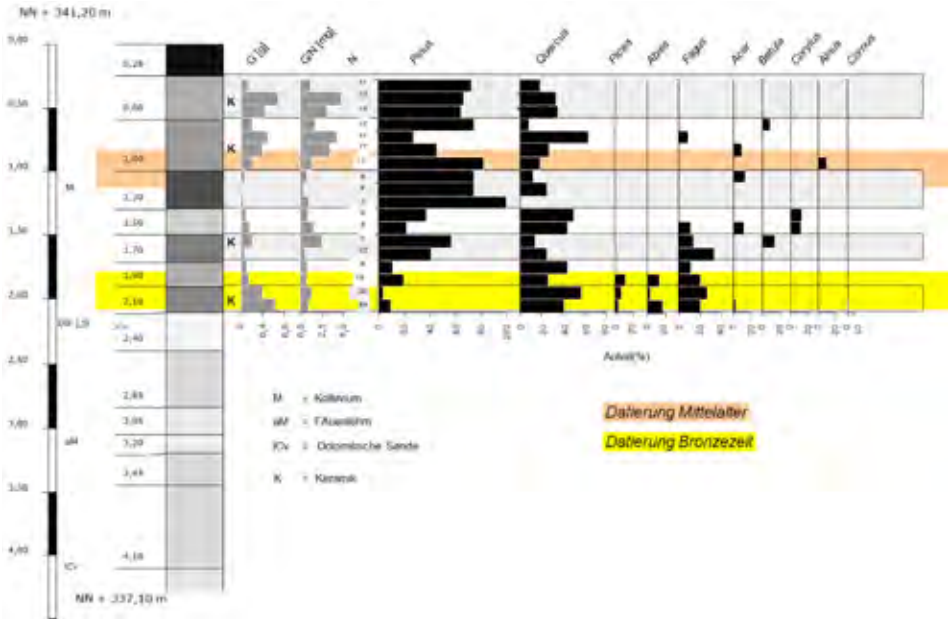

Abb. 2. Stratigraphie und Holzkohleanteile je 10 cm Kolluvienschicht eines Profils im Vilstal bei Kallmünz unterhalb des Schloßberges (G – Gewicht; N – Anzahl; aus NELLE & SCHMIDGALL 2003).

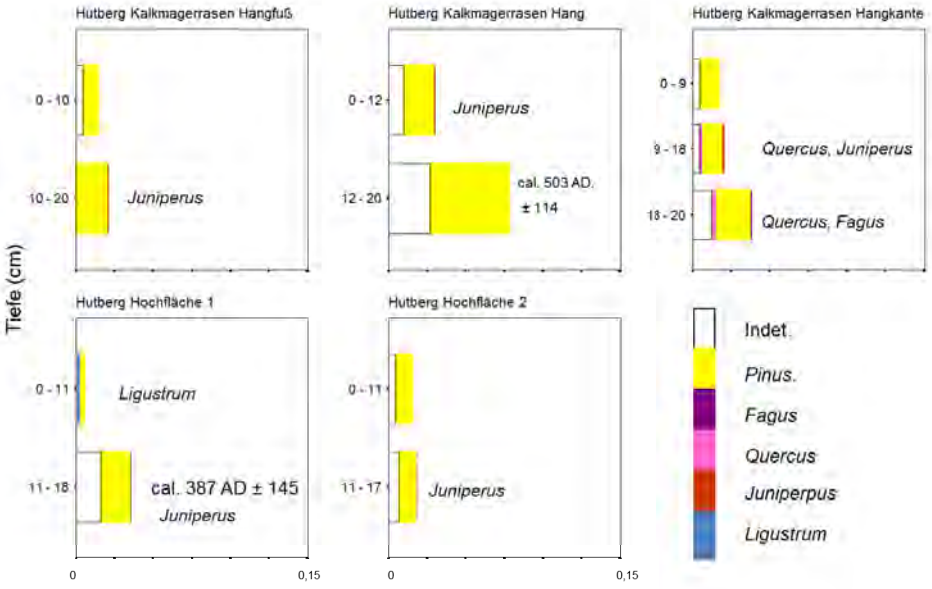

Abb. 3. Holzkohleanteile der Bodenproben im Naabtal nördlich Kallmünz am Hutberg (aus BAUMANN 2006, POSCHLOD & BAUMANN 2010).

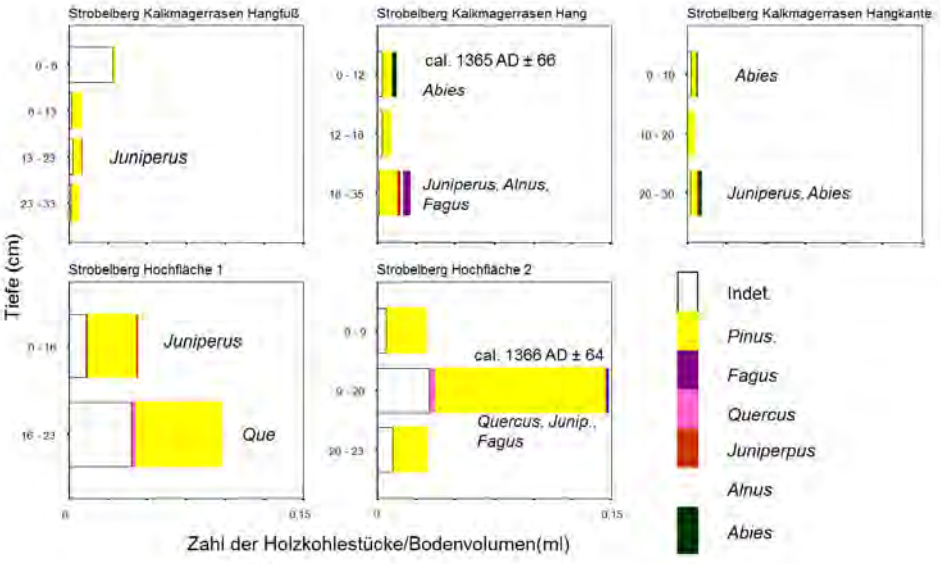

Abb. 4. Holzkohleanteile der Bodenproben im Naabtal bei Kallmünz am Strobelberg (aus BAUMANN 2006, POSCHLOD & BAUMANN 2010).

Abb. 5. Pollen von Wacholder (links) und Waldkiefer (rechts) als Indikatoren für Kalkmagerrasen bzw. Offenheit (© Fotos O. Nelle).

Die Pollenanalyse eines fast 3 m langen Torfprofils, das in den Naab-Auen am Ortsausgang von Kallmünz entnommen wurde, wies durchgehend Pollen des Wacholders auf (Abb. 5). Eine lineare Korrelationsanalyse zeigte eine exklusive und signifikant positive Korrelation der Pollenanteile des Indikators von Kalkmagerrasen, dem Wacholder, mit Apiaceen, *Galium*, Ranunculaceen und dem Pollentyp *Ballota*/*Galeopsis*. Anteile von *Plantago* waren sowohl mit dem J*uniperus*-, aber auch mit dem *Secale*-Pollentyp korreliert. Der Anteil der Wacholderpollen korrelierte dagegen signifikant negativ mit dem Anteil der Baumpollen. Dies bestätigte den Indikatorwert von Wacholder und der mit seinen Anteilen korrelierenden Arten für das Vorkommen von Offenland und in diesem Fall von Kalkmagerrasen.

Der Beginn des Torfprofils datiert in die späte Eisenzeit (cal. 310 BC ± 89). Der Pollenanteil der Kalkmagerrasenindikatoren war zum Ende der Eisenzeit relativ gering, stieg zu Beginn und am Ende der Römischen Kaiserzeit an. In der Völkerwanderungszeit fiel er auf null ab um im frühen Mittelalter wieder anzusteigen. Die Pollenanteile der Kalkmagerrasenindikatoren fanden ihren Höhepunkt im Hohen Mittelalter um dann mit starken Schwankungen kontinuierlich abzufallen (Abb. 6). Bei den Kiefernpollenanteilen ließen sich zwei Maxima erkennen, während der Römischen Kaiserzeit und im späten Mittelalter (Abb. 6).

Zusammenfassend lässt sich die Entstehung der Kalkmagerrasen wie folgt bewerten (Abb. 6): Die Entstehung reicht mindestens bis in die Bronzezeit zurück, für die die erste Besiedlung (etwa seit 1600 v. Chr.) des Schloßberges, die bis zum Ende der Bronzezeit andauerte, nachgewiesen ist. *Juniperus* ließ sich erst in der Eisenzeit nachweisen, zu deren Beginn der Schloßberg verlassen war, aber ab etwa 500 v. Chr. wieder besiedelt wurde (SANDNER 2005). Auf einen ersten Anstieg der Kalkmagerrasen weisen die Holzkohlenfunde gegen Ende der Römischen Kaiserzeit hin. Die größte Ausdehnung hatten sie im Hohen Mittelalter, zum Zeitpunkt der größten Ausdehnung der offenen Kulturlandschaftslebensräume (Abb. 7). Die starke Ausdehnung der Kalkmagerrasen im Exkursionsgebiet im Mittelalter wurde u. a. durch den starken Nutzungsdruck durch die Köhlerei gefördert, die das

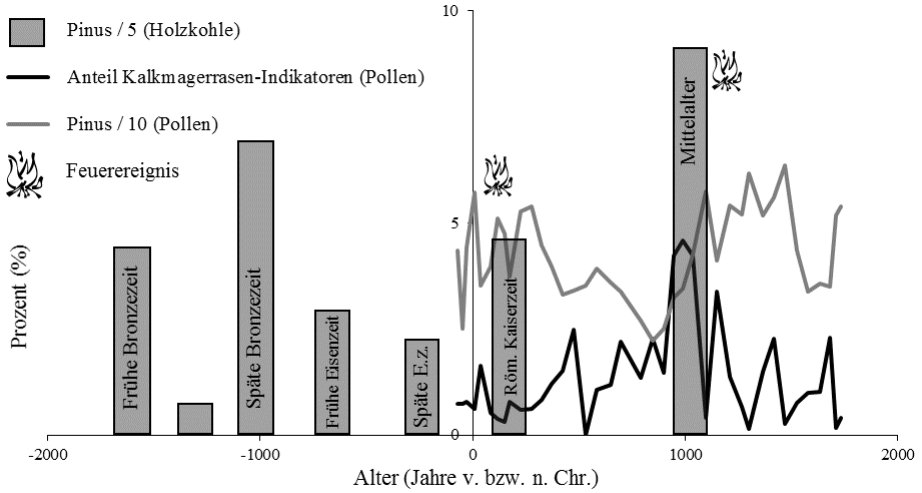

Abb. 6. Entwicklung der Indikatoren für Kalkmagerrasen im Exkursionsgebiet. Feuerereignisse und Holzkohledatierungen nach NELLE & SCHMIDGALL (2003) und BAUMANN (2006) bzw. POSCHLOD & BAUMANN 2010). Pollenkurven für Kalkmagerrasenindikatoren (*Juniperus*, *Plantago lanceolata*, *Galium*-Typ, *Apiaceae*, *Ranunculaceae*, *Ballota*/*Galeopsis*-Pollentyp) und Waldkiefer (Anteil an Gesamtpollenzahl je altersdatierter Schicht) nach BAUMANN (2006) bzw. POSCHLOD & BAUMANN 2010).

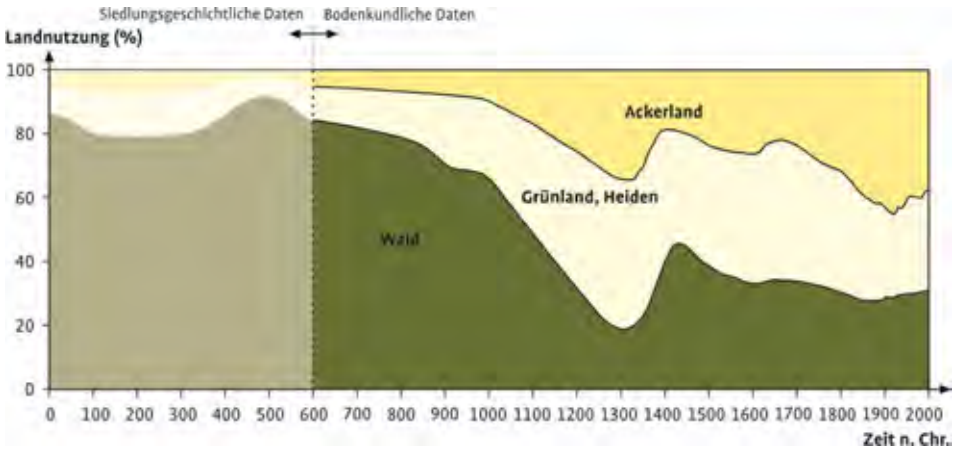

Abb. 7. Entwicklung der Anteile von Acker-, Grünland- und Heide- (einschließlich Brachflächen) sowie Waldflächen an der Landnutzung in Deutschland zwischen der Zeitenwende und heute (aus POSCHLOD 2015, ergänzt und verändert nach BORK 2006).

„Ruhrgebiet des Mittelalters“ bei Amberg zum Zwecke der Eisenverhüttung mit Holzkohle belieferte. So zitiert WEISSGERBER (1994) die Beschreibung der Wälder im Gebiet durch den Bischof von Bamberg (1344–1350) im Jahre 1348: „*Wisse, dort gab es mehrere Hämmer, doch sie sind verfallen, weil die Köhler den Wald dort verbraucht haben*“.

Prähistorische bis mittelalterliche/frühneuzeitliche Siedlungszeiger

Ein typisches Siedlungsrelikt, dessen Pollenmengen mit denen des Wacholders korrelierte, und noch heute in zahlreichen Populationen am Schloßberg verbreitet ist, ist die Schwarznessel (*Ballota nigra*). Nach der Exkursionsflora von Rothmaler (JÄGER 2011) gilt sie als Archäophyt, nach der Standardliste der Blütenpflanzen von WISSKIRCHEN & HAEUPLER (1998) als einheimisch. Welcher Status auch immer zutrifft – sie stellt aufgrund des kontinuierlichen Pollennachweises auf dem Schloßberg nicht nur ein „Burgenrelikt" (HOHLA 2009), sondern möglicherweise ein keltenzeitliches Siedlungsrelikt dar. Samen wurden z. B. auch in einem keltischen Grabhügel in Baden-Württemberg nachgewiesen (GOPPELSRÖDER & RÖSCH 2002). So ist die Schwarznessel wenigstens seit der Antike als Heilpflanze für Entzündungen, Geschwülste und Geschwüre bekannt (BERENDES 1902). Später liegen auch Angaben zur Heilung nervöser Beschwerden vor (SCHULTE-LÖBBERT 2012).

Weitere Siedlungszeiger auf dem Schloßberg sind bzw. waren das Schlangenäuglein (*Asperugo procumbens*; SENDTKO 1991), der Schneeballblättrige Gänsefuß (*Chenopodium opulifolium*; SCHEUERER 1997) und das Schwarze Bilsenkraut (*Hyoscyamus niger*, Abb. 8; GRABERT 1987). Erstere und letztere sind im Gebiet verschollen. Letztere dürfte aber aufgrund der Langlebigkeit ihrer Samen (bis zu 650 Jahren; ODUM 1965; siehe dazu auch POSCHLOD 1991) noch in der Bodensamenbank zu finden sein.

OTTE (1989) deutet für das Schlangenäuglein auf Parallelen zu jungpaläolithischen und mesolithischen Siedlungsplätzen hin. Wahrscheinlicher aber ist, dass die Art über das Weidevieh an potentielle Ruheplätze ausgebreitet wurde und deshalb eher jungsteinzeitliche bis frühneuzeitliche Siedlungsplätze reflektiert.

Die Blätter des Schneeballblättrigen Gänsefußes sind nach AELLEN (1979) essbar bzw. dienten in Griechenland sogar als Tee-Ersatz.

Das Schwarze Bilsenkraut (Abb. 8) wurde bereits für keltische Siedlungen in Süddeutschland nachgewiesen (STIKA 1996) und war für die Kelten eine psychedelische Droge, die den Zugang in die Götterwelt oder auch das Totenreich erlaubte (STORL 2014). Das Wort Bilse leitet sich vom keltischen belinuntia oder althochdeutschen belisa ab (GRIMM & GRIMM 1854–1960). Es galt als pflanzliche Verkörperung des Sonnengottes belenos (GRIMM & GRIMM 1854–1960, MARZELL 1964, URBANOVSKY 2008) und wurde vor allem dem Bier zugesetzt (Bilsenbier; MARZELL 1964). STIKA (1996) spekuliert deshalb, dass die Funde in der keltischen Siedlung bei Eberdingen-Hochdorf darauf zurückzuführen sind, das Bilsenkraut dort als Bierzusatz verwendet wurde.

Historische Nutzung

Die Kalkmagerrasen im Exkursionsgebiet sind im Wesentlichen durch Beweidung entstanden. Eine Mahd der Kalkmagerrasen fand nach mündlichen Mitteilungen der älteren Einwohner/Landwirte nicht statt und konnte auch in den Archiven nicht nachgewiesen werden. Dagegen finden sich dort zahlreiche Aufzeichnungen zur Beweidung, die bis ins 18. Jahrhundert zurückreichen. So sah das Spektrum der Nutztiere des Marktes Kallmünz im Jahre 1781 wie folgt aus: Rinder 52 %, Schafe 29 %, Schweine 11 % und Pferde 8 %. Zu Ziegen und Gänsen, die bis ins 20. Jahrhundert auch die Kalkmagerrasen beweideten (Abb. 9 bis 12), wurden keine Angaben gemacht.

Die Beweidung der Kalkmagerrasen durch Gänse vor fast 100 Jahren lässt sich noch heute durch das Vorkommen keimfähiger Samen verschiedener *Juncus*-Arten und einem einmaligen Fund von *Helichrysum* (*Pseudognaphalium*) *luteoalbum* (Abb. 8) im Boden nachweisen!

Abb. 8. Historische Siedlungszeiger (*Hyoscyamus niger*; heute im Gebiet verschollen) und Zeigerarten für die historische Feld-Gras-Wechselwirtschaft (*Cerinthe minor*), für ehemals ackerbaulich bewirtschaftete, heute „historisch junge“ Magerrasen (*Melampyrum arvense*) sowie für die historische Gänsebeweidung von Kalkmagerrasen (*Helichrysum luteoalbum*; Vorkommen nur in der Bodensamenbank) in Kallmünz (© Fotos P. Poschlod).

Abb. 9. Rinderbeweidung der Kalkmagerrasen auf der Hochfläche des Eicherberg um 1915 (© Foto Archiv Verlag Lassleben).

Abb. 10. Schafbeweidung der Kalkmagerrasen bei Krachenhausen um 1930 (© Foto Archiv Verlag Lassleben).

Abb. 11. Ziegen wurden noch bis in die 1970er Jahre auf den Kalkmagerrasen bei Kallmünz gehütet. Die Ansichtskarte von 1938 nach einem Gemälde von F. Bayerlein zeigt die Krachenhausener Strasse unterhalb des Strobelberges (© Archiv Verlag Lassleben).

Abb. 12. Gänseweide der Kalkmagerrasen auf der Gänsleite am Strobelberg im Jahre 1920 (© Foto Privatarchiv Baptist Lell).

7. Geschichte der Kalkmagerrasen seit Ende des 18./Beginn des 19. Jahrhunderts

Die jüngere Geschichte war von zwei Phasen geprägt (Abb. 13).

Mit der zunehmenden Technisierung der Landwirtschaft im 19. Jahrhundert wurde die ackerbauliche Nutzung auf unproduktiven Standorten aufgegeben. Diese Flächen wurden in der Folge wieder beweidet, so dass sich neue (historisch junge) Kalkmagerrasen entwickeln konnten. Dieser Nutzungswandel fand von der Mitte des 19. Jahrhunderts bis zur Mitte des 20. Jahrhunderts statt (KARLÍK & POSCHLOD 2009, 2014, POSCHLOD 2015).

Seit Beginn, aber insbesondere in der zweiten Hälfte des 20. Jahrhunderts fielen aufgrund der Unterzeichnung der Römischen Verträge und der zunehmenden Nutzungsintensivierung (Verbilligung des Mineraldüngers), insbesondere in den 1960er bis 1980er Jahren, viele Kalkmagerrasen brach oder wurden aufgeforstet (POSCHLOD & WALLISDEVRIES 2002, POSCHLOD 2015).

Entstehung neuer Magerrasen aus ackerbaulich genutzten Flächen

Die ackerbauliche Nutzung dere Kalkmagerrasenstandorte begann spätestens während des Zeitraums der höchsten Ausdehnung landwirtschaftlich genutzter Flächen im Mittelalter, zuerst eher in Form einer Feld-Gras-Wechselwirtschaft denn als Dreifelderwirtschaft. Ein typischer Indikator der Feld-Gras-Wechselwirtschaft ist die Kleine Wachsblume (*Cerinthe minor*, Abb. 8; BONN & POSCHLOD 1998).

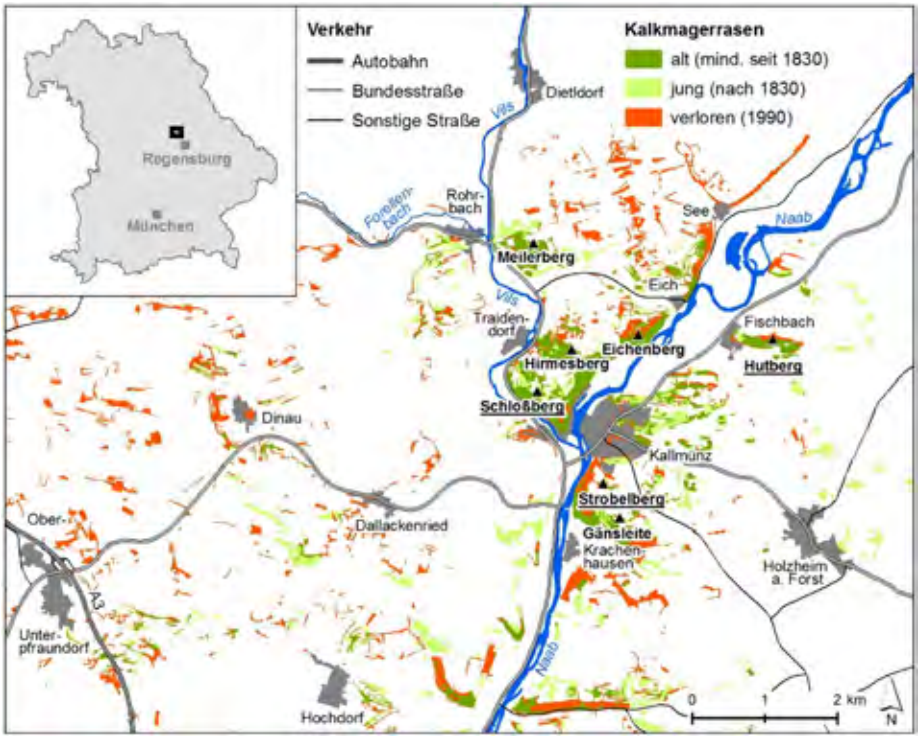

Abb. 13. Lage und Ausdehnung historisch alter, historisch junger und heute durch Brachfallen, Aufforstung u. a. verloren gegangener Kalkmagerrasen um Kallmünz (© Karte Sabine Fischer).

Mit dem zunehmenden Bevölkerungswachstum im 19. Jahrhundert und der Einführung der verbesserten Dreifelderwirtschaft erfuhr die ackerbauliche Nutzung der nährstoffarmen und flachgründigen Kalkmagerrasenstandorte kurzfristig eine erneute Ausdehnung (POSCHLOD 2015). Möglich machte dies der Anbau von Futterpflanzen aus der Familie der Leguminosen. Die ursprüngliche Brachfläche der traditionellen Dreifelderwirtschaft wurde jetzt mit Leguminosen wie dem Rot-Klee (*Trifolium pratense*) und der Saat-Luzerne (*Medicago sativa* bzw. *M.* x *varia*) eingesät, in Kalkgebieten aber auch häufig mit der Futter-Esparsette (*Onobrychis viciifolia*) und der Bunten Kronwicke (*Securigera varia*). Letztere finden wir als Indikatoren des ehemaligen Ackerbaus in heute beweideten Magerrasen (POSCHLOD et al. 2008, KARLÍK & POSCHLOD 2009). Interessant in diesem Zusammenhang ist, dass die Erkenntnis, diese Arten als Futterpflanzen zu nutzen, ebenso wie unsere ersten Kulturpflanzen aus dem Bereich des Fruchtbaren Halbmondes stammt. Als erste domestizierte Futterpflanze überhaupt gilt die Luzerne, auch Alfalfa genannt, oder auch der Blaue, Ewige oder Monats-Klee, die im 2. Jahrtausend v. Chr. von dem Reitervolk der Kassiten, das im heutigen Zagrosgebirge im Iran siedelte, in Kultur genommen wurde. Ihr altiranischer Name *aspo-asti* bedeutet „Pferdefutter" (POSCHLOD 2015).

Auch der einheimische Rotklee wurde bereits früh, nämlich im 1. Jahrtausend v. Chr., in Kultur genommen, allerdings von den Medern, die zu dieser Zeit den heutigen Nordwest-Iran bzw. das Zagrosgebirge besiedelten (POSCHLOD 2015).

Tabelle 2. Ausgewählte Indikatorarten für historisch alte und junge Kalkmagerrasen im Exkursionsgebiet.

Historisch alte Magerrasen		**Historisch junge Magerrasen**	
Gefäßpflanzen			
Frühlings-Segge	*Carex caryophyllea*	Glatthafer	*Arrhenatherum elatius*
Hügel-Meier	*Asperula cynanchica*	Kleiner Odermenning	*Agrimonia eupatoria*
Regensburger Geißklee	*Chamaecytisus ratisbonensis*	Gewöhnliche Möhre	*Daucus carota*
Gewöhnliches Sonnenröschen	*Helianthemum nummularium* s.l.	Gewöhnliche Sichelmöhre	*Falcaria vulgaris*
Hufeisenklee	*Hippocrepis comosa*	Acker-Wachtelweizen	*Melampyrum arvense*
Große Braunelle	*Prunella grandiflora*	Kleiner Klappertopf	*Rhinanthus minor*
Gewöhnliche Küchenschelle	*Pulsatilla vulgaris*	Vogel-Wicke	*Vicia cracca*
Edel-Gamander	*Teucrium chamaedrys*	Behaarte Wicke	*Vicia hirsuta*
Berg-Gamander	*Teucrium montanum*	Saat-Wicke	*Vicia sativa* s.l.
Moose			
Kräftiges Zypressen-Schlafmoos	*Hypnum cupressiforme* var. *lacunosum*	Gelbliches Seidenmoos	*Homalothecium lutescens*
Katzenpfötchen-Runzelmoos	*Rhytidium rugosum*	Mittleres Thujamoos	*Thuidium philibertii*
Flechten			
-	-	Bereifte Schildflechte	*Peltigera rufescens*
Pilze			
Safrangelber Saftling	*Hygrocybe persistens* var. *persistens*	Weißer Ackerling	*Agrocybe dura*
		Schirmlingsverwandte	*Lepiotaceae* (v. a. *Lepiota alba*, *Macrolepiota procera*)

Die Futteresparsette, oder auch Türkischer Klee, stammt schließlich aus dem südlichen Zentralasien und wurde erst im 15. Jahrhundert nach Mitteleuropa eingeführt. Ihr lateinischer Name leitet sich von den griechischen Wörtern „onos“ (= der Esel) und „brychein“ (= verschlingen) ab, was darauf hindeutet, dass es eine beliebte Futterpflanze für Esel gewesen sein muss. Der französische Name „Sainfoin“ (= gesundes Heu) ist heute noch in vielen Regionen gebräuchlich. In Mitteleuropa war die sparsette eine wichtige Futterpflanze für die Arbeitspferde in der Landwirtschaft sowie für Rinder und Schafe. Die „Stoppeln“ der abgeernteten Felder wurden oft durch Lämmer nachbeweidet. Die Esparsette galt als vergleichsweise anspruchslose Art (POSCHLOD 2015). So schreibt VEIT (1849), *„daß die Esparsette auf trocknen, magern, lockern, selbst seichten Gründen eine sicherere Futterernte gibt, als andere Futterpflanzen, also gerade auf solchen Bodenarten, auf welchen der natürliche Graswuchs nur kümmerlich fortkommt und bei anhaltender Trockne dem gänzlichen Mißrathen ausgesetzt ist; daß ferner die Esparsette das vorzüglichste Heu liefert, welches auch leichter, als das der übrigen Kleearten zu trocknen ist*“. Aus diesem Grund wurde sie insbesondere in den Kalkmittelgebirgen angebaut (STEBLER & VOLKART 1913) und ist häufig als Indikator für den ehemaligen Ackerbau in heutigen Kalkmagerrasen zu finden (KARLÍK & POSCHLOD 2009).

Der Ackerbau auf den flachgründigen Standorten führte zudem zur Absammlung der Kalkstein„scherben“ und zur Entstehung der Steinriegel, die heute von Gebüschen besiedelt sind (Abb. 14).

Im Raum Kallmünz können zwei Phasen der Aufgabe des Ackerbaus unterschieden werden – im 19. Jahrhundert und Mitte des 20. Jahrhunderts.

Historisch alte bzw. wenigstens seit Beginn des 19. Jahrhunderts kontinuierlich bestehende Kalkmagerrasen, und historisch junge Kalkmagerrasen, wenigstens noch zu Beginn des 19. Jahrhunderts bis ins 20. Jahrhundert ackerbaulich bewirtschaftet, lassen sich heute noch in der Vegetation anhand des Vorkommens von Pflanzenarten unterschiedlicher Artengruppen unterscheiden. Eine Übersicht über ausgewählte Indikatoren für das Alter der „Magerrasen“ gibt Tabelle 2. Typische Indikatoren für historisch alte Magerrasen sind beispielsweise der Regensburger Geißklee (*Chamaecytisus ratisbonensis*), der Hufeisenklee (*Hippocrepis comosa*) und die Gewöhnliche Küchenschelle (*Pulsatilla vulgaris*). Auch zwei im Gelände bisher nicht fruchtend gefundene Moosarten (*Hypnum cupressiforme* var. *lacunosum*, *Rhytidium rugosum*) gehören dazu.

Typische Zeiger für historische junge Kalkmagerrasen sind ehemalige Futterpflanzen wie die Saat-Wicke (*Vicia sativa*) und Ackerwildkräuter wie der Acker-Wachtelweizen (*Melampyrum arvense*; Abb. 8) und der Kleine Klappertopf (*Rhinanthus minor*), aber auch mesophile bzw. ruderale Grünlandarten wie der Glatthafer (*Arrhenatherum elatius*) und die Gewöhnliche Möhre (*Daucus carota*). Auch der Weiße Ackerling (*Agrocybe dura*) kommt heute noch in diesen Magerrasen vor.

Ein weiteres Indiz für den ehemaligen Ackerbau ist das Vorkommen noch heute keimfähiger Samen von Ackerwildkräutern in den Böden der historisch jungen Kalkmagerrasen, die in der Bodensamenbank historisch alter Kalkmagerrasen fehlen (Tab. 3). Bemerkenswert ist, dass sich keimfähige Samen von Acker-Gauchheil (*Anagallis arvensis*) und Weißem Gänsefuß (*Chenopodium album*) in allen „Altersstadien“ der Magerrasen des Exkursionsgebietes auch 90 Jahre nach Aufgabe des Ackerbaus noch nachweisen lassen. In einem weiteren Untersuchungsgebiet auf der Schwäbischen Alb waren Samen von *Anagallis arvensis* sogar noch nach 150 Jahren im Boden präsent (KARLÍK & POSCHLOD 2014).

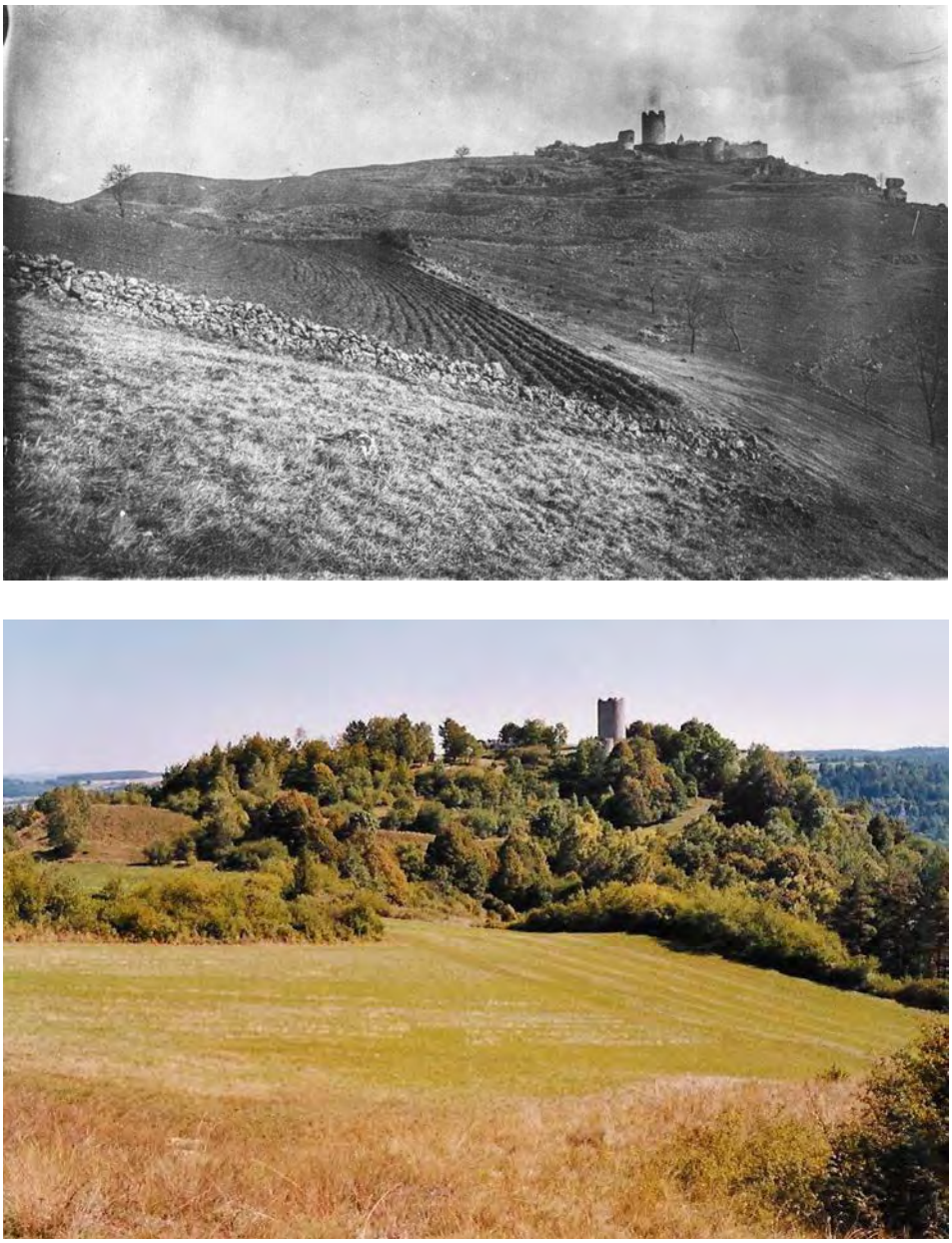

Abb. 14. Blick über die Hochfläche des Schloßbergs in Kallmünz auf die mittelalterliche Burgruine. Das obige Bild aus dem Jahre 1916 zeigt eine ackerbaulich bewirtschaftete Fläche mit einem Steinriegel im Vordergrund. Heute wird die Fläche als Grünland (Mahd, Beweidung) bewirtschaftet (© Foto oben P. Reinecke, Archiv Verlag Lassleben; unten B. Wiedmann).

Tabelle 3. Indikatoren für den ehemaligen Ackerbau in der Bodensamenbank (Anzahl keimfähiger Samen/6,3 l Boden) der heutigen Magerrasen in Abhängigkeit vom Alter.

	Acker	Hist. sehr junge Magerrasen			Hist. junge M.		Hist. Alte M.	
Alter (Jahre) der Magerrasen	**0**	**15**	**15**	**40**	**60**	**90**	**180**	**180**
Ackerwildkräuter/Ruderalarten								
Anagallis arvensis	7	6	25	2	6	2		
Arenaria serpyllifolia	32			4				
Chenopodium album agg.	10	3	13	3	2	2		
Chaenorhinum minus	87				1	1		
Veronica arvensis			20	5				
Veronica persica			1					
Digitaria ischaemum	177		2					
Thlaspi arvense			19					
Neslia paniculata			2					
Silene noctiflora			2					
Aphanes arvensis					1			
Mesophile Magerrasenarten								
Poa angustifolia	1	28		10	13	13	23	4
Hypericum perforatum		1	92	12	40	19	2	
Medicago lupulina		2	4		15	3	3	3
Daucus carota		2	56	1	1	5		
Plantago lanceolata			23	3	1		1	
Leucanthemum vulgare s.l.				1				
Xerophile Magerrasenarten								
Potentilla neumanniana		3		11	3		29	2
Carex caryophyllea				3	5		27	16
Linum catharticum					5		15	1
Phleum phleoides				2		17		2
Cerastium brachypetalum			3	9				

Brachfallen und Auforstung der Kalkmagerrasen

Mit der Zunahme der Stallhaltung der Rinder und dem Rückgang der Schafhaltung bzw. Wanderschäferei im 19. Jahrhundert fielen in manchen Gemarkungen der Gemeinde Kallmünz bis zu 70 % der Kalkmagerrasen brach oder wurden aufgeforstet (Tab. 4). Die Verbuschung leitet in den meisten Fällen die Schlehe (*Prunus spinosa*) ein. Aufgeforstet wurden vor allem die Waldkiefer (*Pinus sylvestris*), aber auch die Fichte (*Picea* abies).

Deutlich wird dieser Wandel auf den beiden Bildvergleichen des Schloßbergs aus den Jahren 1898 und 2005 (Abb. 15) bzw. 1943 und 2004 (Abb. 16).

Tabelle 4. Entwicklung der Magerrasenflächen der Gemarkungen im Raum Kallmünz von 1830/40 bis 1990 (aus BAUMANN et al. 2005).

Gemarkung	**Magerrasenfläche in ha**		**Gewinn und Verlust**	
	1830–1840	1990	in ha	in %
Dallackenried	11,47	11,60	0,13	1,1
Dinau	38,11	12,18	-25,93	-68,0
Eich	56,82	29,39	-27,43	-48,3
Fischbach	22,00	16,77	-5,23	-23,8
Kallmünz	100,83	98,83	-2,00	-2,0
Krachenhausen	48,71	26,36	-22,35	-45,9
Rohrbach	27,10	23,41	-3,69	-13,6
Traidendorf	17,13	5,03	-12,10	-70,6
Marktgemeinde Kallmünz	322,17	223,57	-98,60	-30,6

Abb. 15. Der Schloßberg in Kallmünz in den Jahren 1898 (links) und 2005 (rechts) (© Foto 1898 Archiv Verlag Lassleben, Foto 2005 P. Poschlod).

Abb. 16. Im Jahre 1943 war der Vilstaler Hang des Schloßbergs noch beweidet und offen. Heute befindet sich auf dem Hang ein Kiefernforst (© Fotos links Privatarchiv Baptist Lell, rechts A. Baumann).

Zukünftige Entwicklungsziele

Trotz der Flächenverluste finden sich im Exkursionsgebiet heute immer noch großflächig gut erhaltene Kalkmagerrasen. Allerdings findet heute im Gegensatz zu früher nur eine Beweidung durch Schafe statt, die zudem nicht besonders intensiv ist. Dies zeigt die stetige Zunahme z. B. der Aufrechten Trespe (*Bromus erectus*) oder des Wiesen-Salbeis (*Salvia pratensis*), die eher typische Arten von gemähten Magerrasen sind. Wünschenswert wäre deshalb zum einen eine Re-Etablierung der vielfältigen Weidewirtschaft, zum anderen eine intensivere Beweidung. Entsprechende Initiativen, wie sie der Bergverein Kallmünz plant (Einführung der Rinderbeweidung auf einem Teil des Schloßbergs; mündl. Mitt. Werner Meier), sollten deshalb unterstützt werden.

Grundsätzlich wäre auch ein extensiver Ackerbau, der Brachephasen einschließt, zu befürworten, um Arten wie *Cerinthe minor* lokal zu fördern. Der immer wieder praktizierte Maisanbau sollte auf den nicht rentablen Standorten unterbleiben.

Literatur

AELLEN, P. (1979): 45. Familie. *Chenopodiaceae*. – In: RECHINGER, K.H. (Ed..): Gustav Hegi. Illustrierte Flora von Mitteleuropa. Band III, Teil 2.: 533–747. Paul Parey, Berlin.

BAUMANN, A. (2006): On the vegetation history of calcareous grasslands in the Franconian Jura (Germany) since the Bronze Age. – Diss. Bot. 404: 1–194.

BAUMANN, A., BLATTNER, S. & POSCHLOD, P. (2005): Neuzeitliche Entwicklungsgeschichte der Kalkmagerrasen in der Umgebung von Kallmünz. – Hoppea 66: 469–485.

BAUMANN, A. & POSCHLOD, P. (2008): Did calcareous grasslands exist in prehistoric times? An archaeobotanical research on the surroundings of the prehistoric settlement above Kallmünz (Bavaria, Germany). – Br. Archaeol. Rep. Int. Ser. 1807: 25-37.

BAYKLIMFOR (BAYERISCHER KLIMAFORSCHUNGSVERBUND) (1996): Klimaatlas von Bayern. - München.

BERENDES, J. (Ed.) (1902): Des Pedanios Dioskurides aus Anazarbos Arzneimittellehre in fünf Büchern. – Ferdinand Enke, Stuttgart.
BESL, H. & BRESINSKY, A. (2009): Checkliste der Basidiomycota von Bayern. – Regensb. Myk. Schr. 16: 1–880.
BONN, S. & POSCHLOD, P. (1998): Ausbreitungsbiologie der Pflanzen Mitteleuropas. Grundlagen und kulturhistorische Aspekte. – Quelle & Meyer, Wiesbaden.
BORK, H.-R. (Ed.) (2006): Landschaften der Erde unter dem Einfluss des Menschen. – Wissenschaftliche Buchgesellschaft, Darmstadt.
BUTTLER, K.P. & HAND, R. (2008): Liste der Gefäßpflanzen Deutschlands. – Kochia, Beiheft 1: 1–107.
EIDENSCHINK, B. (2011): Die Auswirkungen des Landnutzungswandels auf die Kulturlandschaft bei Kallmünz und den Lebensraum Kalkmagerrasen. – Zulassungsarbeit, Universität Regensburg.
GAUCKLER, K. (1938): Steppenheide und Steppenheidewald der Fränkischen Alb in pflanzensoziologischer, ökologischer und geographischer Sicht. – Ber. Bayer. Bot. Ges. 23: 1–134.
GOPPELSRÖDER, A. & RÖSCH, M. (2002): Pflanzliche Funde aus dem keltischen Grabhügel Hohmichele, Gemeinde Altheim (Kreis Biberach). – In: KURZ, S. & SCHIEK, S. (Eds.): Bestattungsplätze im Umfeld der Heuneburg. – Forsch. Ber. Vor- und Frühgesch. Baden-Württ. 87: 163–203.
GRABERT, B. (1987): Gefährdete Gefässpflanzen im Landkreis Regensburg. – Dipl.arb., Univ. Regensburg.
GRIMM, J. & GRIMM, W. (1854–1960): Deutsches Wörterbuch. – S. Hirzel, Leipzig.
HOHENESTER, A. (1989): Zur Flora und Vegetation der Fränkischen Alb. - In: TICHY, F. & GÖMMEL, R. (Eds.): Die Fränkische Alb. – Referate des 9. interdisziplinären Colloquiums des Zentralinstituts. Schr. Zentralinst. Fränk. Landeskd. allgem. Regionalforsch. Univ. Erlangen-Nürnberg 28: 77–93.
HOHLA, M. (2009): Lebendige Spuren aus der Vergangenheit – Pflanzen unserer Burgen, Schlösser und Klöster. – ÖKO L 31/4: 13–24.
JÄGER, E.J. (Ed.) (2011): Rothmaler Exkursionsflora von Deutschland. Gefäßpflanzen: Grundband. – Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg.
KARLÍK, P. & POSCHLOD, P. (2009): History or abiotic filter: which is more important in determining species composition of calcareous grasslands? – Preslia 81: 321–340.
KARLÍK, P. & POSCHLOD, P. (2014): Soil seed bank composition reveals the land-use history of calcareous grasslands. – Acta Oecol. 58: 22–34.
KOCH, R., SENOWBARI-DARYAN, B. & STRAUSS, H. (1994): The Late Jurassic ‚Massenkalk Fazies' of Southern Germany: Calcareous Sand Piles rather than Organic Reefs. – Facies 31: 179–208.
KOPERSKI, M., SAUER, M., BRAUN, W. & GRADSTEIN, S.R. (2000): Referenzliste der Moose Deutschlands. – Schriftenr. Vegetationskd. 34: 1–519.
KÜNNE, H. (1969): Laubwaldgesellschaften der Frankenalb. – Diss. Bot. 2: 1–177.
MANSKE, D.J. (1981/82): Die naturräumlichen Einheiten auf Blatt 164 Regensburg. - Geographische Landesaufnahme 1 : 200 000, Naturräumliche Gliederung Deutschlands. Bl. Landeskde. Raumordnung, 64 pp. + Falttafeln.
MARZELL, H. (1964): Solanaceae. Nachtschattengewächse. – In: HEGI, G. (Ed.): Illustrierte Flora von Mittel-Europa. Band V, 4. Teil. 2. Aufl.: 2548-2625. Carl Hanser, München.
MEYER, R.K.F. & SCHMIDT-KALER, H. (2015): Wanderungen in die Erdgeschichte. Bd. 7: Rund um Regensburg. – Dr. Friedrich Pfeil, München: 144 pp.
MÜLLER, M. (1961): Zur Entwicklung von Malm und Kreide im Raum Parsberg-Kallmünz. – Erlanger Geol. Abh. 40: 1–48.
NELLE, O. & SCHMIDGALL, J. (2003): Der Beitrag der Paläobotanik zur Landschaftsgeschichte von Karstgebieten am Beispiel der vorgeschichtlichen Höhensiedlung auf dem Schloßberg bei Kallmünz (Südöstliche Frankenalb). – Eiszeitalt. Ggw. 53: 55–73.
ODUM, S. (1965): Germination of Ancient Seeds. Floristical Observations and Experiments with Archaeologically Dated Soil Samples. – Dan. Bot. Ark. 24/2: 1–70.
OTTE, A. (1989): Kalkfels-Balmengesellschaft von *Lappula squarrosa* (Retz.) Dum. (*Lappulo-Asperuginetum procumbentis* Br.-Bl. 1919) im Tal der Schwarzen Laaber (Lkrs. Regensburg). – Ber. Bayer. Bot. Ges. 60: 183–189.
POSCHLOD, P. (1991): Diasporenbanken in Böden - Grundlagen und Bedeutung. – In SCHMID, B. & STÖCKLIN, J. (Eds.): Populationsbiologie der Pflanzen: 15–35. Birkhäuser, Basel.
POSCHLOD, P. (2015): Geschichte der Kulturlandschaft. – Ulmer, Stuttgart.

POSCHLOD, P. & BAUMANN, A. (2010): The historical dynamics of calcareous grasslands in the Central and Southern Franconian jurassic mountains – a comparative pedoanthracological and pollen analytical study. – The Holocene 20: 13–23.

POSCHLOD, P., KARLÍK, P., BAUMANN, A. & WIEDMANN, B. (2008): The history of dry calcareous grasslands near Kallmünz (Bavaria) reconstructed by the application of palaeoecological, historical and recent-ecological methods. – In: SZABÓ, P. & HÉDL, R. (Eds.): Human Nature: Studies in Historical Ecology and Environmental History: 130–143. Institute of Botany of the ASCR, Průhonice.

POSCHLOD, P. & WALLISDEVRIES, M.F. (2002): The historical and socioeconomic perspective of calcareous grasslands – lessons from the distant and recent past. – Biol. Conserv. 104: 361–376.

PÜRNER, T. (2015): Geologische Karte 1 : 25 000, 6837 Kallmünz. – Augsburg, Bayerisches Landesamt für Umwelt.

RENNWALD, E. (Ed.) (2002): Verzeichnis und Rote Liste der Pflanzengesellschaften Deutschlands. – Schriftenr. Vegetationskd. 35: 1–820.

ROSSKOPF, M. (1989): Vegetationskundliche Untersuchungen an Laubwaldgesellschaften im Naabtal nördlich von Pielenhofen. – Hoppea 47: 55–90.

SANDNER, R. (2005): Siedlungsarchäologische Untersuchungen auf dem Schloss-, Kirchen- und dem Hirmesberg oberhalb Kallmünz, Lkr. Regensburg /Opf. – Regensbg. Beitr. Prähist. Archäol. 14: 1–488.

SCHEUERER, M. (1997): *Chenopodium opulifolium* Schrader ex Koch & Ziz (Schneeballblättriger Gänsefuß) im Regensburger Florengebiet. – Hoppea 58: 405–410.

SCHOLZ, P. (2000): Katalog der Flechten und flechtenbewohnenden Pilze Deutschlands. – Schriftenr. Vegetationskd. 31: 1–298.

SCHULTE-LÖBBERT, M. (2012): Schwarznessel. Als Heilkraut fast vergessen. – PTA-Forum online 4/2012.

SENDTKO, A. (1991): Untersuchungen zur flora und Vegetation der Kalkmagerrasen am Schloßberg und Hutberg bei Kallmünz als Grundlage für den Naturschutz. – Dipl.arb., Univ. Regensburg.

SENDTKO, A. (1993): Die Flora und Vegetation der Kalkmagerrasen am Schloßberg und Hutberg bei Kallmünz (Landkreis Regensburg). – Hoppea 54: 393–454.

SIMMEL, J. (2011): Kryptogamen als Indikatoren der Landnutzungsgeschichte in Wäldern und Kalkmagerrasen. – Dipl.arb., Univ. Regensburg.

STEBLER, F.G. & VOLKART, A. (1913): Die besten Futterpflanzen. I. Teil. - 4. Aufl., K.J. Wyß, Bern.

STIKA, H.-P. (1996): Traces of a possible Celtic brewery in Eberdingen-Hochdorf, Kreis Ludwigsburg, southwest Germany. – Veget. Hist. Archaeobot. 5: 81–88.

STORL, W.-D. (2014): Pflanzen der Kelten. – 7. Aufl., AT-Verlag, Aarau (Schweiz).

SUCK, R. & BUSHART, M. (2012): Potentielle Natürliche Vegetation Bayerns. Erläuterungen zur Übersichtskarte 1 : 500.000. - Bayerisches Landesamt für Umwelt, Augsburg.

TICHY, F. (1989): Landschaftsnamen und Naturräume der Fränkischen Alb. – In: TICHY, F. & GÖMMEL, R. (Eds..): Die Fränkische Alb. – Referate des 9. interdisziplinären Colloquiums des Zentralinstituts. Schr. Zentralinst. Fränk. Landeskd. allgem. Regionalforsch. Univ. Erlangen-Nürnberg 28: 1–8.

URBANOVSKY, C. (2008): Der Garten der Druiden. Das geheime Kräuterwissen der keltischen Heiler. – Allegria, Berlin.

VEIT, R. (1849): Anleitung zum Futterbau mit einem Anhang über Streugewinnung. – Verein zur Verbreitung nützlicher Kenntnisse durch gemeinfaßliche Schriften, München.

WALTER, H. & STRAKA, H. (1970): Arealkunde. Floristisch-historische Geobotanik. – Ulmer, Stuttgart.

WEISGERBER, H. (1994): Mittelalterliches Montanwesen und seine Wirkung auf Landschaft und Umwelt. – In: JOCKENHÖVEL, A. (Ed.): Bergbau, Verhüttung und Waldnutzung im Mittelalter, Auswirkungen auf Mensch und Umwelt. Ergebnisse eines internationalen Workshops (Dillenburg, 11.–15. Mai 1994): 128–139. Steiner, Stuttgart.

WISSKIRCHEN, R. & HAEUPLER, H. (1998): Standardliste der Farn- und Blütenpflanzen Deutschlands. – Ulmer, Stuttgart.

ZIELONKOWSKI, W. (1973): Wildgrasfluren der Umgebung Regensburgs. Vegetationskundliche Untersuchungen an einem Beitrag zur Landespflege. – Hoppea 31: 5–181.

Tabelle A1. Bisher in der Vegetation und der Bodensamenbank auf dem Schloßberg (incl. Hirmesberg), dem Strobelberg (incl. Gänsleite) und dem Hutberg bei Kallmünz nachgewiesene Gefäßpflanzen (nach SENDTKO 1993, KARLÍK & POSCHLOD 2009, 2014 und unveröff. Daten). Nomenklatur nach BUTTLER & HAND (2008).

Acer campestre	*Betonica officinalis*	*Cirsum acaule*
Acer platanoides	*Betula pendula*	*Cirsium vulgare*
Acer pseudoplatanus	*Brachypodium pinnatum*	*Clinopodium vulgare*
Achillea millefolium	*Brachypodium sylvaticum*	*Colchicum autumnale*
Achillea pannonica	*Briza media*	*Consolida regalis*
Acinos arvensis	*Bromus erectus*	*Convolvulus arvensis*
Aconitum lycoctonum	*Bromus hordeaceus*	*Cornus sanguinea*
Actaea spicata	*Bromus inermis*	*Corylus avellana*
Aegopodium podagraria	*Bromus sterilis*	*Corynephorus canescens*
Aesculus hippocastanum	*Bromus tectorum*	*Crataegus laevigata*
Aethusa cynapium	*Bryonia dioica*	*Crataegus monogyna*
Agrimonia eupatoria	*Buglossoides arvensis*	*Crepis biennis*
Agrostis capillaris	*Buphthalmum salicifolium*	*Cruciata laevipes*
Agrostis stolonifera	*Calamagrostis epigeios*	*Cuscuta epithymum*
Ajuga genevensis	*Camelina microcarpa*	*Cynoglossum officinale*
Alliaria petiolata	*Campanula glomerata*	*Cytisus nigricans*
Allium lusitanicum	*Campanula patula*	*Cytisus scoparius*
Allium oleraceum	*Campanula persicifolia*	*Dactylis glomerata*
Allium vineale	*Campanula rapunculoides*	*Danthonia decumbens*
Alopecurus pratensis	*Campanula rotundifolia*	*Daucus carota*
Alyssum alyssoides	*Campanula trachelium*	*Deschampsia flexuosa*
Alyssum montanum	*Capsella bursa-pastoris*	*Dianthus carthusianorum*
Anagallis arvensis	*Carduus acanthoides*	*Dictamnus albus*
Anchusa arvensis	*Carduus nutans*	*Digitaria ischaemum*
Anchusa officinalis	*Carex caryophyllea*	*Draba praecox*
Anemone sylvestris	*Carex ericetorum*	*Dryopteris carthusiana*
Antennaria dioica	*Carex flacca*	*Dryopteris filix-mas*
Anthemis arvensis	*Carex hirta*	*Echinochloa crus-galli*
Anthemis austriaca	*Carex humilis*	*Echinops sphaerocephalus*
Anthericum ramosum	*Carex pairae*	*Echium vulgare*
Anthoxanthum odoratum	*Carex praecox*	*Elymus repens*
Anthriscus sylvestris	*Carex spicata*	*Epilobium angustifolium*
Anthyllis vulneraria	*Carex sylvatica*	*Epilobium montanum*
Apera spica-venti	*Carlina acaulis*	*Epipactis helleborine*
Aphanes arvensis	*Carlina vulgaris*	*Equisetum arvense*
Aquilegia vulgaris	*Carpinus betulus*	*Erigeron acris*
Arabidopsis arenosa	*Centaurea cyanus*	*Erigeron annuus*
Arabidopsis thaliana	*Centaurea jacea*	*Erigeron canadensis*
Arabis hirsuta	*Centaurea scabiosa*	*Erodium cicutarium*
Arenaria serpyllifolia	*Centaurea stoebe*	*Erysimum crepidifolium*
Armoracia rusticana	*Cephalanthera damasonium*	*Erysimum odoratum*
Arrhenatherum elatius	*Cerastium arvense*	*Euonymus europaeus*
Artemisia absinthium	*Cerastium brachypetalum*	*Euphorbia cyparissias*
Artemisia campestris	*Cerastium glomeratum*	*Euphorbia exigua*
Artemisia vulgaris	*Cerastium holosteoides*	*Euphorbia helioscopia*
Asperugo procumbens	*Cerastium pumilum*	*Euphorbia verrucosa*
Asperula cynanchica	*Cerinthe minor*	*Euphrasia stricta*
Asperula tinctoria	*Chaenorhinum minus*	*Fagus sylvatica*
Asplenium ruta-muraria	*Chaerophyllum hirsutum*	*Falcaria vulgaris*
Asplenium trichomanes	*Chamaecytisus ratisbonensis*	*Fallopia convolvulus*
Astragalus cicer	*Chelidonium majus*	*Festuca pallens*
Astragalus glycyphyllos	*Chenopodium album*	*Festuca pratensis*
Avena fatua	*Chenopodium opulifolium*	*Festuca rubra*
Ballota nigra	*Chenopodium polyspermum*	*Festuca rupicola*
Bellis perennis	*Chimaphila umbellata*	*Ficaria verna*
Berberis vulgaris	*Cichorium intybus*	*Filago minima*

Fortsetzung **Tabelle A1**.

Fragaria vesca	*Juniperus communis*	*Orchis morio*
Fragaria viridis	*Knautia arvensis*	*Orchis ustulata*
Fraxinus excelsior	*Koeleria macrantha*	*Origanum vulgare*
Fumana procumbens	*Koeleria pyramidata*	*Orobanche lutea*
Fumaria officinalis	*Lactuca perennis*	*Orthilia secunda*
Gagea pratensis	*Lamium album*	*Papaver rhoeas*
Gagea villosa	*Lamium amplexicaule*	*Pastinaca sativa*
Galeopsis bifida	*Lamium maculatum*	*Petrorhagia prolifera*
Galeopsis pubescens	*Lamium purpureum*	*Peucedanum cervaria*
Galium album	*Lapsana communis*	*Peucedanum oreoselinum*
Galium aparine	*Larix decidua*	*Phleum phleoides*
Galium glaucum	*Lathyrus pratensis*	*Phleum pratense*
Galium mollugo	*Legousia speculum-veneris*	*Picea abies*
Galium pomeranicum	*Leontodon hispidus*	*Pimpinella saxifraga*
(G. album x *verum)*	*Leucanthemum vulgare*	*Pinus nigra*
Galium pumilum	*Ligustrum vulgare*	*Pinus sylvestris*
Galium rotundifolium	*Linaria vulgaris*	*Plantago lanceolata*
Galium spurium	*Linum catharticum*	*Plantago major*
Galium verum	*Lolium perenne*	*Plantago media*
Genista sagittalis	*Lonicera xylosteum*	*Poa angustifolia*
Genista tinctoria	*Lotus corniculatus*	*Poa annua*
Gentiana cruciata	*Luzula campestris*	*Poa compressa*
Gentiana verna	*Luzula pilosa*	*Poa nemoralis*
Gentianella germanica	*Lycopodium annotinum*	*Poa pratensis*
Gentianopsis ciliata	*Mahonia aquifolium*	*Polygala chamaebuxus*
Geranium columbinum	*Malus domestica*	*Polygala comosa*
Geranium pusillum	*Malus sylvestris*	*Polygala vulgaris*
Geranium robertianum	*Malva neglecta*	*Polygonatum odoratum*
Geranium sanguineum	*Malva sylvestris*	*Polygonum aviculare*
Geum urbanum	*Matricaria discoidea*	*Polypodium vulgare*
Globularia bisnagarica	*Matricaria recutita*	*Polystichum lonchitis*
Gymnadenia conopsea	*Medicago falcata*	*Populus tremula*
Hedera helix	*Medicago lupulina*	*Potentilla alba*
Helianthemum nummularium	*Medicago minima*	*Potentilla argentea*
Helianthemum ovatum	*Medicago varia*	*Potentilla heptaphylla*
Helichrysum luteoalbum	*Melampyrum arvense*	*Potentilla incana*
Helictotrichon pratensis	*Melampyrum pratense*	*Potentilla neumanniana*
Helictotrichon pubescens	*Melica ciliata*	*Potentilla reptans*
Hieracium cymosum	*Melica nutans*	*Potentilla subarenaria*
Hieracium glaucinum	*Melica transsilvanica*	(*P. incana* x *neumanniana*)
Hieracium lachenalii	*Melilotus albus*	*Prenanthes purpurea*
Hieracium murorum	*Melilotus officinalis*	*Primula veris*
Hieracium pilosella	*Mercurialis perennis*	*Prunella grandiflora*
Hieracium sabaudum	*Microthlaspi* (*Thlaspi*) *perfoliatum*	*Prunus avium*
Hieracium umbellatum	*Minuartia setacea*	*Prunus mahaleb*
Hippocrepis comosa	*Molinia caerulea*	*Prunus spinosa*
Holcus lanatus	*Muscari comosum*	*Pulsatilla vulgaris*
Holosteum umbellatum	*Mycelis muralis*	*Pyrola chlorantha*
Humulus lupulus	*Myosotis arvensis*	*Pyrus communis*
Hylotelephium (*Sedum*) *maximum*	*Myosotis ramosissima*	*Pyrus pyraster*
Hyoscyamus niger	*Myosotis stricta*	*Quercus robur*
Hypericum perforatum	*Neslia paniculata*	*Ranunculus bulbosus*
Hypochaeris radicata	*Noccaea* (*Thlaspi*) *montanum*	*Rhamnus cathartica*
Inula conyzae	*Odontites luteus*	*Rhinanthus minor*
Jasiona montana	*Odontites vulgaris*	*Rhinanthus serotinus*
Juncus articulatus	*Onobrychis viciifolia*	*Ribes uva-crispa*
Juncus bufonius	*Ononis repens*	*Robinia pseudacacia*
Juncus effusus	*Ophrys insectifera*	*Rosa canina*
Juncus inflexus	*Ophrys sphegodes*	*Rosa rubiginosa*

Fortsetzung **Tabelle A1**.

Rubus caesius	*Sonchus asper*	*Turritis glabra*
Rubus fruticosus agg.	*Sonchus oleraceus*	*Tussilago farfara*
Rubus idaeus	*Sorbus aucuparia*	*Ulmus minor*
Rumex acetosa	*Sorbus danubialis*	*Urtica dioica*
Rumex acetosella	*Sorbus pannonica*	*Vaccinium myrtillus*
Rumex crispus	*Stachys recta*	*Vaccinium vitis-idaea*
Salix caprea	*Stachys sylvatica*	*Valerianella dentata*
Salvia pratensis	*Stellaria graminea*	*Valerianella locusta*
Sambucus nigra	*Stellaria holostea*	*Verbascum densiflorum*
Sambucus racemosa	*Stellaria media*	*Verbascum lychnitis*
Sanguisorba minor	*Syringa vulgaris*	*Verbascum nigrum*
Sanguisorba officinalis	*Tanacetum corymbosum*	*Verbascum thapsus*
Saponaria officinalis	*Tanacetum vulgare*	*Veronica arvensis*
Saxifraga granulata	*Taraxacum* sect. *Erythrosperma*	*Veronica chamaedrys*
Saxifraga tridactylites	*Taraxacum* sect. *Ruderalia*	*Veronica dillenii*
Scabiosa columbaria	*Teesdalia nudicaulis*	*Veronica hederifolia*
Scorzoneroides (*Leontodon*)	*Teucrium botrys*	*Veronica officinalis*
autumnalis	*Teucrium chamaedrys*	*Veronica persica*
Securigera varia	*Teucrium montanum*	*Veronica praecox*
Sedum acre	*Thalictrum minus*	*Veronica teucrium*
Sedum album	*Thlaspi arvense*	*Viburnum lantana*
Sedum sexangulare	*Thymus praecox*	*Vicia angustifolia*
Senecio jacobaea	*Thymus pulegioides*	*Vicia cracca*
Senecio ovatus (*fuchsii*)	*Tilia platyphyllos*	*Vicia hirsuta*
Senecio vulgaris	*Torilis japonica*	*Vicia sativa*
Seseli annuum	*Tragopogon dubius*	*Vicia sepium*
Sesleria caerulea	*Tragopogon pratensis*	*Vicia tenuifolia*
Setaria viridis	*Trifolium alpestre*	*Vicia tetrasperma*
Sherardia arvensis	*Trifolium campestre*	*Vincetoxicum hirundinaria*
Silene latifolia spp. *alba*	*Trifolium dubium*	*Viola arvensis*
Silene noctiflora	*Trifolium hybridum*	*Viola collina*
Silene nutans	*Rubus fruticosus agg.*	*Viola hirta*
Silene otites	*Trifolium medium*	*Viola odorata*
Silene vulgaris	*Trifolium montanum*	*Viola riviniana*
Solanum dulcamara	*Trifolium pratense*	*Viola rupestris*
Solanum nigrum	*Trifolium repens*	*Viscum laxum*
Solidago canadensis	*Tripleurospermum perforatum*	*Vitis vinifera* ssp. *vinifera*
Sonchus arvensis	*Trisetum flavescens*	

Tabelle A2. Bisher auf dem Schloßberg (incl. Hirmesberg), dem Strobelberg (incl. Gänsleite) und dem Hutberg bei Kallmünz nachgewiesene Moose (nach SENDTKO 1993, SIMMEL 2011 und unveröff. Daten). Nomenklatur nach KOPERSKI et al. (2000).

Amblystegium serpens var. *Juratzkanum*	*Ditrichum flexicaule*	*Plagiomnium affine* s. str.
Anomodon attenuatus	*Encalypta streptocarpa*	*Plagiomnium cuspidatum*
Anomodon longifolius	*Encalypta vulgaris*	*Pleurozium schreberi*
Anomodon viticulosus	*Entodon concinnus*	*Polytrichum formosum*
Barbilophozia barbata	*Eurhynchium hians* var. *hians*	*Pottia* spec.
Barbula convoluta	*Fissidens taxifolius*	*Ptilidium ciliare*
Barbula unguiculata	*Funaria hygrometrica*	*Racomitrium canescens*
Brachythecium albicans	*Grimmia pulvinata*	*Rhytidiadelphus squarrosus*
Brachythecium rutabulum	*Homalothecium lutescens*	*Rhytidiadelphus triquetrus*
Bryum argenteum	*Homalothecium sericeum*	*Rhytidium rugosum*
Bryum caespiticium var. *Caespiticium*	*Homomallium incurvatum*	*Schistidium apocarpum* s. lat.
Bryum capillare s. str.	*Hylocomium splendens*	*Scleropodium purum*
Bryum rubens	*Hypnum cupressiforme* s. str.	*Thuidium abietinum*
Calliergonella cuspidata	*Hypnum cupressiforme* var. *lacunosum*	*Thuidium philibertii*
Ceratodon purpureus	*Leucodon sciuroides*	*Tortella inclinata*
Cirriphyllum piliferum	*Lophocolea bidentata*	*Tortella tortuosa*
Dicranum polysetum	*Lophocolea heterophylla*	*Tortula muralis*
Dicranum scoparium	*Mannia fragrans*	*Tortula ruralis* s. str.
Didymodon (*Barbula*) *fallax*	*Neckera complanata*	*Weissia controversa*
Didymodon ferrugineus (*Barbula reflexa*)	*Orthotrichum anomalum*	
	Orthotrichum cupulatum	
	Phascum cuspidatum	

Tabelle A3. Ausgewählte Flechten (v.a. Erdflechten) auf dem Schloßberg (incl. Hirmesberg), dem Strobelberg (incl. Gänsleite) und dem Hutberg bei Kallmünz (nach SENDTKO 1993, SIMMEL 2011 und unveröff. Daten). Noemnklatur nach SCHOLZ (2000).

Caloplaca flavescens	*Cladonia pyxidata* s. l.	*Endocarpon pusillum*
Cetraria aculeata	*Cladonia rangiferina*	*Heppia lutosa*
Cetraria islandica	*Cladonia rangiformis*	*Peltigera rufescens*
Cladonia arbuscula	*Cladonia squamosa*	*Psora decipiens*
Cladonia arbuscula ssp. *mitis*	*Cladonia symphycarpa*	*Toninia candida*
Cladonia furcata ssp. *furcata*	*Collema cristatum*	*Toninia sedifolia*
Cladonia furcata ssp. *subrangiformis*	*Dermatocarpon miniatum*	*Xanthoria fallax*
	Diploschistes muscorum	*Xanthoria parietina*

Tabelle A4. Ausgewählte Pilze auf dem Schloßberg (incl. Hirmesberg), dem Strobelberg (incl. Gänsleite) und dem Hutberg bei Kallmünz (nach SIMMEL 2011 und unveröff. Daten). Nomenklatur nach BESL & BRESINSKY (2009).

Agaricus xanthoderma	*Entoloma sericeum*	*Marasmius oreades*
Agrocybe dura	*Entoloma turci*	*Mycena pura*
Amanita rubescens	*Galerina atkinsonsiana*	*Mycena rubromarginata*
Bolbitius vitellinus	*Geastrum nanum*	*Omphalina pyxidata*
Clitocybe fragrans	*Gymnopus dryophilus*	*Panaeolina foenisecii*
Clitocybe glareosa	*Hygrocybe persistens* var. *persistens*	*Rickenella fibula*
Conocybe dumetorum	*Inocybe rimosa*	*Suillus fluryi*
Coprinus atramentarius	*Lepiota alba*	*Suillus granulatus*
Coprinus plicatilis	*Leucoagaricus leucothites*	*Tubaria beslii*
Entoloma exile	*Macrolepiota procera*	*Tubaria furfuracea*
Entoloma griseocyanum	*Marasmius androsaceus*	
Entoloma lanicum		

Tabelle A5. Pilze der verbuschten und aufgeforsteten Kalkmagerrasen auf dem Schloßberg, dem Strobelberg sowie Tisch- und Stadelberg (nach EIDENSCHINK 2011). Nomenklatur nach BESL & BRESINSKY (2009). X – Vorkommen in verbuschten (Verb.) oder aufgeforsteten Magerrasen (Auff.)

	Verb.	Auff.		Verb.	Auff.
Agrocybe dura	X	X	*Agaricus silvaticus*		X
Chroogomphus rutilus	X	X	*Agaricus silvicola*		X
Clitocybe fragrans	X	X	*Bovista pusilla*		X
Clitocybe gibba	X	X	*Clitocybe candicans*		X
Conocybe tenera	X	X	*Clitocybe ditopa*		X
Dermoloma cuneifolium	X	X	*Clitocybe fuscosquamula*		X
Hemimycena gracilis	X	X	*Clitocybe nebularis*		X
Hygrocybe conica	X	X	*Clitocybe subspadicea*		X
Hygrophorus nemoreus	X	X	*Coprinus atramentarius*		X
Inocybe glabripes	X	X	*Cortinarius candelaris*		X
Lepiota cristata	X	X	*Cortinarius decipiens*		X
Lepista flaccida	X	X	*Entoloma chalybaeum*		X
Marasmius androsaceus	X	X	*Entoloma griseocyaneum*		X
Mycena galopus	X	X	*Entoloma hirtum*		X
Mycena pura	X	X	*Entoloma incanum*		X
Ramaria gracilis	X	X	*Entoloma sericeum*		X
Rickenella fibula	X	X	*Gomphidius glutinosus*		X
Russula caerulea	X	X	*Hebeloma lateritium*		X
Russula sanguinea	X	X	*Inocybe cincinnata* var. *major*		X
Suillus granulatus	X	X	*Inocybe hirtella* var. *bispora*		X
Clitocybe clavipes	X		*Inocybe rimosa*		X
Clitocybe dealbata	X		*Lactarius acerrimus*		X
Clitocybe phaeophthalma	X		*Lactarius aurantiacus*		X
Collybia maculata	X		*Lactarius fulvissimus*		X
Conocybe microspora	X		*Lepiota aspera*		X
Entoloma lanicum	X		*Lepista flaccida* f. *gilva*		X
Entoloma neglectum	X		*Lepista sordida* var. *lilacea*		X
Entoloma turci	X		*Leptopodia elastica*		X
Geastrum schmidelii	X		*Lyophyllum connatum*		X
Handkea excipuliformis	X		*Lyophyllum mephiticum*		X
Hygrocybe persistens	X		*Mycena zephirus*		X
Laccaria amethystina	X		*Otidea umbrina*		X
Lepiota alba	X		*Russula delica*		X
Leucoagaricus leucothites	X		*Russula turci*		X
Lycoperdon perlatum	X		*Russula xerampelina*		X
Marasmius oreades	X		*Suillus fluryi*		X
Marasmius scorodonius	X		*Tricholoma stiparophyllum*		X
Melanoleuca stridula	X		*Tricholoma sulphureum*		X
Omphalina pyxidata	X				
Panaeolus foenisecii	X				
Tubaria beslii	X				

Tuexenia Beiheft 9: 35–54. Osnabrück 2016.

Flora und Vegetation des Charlottenhofer Weihergebiets – ein Kulturerbe aus dem Mittelalter und der Neuzeit

Peter Poschlod

1. Einführung in das Exkursionsgebiet

Das „Charlottenhofer Weihergebiet“ (Abb. 1) liegt im Landkreis Schwandorf ca. 50 km nördlich von Regensburg (Blatt 6638 Schwandorf und 6639 Wackersdorf der Topographischen Karte 1 : 25 000). Das Exkursionsgebiet zählt zum südöstlichen Ausläufer des Naturraumes Oberpfälzer Hügelland, auch als Südliches Oberpfälzer Bruchschollenland bezeichnet (GERNDT 1978). Es ist mit 833 ha das größte Naturschutzgebiet (Ausweisung 1989) im

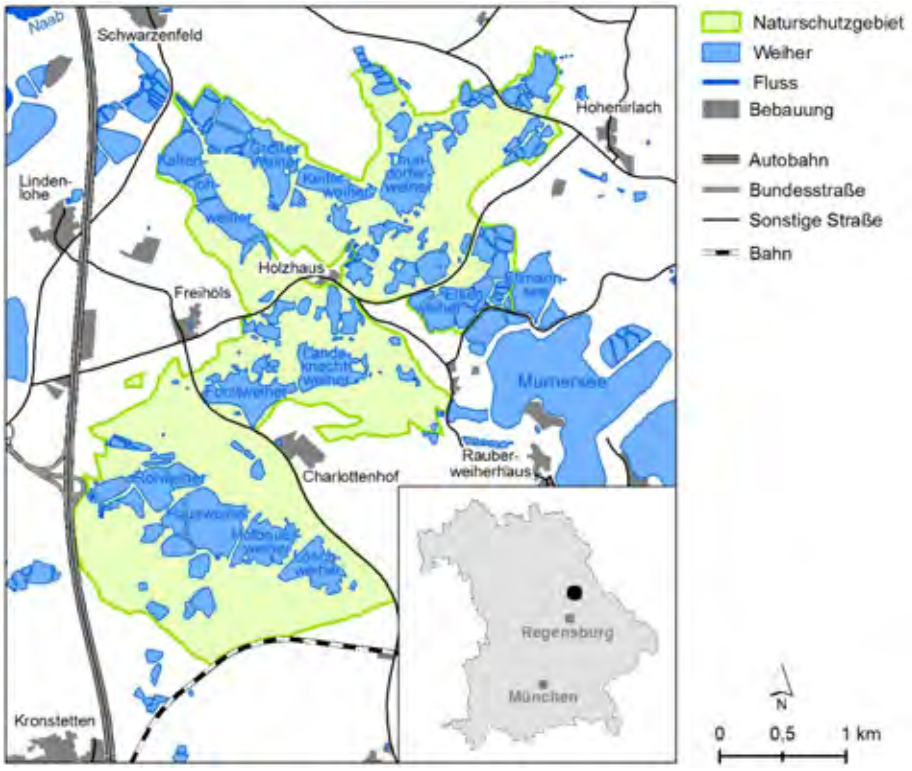

Abb. 1. Das Charlottenhofer Weihergebiet im Landkreis Schwandorf und seine Lage in Bayern (© Karte: Sabine Fischer; Kartengrundlage: Bayerische Vermessungsverwaltung 2015).

Regierungsbezirk Oberpfalz (ABSP 1997). Seit 2001 gehört es auch zum FFH-Gebiet (DE 6639–372) „Charlottenhofer Weihergebiet, Hirtlohweiher und Langwiedteiche“ (BAYERISCHE STAATSREGIERUNG 2001).

2. Geologie

Das „Charlottenhofer Weihergebiet“ liegt in einer tektonischen Senke, der sogenannten Bodenwöhrer Bucht bzw. dem Bodenwöhrer Halbgraben, die bzw. der sich von Amberg über Schwandorf bis Roding südlich entlang der sog. Pfahl-Verwerfung erstreckt (OTTE & BRAUN 1987, MEYER 1996). Nördöstlich der Pfahlzone schließt sich das Grundgebirge des Oberpfälzer Waldes mit dem Naabgebirge (Gneise durchsetzt von Granitkörpern) und dem Südöstlichen Oberpfälzer Wald (moldanubische Gneise) an. Südwestlich liegen die großen Kristallgranitmassive des Regensburger Vorwaldes, einem Teil des Grundgebirges des Vorderen Bayerischen Waldes (SCHRÖDER 1975, STETTNER 1975).

Die Senke kam dadurch zustande, dass das gesamte Gebiet des ostbayerischen Grundgebirges im Laufe der Erdgeschichte mehrfach angehoben wurde. Dabei zerfiel es entlang von zahlreichen Bruchlinien in mehrere Schollen, die sich entweder verbogen, senkten oder hoben. Diese tektonischen Vorgänge führten nach einer letzten, relativ abrupten Absenkung im Unteren Miozän zu einem weit verzweigten Rinnensystem, dem sog. Urnaab-Rinnensystem (GERNDT 1978, MEYER 1996). Die Bodenwöhrer Senke stellt einen Seitenast dieses Rinnensystems dar. In der versumpfenden Senke und ihren Seitenästen konnten sich bei dem damals subtropisch-feuchtem Klima große Moore entwickeln, die mächtige Braunkohleablagerungen ausbildeten. Die Vegetation war geprägt durch Sumpf- und Bruchwälder, die mosaikartig mit Busch- und Riedmooren und offenen Stehgewässern verzahnt waren (GREGOR 1975, GREGOR & VAN DEN BURGH 1976, GREGOR & UNGER 1989). Ende des Miozäns war dieses Rinnensystem weitgehend „aufgefüllt“ bzw. vermoort.

Neben den Ablagerungen aus dem Tertiär finden sich heute in der Bodenwöhrer Bucht auch solche der Oberkreide. Oberflächlich stehen Tone, Sande, Schluff und Kiese mit Braunkohle-Einlagerungen an. Die Braunkohlevorkommen einer Seitenrinne, der sog. Rauberweiher-Rinne, sind im 20. Jahrhundert (bis 1983) weitgehend abgebaut worden (MEYER 1996). Heute sind diese ehemaligen Tagebaue, die südöstlich an das NSG Charlottenhofer Weihergebiet angrenzen, geflutet.

3. Klima

Das Exkursionsgebiet liegt im Regenschatten der Fränkischen Alb und gehört mit 600 bis 700 mm Jahresniederschlag zum kontinental getönten Regensburger Trockengebiet. Die langjährige Jahresmitteltemperatur der nächstgelegenen Messstation Schwandorf (372 m ü. NN) liegt bei 7,8 °C (BAYKLIMFOR 1996). Im Jahresdurchschnitt ist es etwas wärmer und niederschlagsärmer als in den umliegenden Gebieten. Hohe Sommertemperaturen sind eine Voraussetzung für eine rentable Karpfenzucht. Die Schwarzenfelder Spiegelkarpfen (siehe unten) laichen erst ab einer Wassertemperatur von 18 °C in der Zeit von Mai bis Juli ab. Dieser Zeitraum des Ablaichens wird als sog. Abwachsperiode bezeichnet. So liegen die Luft-Durchschnittstemperaturen während der Abwachsperiode im Schwandorf-Schwarzenfelder Teichgebiet bei 16 °C (SCHIEßL 1990). Die Ablaichteiche sind deshalb sehr klein (ca. 4 x 6 m²; BECKH 1940) liegen deshalb zur Sonne exponiert (siehe unten).

4. Potentielle natürliche und heutige Vegetation

Pfeifengras-(Buchen-)Stieleichenwälder im Komplex mit Hainsimsen-Buchenwäldern bzw. Rauschbeeren-Kiefern-Moorwälder mit eingestreuten Schwarzerlen-Sumpfwäldern, Walzenseggen- bzw. Torfmoos-Erlenbruchwälder gelten als potentielle natürliche Vegetation des Exkursionsgebietes (SUCK & BUSHART 2012).

Tabelle 1. Pflanzengesellschaften des Exkursionsgebietes, ergänzt nach OTTE & BRAUN (1987). Nomenklatur nach RENNWALD (2002).

Waldgesellschaften	
Europäische Falllaubwälder und –gebüsche	*Querco-Fagetea* Br.-Bl. et Vlieger in Vlieger 1937
Hainmieren-Schwarzerlen-Wald	*Stellario nemorum-Alnetum glutinosae* Lohmeyer 1957
Bruchwälder und –gebüsche	*Alnetea glutinosae* Br.-Bl. et Tx. ex Westhoff et al. 1946
Walzenseggen-Erlen-Bruchwald	*Carici elongatae-Alnetum glutinosae* Schwickerath 1933
Eurosibirische Nadelwälder	*Vaccinio-Piceetea* Br.-Bl. in Br.-Bl. et al. 1939
Weißmoos-Kiefernwald (-forst)	*Leucobryo-Pinetum* Matuszkiewicz 1962
Moor-Kiefernwälder	*Vaccinio uliginosi-Pinetea sylvestris* Passarge et Hofmann 1968
Sumpfheidelbeeren-Moorbirken-Bruchwald	*Vaccinio uliginosi-Betuletum pubescentis* Libbert 1933 s.str.
Quell- und Grundwassermoorgesellschaften, Regenmoorschlenken- und Bulten-Gesellschaften	
Nährstoffarme Sümpfe und Grundwasser- bzw. Zwischenmoore	*Scheuchzerio-Caricetea fuscae* Tx. 1937
Braunseggen-Sumpf/(-Moor)	*Caricetum nigrae* Braun 1915 nom. mutat. propos.
Fadenseggen-Sumpf/(-Moor)	*Caricetum lasiocarpae* Osvald 1923 nom. conserv. propos.
Fadenseggen-Basalgesellschaft (m. Schnabelsegge)	*Caricion lasiocarpae*-Basalgesellschaft (m. *Carex rostrata*)
Schnabelried-Sumpf	*Sphagno tenelli-Rhynchosporetum albae* Osvald 1923 nom. conserv. propos.
Eutraphente Röhrichte und Großseggenriede	
Eutraphente Röhrichte und Großseggenriede	*Phragmito-Magnocaricetea* Klika in Klika et Novák 1941
Schilfröhricht	*Phragmitetum australis* Schmale 39
Röhricht des Breitblättrigen Rohrkolbens	*Typhetum latifoliae* (Soó 1927) Nowinski 1930
Röhricht des Schmalblättrigen Rohrkolbens	*Typhetum angustifoliae* (Allorge 1922) Pignatti 1953
Wasserschwaden-Röhricht	*Glycerietum maximae* Hueck 1931
Rohrglanzgras-Röhricht	*Phalaridetum arundinaceae* Libbert 1931
Großseggenriede	*Magnocaricion*
Sumpfseggen-Ried	*Carex acutiformis*-Gesellschaft
Steifseggen-Ried	*Caricetum elatae* W. Koch 1926
Blasenseggen-Ried	*Caricetum vesicariae* Chouard 1924
Therophytenreiche Pioniervegetation	
Zwergbinsen-Gesellschaften	*Isoëto-Nanojuncetea* Br.-Bl. et Tx. ex Westhoff et al. 1946
(Zweizahn-Gesellschaften unterschiedl. Ausprägung)	*Bidention*-Gesellschaften unterschiedlicher Ausprägung
Teichschlamm-Gesellschaft	*Eleocharito-Caricetum bohemicae* Klika 1935
(Gesellschaft des Sechsmännigen Tännels	*Elatine hexandra*-Gesellschaft)
(Gesellschaft des Dreimännigen und des Wasserpfeffer-Tännels	*Elatine triandra-Elatine hydropiper*-Gesellschaft)

Die heutige Vegetation besteht dagegen aus Weißmoos-Kiefernwäldern bzw. -forsten mit in den Verlandungszonen der Weiher vorkommenden Walzenseggen-Erlen-Bruchwäldern, Röhrichten und Großseggenriedern und Seggen-Zwischenmoor- bzw. Sumpf-Gesellschaften (siehe Tab. 1). Kleinflächig waren noch Mitte des 20. Jahrhunderts Fragmente von Sandmagerrasen zu finden (OTTE & BRAUN 1987). Die Weiher weisen Vorkommen zahlreicher Wasserpflanzen-Gesellschaften sowie Gesellschaften der Zweizahn- (*Bidention tripartitae* Nordhagen 1940) und Schlammbodenfluren (*Elatino-Eleocharition ovatae* (Pietsch et Müller-Stoll 1968) Pietsch 1973) auf. Ihnen gilt das Hauptaugenmerk auf dieser Exkursion.

5. Flora

Eine zusammenfassende floristische Erfassung des Charlottenhofer Weihergebietes existiert bis heute nicht. Im Anhang (Tab. A1, A2) findet sich eine Zusammenstellung aller bisher erfasster Gefäßpflanzen und Moose im Charlottenhofer Weihergebiet, die in den Arbeiten von OTTE & BRAUN (1987), ALSCHER (1994) und ROAUER (2007) aufgeführt werden zuzüglich der Arten, die im Rahmen unserer Untersuchungen zur Samenbank der Sedimente von über 57 Teichen sowie unseres Moospraktikums gefunden wurden (unveröff. Daten).

In den Tabellen 2 (Arten semiaquatischer und aquatischer Lebensräume) und 3 (Arten terrestrischer Lebensräume) wurde zudem eine Liste ausgewählter gefährdeter Gefäßpflanzen des eigentlichen Exkursionsgebietes (um Holzhaus und nördlich davon) aufgrund von Angaben in OTTE & BRAUN (1987) sowie von Untersuchungen zur Flora und Diasporenbank (WEIß & POSCHLOD 2009 sowie unveröffentlichte Daten) erstellt.

Von besonderer Bedeutung ist das letzte verbliebene Vorkommen des Herzlöffels (*Caldesia parnassifolia*; Abb. 2) in Deutschland in einem einzigen Weiher, aber auch die hohe Anzahl von gefährdeten Schlammbodenarten. Bemerkenswert ist auch die Tatsache, dass in der Samenbank des Sedimentes aller bisher dahingehend untersuchten Weiher (n = 57) mit einer einzigen Ausnahme Rote Liste-Arten nachzuweisen waren. Über die Hälfte der untersuchten Weiher wiesen vier oder mehr Rote Liste-Arten der Schlammbodenfluren auf. Die höchste Anzahl Roter Liste-Arten fand sich in den kleinen Ablaich- bzw. Vorstreckteichen (Flächengröße < 0,5 ha, oft nur 0,1 bis 0,2 ha; bis zu 9 RL-Arten!). Große Streck- bzw. Abwachsteiche (bis zu fast 20 ha Größe) wiesen nur dann höhere Zahlen auf, wenn sie sich in direkter Nachbarschaft der Ablaich- bzw. Vorstreckteiche befanden und/oder über Wasserzufuhr mit diesen verbunden waren.

Hinsichtlich der Anzahl konnten bis über 3.500 keimfähiger Samen pro Liter Sediment nachgewiesen werden. In 20 Weihern fanden sich über 100 keimfähige Samen/l von Rote Liste-Arten, in sechs Weihern über 1000/l. Dies waren mit zwei Ausnahmen wiederum die Ablaich- und Vorstreckteiche. Die Ausnahme betraf zwei Streckteiche, die direkt an Ablaich- bzw. Vorstreckteiche grenzten.

Drei RL-Arten waren in über der Hälfte der Weiher vertreten: *Ranunculus aquatilis* (n = 43), *Callitriche palustris* (n = 40) und *Elatine hexandra* (n = 37; Abb. 2). *Elatine triandra* war immerhin noch in 18 Weihern vertreten, *E. hydropiper* in 10 Weihern.

Bemerkenswert ist auch das Vorkommen von 16 Torfmoosarten (Tab. A2) in den Verlandungszonen bzw. Schwingrasen der Weiher. Das ist fast die Hälfte der in Deutschland vorkommenden Arten (WEDDELING & LUDWIG 2003).

Tabelle 2. Liste ausgewählter Gefäßpflanzen der semiaquatischen bzw. aquatischen Lebensräume des Exkursionsgebietes, die in den Roten Listen Bayerns (RL BY) von 1974 (KÜNNE 1974), 1986 (SCHÖNFELDER 1986) und/oder 2003 (SCHEUERER & AHLMER 2003) aufgeführt wurden. Nachweise aufgrund der Kartierungen von Braun im Jahre 1968 bzw. Otte 1986 (OTTE & BRAUN 1987), von ALSCHER (1994) und der Untersuchungen der Arbeitsgruppe des Autors zur Flora und Diasporenbank ausgewählter Weiher, die seit 2002 durchgeführt werden (X – Nachweis, - – verschollen/Lebensräume im Kartierjahr nicht vorkommend [Teichböden] oder nicht kartiert). V – Vorwarnstufe. Nomenklatur nach BUTTLER & HAND (2008).

Deutscher Name	**Lateinischer Name**	**1968/1986**	**1994**	**2002-2015**	**RL BY 1974**	**RL BY 1986**	**RL BY 2003**
Bruchwälder							
Kamm-Wurmfarn	*Dryopteris cristata*	X/X	X	X	2	2	2
Sumpf-Lappenfarn	*Thelypteris palustris*	X/X	-	-	-	3	3
Sumpf-Schlangenwurz	*Calla palustris*	X/X	X	X	-	3	3
Gift-Wasserschierling	*Cicuta virosa*	X/X	X	X	-	3	2
Röhrichte, Großseggenrieder							
Scheinzypergras-Segge	*Carex pseudocyperus*	X/X	X	X	-	3	3
Wurzelnde Simse	*Scirpus radicans*	X/-	-	-	2	3	2
Kleistogamer Queckenreis	*Leersia oryzoides*	X/X	-	X	-	3	3
Strauß-Gilbweiderich	*Lysimachia thyrsiflora*	X/X	X	X	2	3	3
Sümpfe, Grundwasser- und Zwischenmoore							
Gewöhnlicher Moorbärlapp	*Lycopodiella inundata*	X/X	-	-	-	3	3
Draht-Segge	*Carex diandra*	X/X	X	-	-	3	2
Hartman-Segge	*Carex hartmanii*	-/-	-	X	2	2	2
Faden-Segge	*Carex lasiocarpa*	X/X	X	X	-	3	3
Schlamm-Segge	*Carex limosa*	X/X	X	-	-	3	3
Breitblättriges Wollgras	*Eriophorum latifolium*	X/X	-	X	-	3	3
Weißes Schnabelried	*Rhynchospora alba*	X/X	X	X	-	3	3
Braunes Schnabelried	*Rhynchospora fusca*	X/X	-	X	2	3	2
Sumpf-Weichwurz	*Hammarbya paludosa*	X/X	X	-	2	1	2
Blasenbinse	*Scheuchzeria palustris*	X/-	-	-	-	3	3
Rosmarinheide	*Andromeda polifolia*	X/X	X	-	-	3	3
Mittlerer Sonnentau	*Drosera intermedia*	X/X	X	X	3	3	2
Rundblättriger Sonnentau	*Drosera rotundifolia*	X/X	X	X	3	3	3
Fieberklee	*Menyanthes trifoliata*	-/-	X	X	-	-	3
Wald-Läusekraut	*Pedicularis sylvatica*	X/-	-	-	-	3	3
Stehgewässer							
Zwerg-Igelkolben	*Sparganium natans*	X/X	X	X	2	3	2
Herzlöffel	*Caldesia parnassifolia*	X/X	-	X	0	1	1
Europäischer Froschbiss	*Hydrocharis morsus-ranae*	X/X	X	X	2	2	2
Untergetauchte Wasserlinse	*Lemna trisulca*	-/-	X	X	-	-	3
Großes Nixkraut	*Najas marina* ssp. *marina*	-/-	-	X	2	2	2
Kleines Nixkraut	*Najas minor*	-/-	-	X	1	1	2
Wasserfeder	*Hottonia palustris*	X/X	-	X	2	2	2
Spitzblättriges Laichkraut	*Potamogeton acutifolius*	-/-	X	X	-	2	2
Alpen-Laichkraut	*Potamogeton alpinus*	-/-	X	-	-	3	3
Berchtold-Laichkraut	*Potamogeton berchtoldii*	-/-	X	-	2	3	3
Stumpfblättriges Laichkraut	*Potamogeton obtusifolius*	-/-	X	X	-	3	3
Südlicher Wasserschlauch	*Utricularia australis*	X/X	X	X	-	3	3
Mittlerer Wasserschlauch	*Utricularia intermedia*	X/X	X	-	-	3	2
Kleiner Wasserschlauch	*Utricularia minor*	X/X	X	X	-	3	3
Teichböden							
Gewöhnlicher Pillenfarn	*Pilularia globulifera*	X/X	-	-	1	1	1
Zypergras-Segge	*Carex bohemica*	X/X	-	X	2	3	3
Braunes Zypergras	*Cyperus fuscus*	-/-	-	X		3	3

Fortsetzung **Tabelle 2**.

Deutscher Name	Lateinischer Name	1968/1986	1994	2002-2015	RL BY 1974	RL BY 1986	RL BY 2003
Nadel-Sumpfsimse	*Eleocharis acicularis*	-/X	X	X	-	-	V
Ei-Sumpfsimse	*Eleocharis ovata*	X/X	-	X	2	3	3
Rotgelber Fuchsschwanz	*Alopecurus aequalis*	-/-	-	X	-	-	V
Sumpf-Wasserstern	*Callitriche palustris*	-/-	X	X	-	-	3
Sechsmänniges Tännel	*Elatine hexandra*	-/-	-	X	2	3	2
Wasserpfeffer-Tännel	*Elatine hydropiper*	-/-	-	X	1	2	2
Dreimänniges Tännel	*Elatine triandra*	-/-	-	X	1	2	2
Gewöhnlicher Wassernabel	*Hydrocotyle vulgaris*	X/X	-	X	2	2	2
Gewöhnliches Schlammkraut	*Limosella aquatica*	-/-	-	X	2	3	3
Gewöhnlicher Wasser-Hahnenfuß	*Ranunculus aquatilis*	-/-	X	X	-	3	3
Strand-Ampfer	*Rumex maritimus*	-/-	-	X	-	-	3

Tabelle 3. Ausgewählte Gefäßpflanzen terrestrischer Lebensräume, die in den Roten Listen Bayerns (RL BY) von 1974 (KÜNNE 1974), 1986 (SCHÖNFELDER 1986) und/oder 2003 (SCHEUERER & AHLMER 2003) aufgeführt wurden. Nachweise aufgrund der Kartierungen von Braun im Jahre 1968 bzw. Otte 1986 (OTTE & BRAUN 1987) und ALSCHER (1994). G – geschützte Arten.

Deutscher Name	Lateinischer Name	1968	1986	1994	RL BY 1974	RL BY 1986	RL BY 2003
Kiefernforste							
Sprossender Bärlapp	*Lycopodium annotinum*	X	X	-	3	G	-
Keulen-Bärlapp	*Lycopodium clavatum*	X	X	-	3	G	3
Echte Arnika	*Arnica montana*	X	X	X	2	3	3
Einblütiges Moosauge	*Moneses uniflora*	X	X	-	-	3	3
Grünblütiges Wintergrün	*Pyrola chlorantha*	X	X	-	-	3	2
Rundblättriges Wintergrün	*Pyrola rotundifolia*	X	X	-	-	3	3
Niedrige Schwarzwurzel	*Scorzonera humilis*	X	X	-	2	3	3
Sandmagerrasen							
Gewöhnliches Silbergras	*Corynephorus canescens*			-	2	3	3
Zwerg-Filzkraut	*Filago minima*			-	2	3	3
Bauernsenf	*Teesdalia nudicaulis*			-	2	3	3

6. Kulturgeschichte der Teichwirtschaft der Oberpfalz und des Charlottenhofer Weihergebietes

Die klimatischen und geologischen Verhältnisse waren Voraussetzungen für die geschichtliche Entstehung der Teichgebiete in der Oberpfalz (SCHIEßL 1990). Ob alle Teiche (im süddeutschen Raum auch als „Weiher“ bezeichnet) im Exkursionsgebiet künstlich angelegt wurden oder ob einige natürlichen Ursprungs sind, lässt sich heute nicht mehr rekonstruieren (SCHIEßL 1990). Zumindest lässt sich in allen heute verbliebenen Teichen der Wasserstand künstlich durch sog. Mönche regeln bzw. es können alle Teiche „abgelassen“ werden (POSCHLOD 2015; siehe Abb. 3).

Auch wenn die Römer als Erfinder der Teichwirtschaft in Europa gelten, lässt sich diese in Bayern bisher nicht eindeutig für die Römische Kaiserzeit nachweisen. Sie begann spätestens zu Beginn des frühen Mittelalters, gefördert durch das Capitulare de Villis des Kaisers Karl des Großen, das zwischen 792/793 und 802/803 n. Chr. verfasst wurde. Darin findet

Abb. 2. Der Herzlöffel (*Caldesia parnassifolia*; links oben) und die Zypergras-Segge (*Carex bohemica*; rechts oben) sind seltene Vertreter der Teich- bzw. Schlammboden-Flora im Charlottenhofer Weihergebiet. Das Sechsmännige Tännel (*Elatine hexandra*), der Gewöhnliche Wasser-Hahnenfuss (*Ranunculus aquatilis*; rechts unten) und der Sumpf-Wasserstern (*Callitriche palustris*; rechts unten) wurden in über der Hälfte der bisher untersuchten Weiher in der Sedimentsamenbank nachgewiesen (© Fotos P. Poschlod).

Abb. 3. Abgelassener („gesömmerter") Ablaichteich im Charlottenhofer Weihergebiet. Links unten ist das Ablassbauwerk, der Mönch (*„der in die höhe gerichtete spund oder zapfen im ablasz eines teiches; aber auch manchmal der ganze ablasz selbst*"; GRIMM & GRIMM 1854–1960) zu sehen. Nach dem Ablassen hat sich eine typische Teichbodengesellschaft etabliert, hier mit *Eleocharis acicularis*, *Eleocharis ovata*, *Elatine triandra*, *E. hexandra*, *Limosella aquatica* u. v. a. (© Foto P. Poschlod).

sich im Kapitular 21 folgende Forderung: „*Vivarios in curtes nostras unusquisque iudex ubi antea fuerunt habeat, et si augeri potest, augeat, et ubi antea non fuerunt et modo esse possunt, noviter fiant*." (GAREIS 1895) [„*Die Fischteiche soll jeder Amtmann auf unseren Höfen pflegen, sie, wo möglich, vermehren, und wo sie fehlen, aber angelegt werden können, neu anlegen*"; REß 1794, STRANK & MEURERS-BALKE 2008]. Gefördert wurde die Anlage von Teichen im Besonderen im Hohen Mittelalter durch die Fastenvorschriften und im Späten Mittelalter aufgrund des Preisverfalls beim Weizen während den Pestepidemien (FAGAN 2006, HÄBERLE, S. & MARTI-GRÄDEL 2006).

In der Oberpfalz begann mit der Gründung des Zisterzienserklosters Waldsassen im Jahre 1132 die extensive Fischzucht. Der Einflussbereich der Zisterzienser umfasste das Tirschenreuther Waldnaabgebiet, das sogenannte Stiftland, und das Schwandorfer Becken (SCHIEßL 1990). Die Entstehung der großflächigen Teichgebiete und auch des Charlottenhofer Weihergebiets fällt allerdings fast durchwegs erst in die Zeit von der Mitte des 14. bis zum Ende des 15. Jahrhunderts. In dieser Zeit entstanden quer durch Europa zahlreiche Teichwirtschaftsregionen. Ihren Höhepunkt erreichte die Ausbreitung der Teichwirtschaft im 15. Jahrhundert (PAUKNER 2001). Ihre Bedeutung für die Region des Exkursionsgebietes kommt auch darin zum Ausdruck, dass der nördlich gelegene Markt Schwarzenfeld, der erstmals im 11. Jahrhundert Erwähnung findet, in seinem Wappen den Karpfen trägt (Abb. 4).

Abb. 4. Wappen des Markts Schwarzenfeld mit dem Karpfen als „Spiegelbild“ für die die Region prägende Teichwirtschaft.

Da in der Oberpfalz weder der Ackerbau noch die Viehzucht besonders gewinnbringend waren und die Nachfrage der Bevölkerung nach Fisch sehr groß war, entwickelte sich die Teichwirtschaft zum rentabelsten Zweig der Landwirtschaft (SCHIEßL 1990). Ein Pfund Karpfen war damals so viel wert wie fünf Pfund Ochsenfleisch oder sechs Pfund Schweinefleisch (RIEDEL 1974, SCHIEßL 1990). So schrieb der böhmische Bischof Janus Dubravius von Olmütz 1547 in dem ersten ausführlichen Werk über die Teichwirtschaft im Kapitel „Wie es kommt, daß mit der wachsenden Anzahl der Fischteiche auch der Wert der Karpfen steigt“ (WÜSTNER & KOLLMANN 1906): „*Daß aber der Karpfen allenthalben unter die Tafelfreuden gezählt wird, ist jedermann bekannt, denn selbst der Ärmste läßt ihn bei seinem Gastmahle nicht fehlen; ganz abgesehen von den Vornehmen* […]. *Und es ist kein Wunder, wenn sein* (Anm. d. Autors: des Karpfens) *Ruhm immer mehr wächst, sein Preis täglich steigt, da doch alle um die Wette zum Kaufe zusammenlaufen*“. Zu jener Zeit soll die Gesamtfläche der Oberpfälzer Teichanlagen ca. 7.000 ha betragen haben.

Ab der zweiten Hälfte des 16. Jahrhunderts setzte ein schleichender Verfall des einst so blühenden Wirtschaftszweiges ein. Ursachen waren vor allem die Reformation und damit ein Rückgang der Karpfennachfrage, die einen Preisverfall nach sich zog. Eine weitere Rolle hat auch die erste Säkularisierung des Klosters im Jahre 1556 gespielt. Zwar wurde das Kloster ab 1661 wieder durch Mönche des Zisterzienserklosters Fürstenfeld geführt, aber mit der zweiten Säkularisation im Jahre 1803, bei der die Klosterbesitzungen in bayerischen Landesbesitz übergingen, „verlor die Teichwirtschaft das Vorbild und den entscheidenden Rückhalt“. Damit brach die Teichwirtschaft zusammen (REICHLE 1968). Wann aber die einzelnen Teiche im Gebiet tatsächlich in Privatbesitz übergingen bzw. ob sie bereits von Beginn an in Privatbesitz waren, ist nicht im Detail bekannt. Das Kloster besaß in der Oberpfalz 159 Teiche (BRENNER 1837). Ein großer Teil der Weiher im Charlottenhofer Weihergebiet kam bereits Ende des 18. Jahrhunderts in den Besitz der Familie von Holnstein (BARTMANN & IRL 1996).

Bis Mitte des 19. Jahrhunderts ging die Anzahl der Fischteiche ständig zurück und zahlreiche errichtete Teichanlagen zerfielen. Zum einen verloren Fische während dieser Zeit auch an Wertschätzung und erzielten niedrige Erzeugerpreise. Zum anderen machten technische Neuerungen eine Intensivierung des Ackerbaus und der Viehzucht möglich und die allmählich einsetzende Industrialisierung bot der Bevölkerung alternative und größere Verdienstmöglichkeiten (SCHIEßL 1990).

Gegen Ende des 19. Jahrhunderts wurde aufgrund steigender Nachfrage nach Karpfen und damit steigender Preise die Teichwirtschaft wieder attraktiv. Zahlreiche trockengelegte Teiche wurden daraufhin wieder bespannt oder noch bestehende saniert. Gefördert wurde der Aufschwung durch neue, rationellere Bewirtschaftungsformen (Dubisch-Verfahren, siehe unten; z. B. SUSTA 1898). Unter dem damaligen Graf von Holnstein, Max Karl Theodor von Holnstein (1835–1895) wurde die Gräfliche von Holnstein'sche Teichwirtschaft Schwarzenfeld die größte Teichwirtschaft Bayerns. Er förderte die Karpfenzucht, aus der der sog. Schwarzenfelder Spiegelkarpfen hervorging, eine Kreuzung fränkischer und böhmischer Spiegelkarpfen. Dieser Karpfen errang auf zahlreichen Ausstellungen Goldmedaillen, Sieger- und Ehrenpreise und wurde in der Folge weltweit vermarktet (BECKH 1940). 1934 verkaufte der Sohn des Grafen, Rittmeister Ludwig Maximilian von Holnstein die Teichwirtschaft an die Familie Schießl, die noch heute mehrere Teiche im nördlichen Teil des Charlottenhofer Weihergebietes bewirtschaftet (SCHIEßL 1990, BARTMANN & IRL 1996).

Nach dem Zweiten Weltkrieg begann dieser Aufschwung auch in der Oberpfälzer Teichwirtschaft. Die Wasserwirtschaft erkannte den hohen Stellenwert der Teiche für den Wasserrückhalt und die Niedrigwasseraufbesserung in den Flussläufen. Teichwirte wurden deshalb durch die Zusicherung staatlicher Unterstützung ermutigt, immer mehr Teiche zu entlanden, zu sanieren und diese wieder zu bewirtschaften. Von 1970 bis 1990 entstand ein Neu- und Ausbau von rund 2.500 ha Teichfläche. Die Oberpfälzer Teichgenossenschaft, die einen wesentlichen Teil dazu beigetragen hat, die Teichwirtschaft wieder zu beleben und auf ihren gegenwärtigen Stand zu bringen, umfasst nach eigenen Angaben 14.000 Teiche mit 10.000 ha Fläche, wovon 7.000 ha reine Wasserfläche ausmachen (SCHIEßL 1990).

7. Bewirtschaftungsgeschichte und ihre Auswirkung auf die Teichboden-Vegetation

Mittelalterliche und neuzeitliche Teichbewirtschaftung (bis etwa Ende des 19. Jahrhunderts)

Die Teichbewirtschaftung in der Oberpfalz gründete vorwiegend auf der Karpfenproduktion. In über 90 % der Teiche wurden Karpfen herangezogen (BECKH 1940). Die bevorzugte fischereiliche Bewirtschaftungsform war bis zum Ende des 19. Jahrhunderts der sog. Femelbetrieb. Dabei wurden alle Karpfenjahrgänge in einem Teich gehalten. Bei der herbstlichen Abfischung wurden dann die verkaufsfähigen Fische aussortiert und die anderen in den wiederbespannten Teich zurückgesetzt (SCHIEßL 1990). Gleichzeitig erfolgte eine periodische Wechselwirtschaft des Teiches als sog Feld-Teich- oder selten auch als Wiesen-Teich-Wechselwirtschaft (ULLMANN 1968, BECKER 1983). So schreibt Florini im Jahre 1705 (FLORINI 1705): *„§.1. Die Teiche werden öde, wann man sie über 8. Jahr besetzet, und niemals ruhen läst. Je länger man sie über diese Zeit gebraucht, je schlechter werden sie, und können endlich gar nicht mehr den fischen ihre gebührende Nahrung geben.* […] *§.2. Damit nun aber ein Haus-Vatter sich hier nicht verstossen, oder seine Teiche völlig aböden möge, soll er sie jederzeit, wann sie vier oder fünffmal sind gefischet worden, ruhen und feyern lassen. Dieses zu erhalten muß er das Wasser ablassen, daß der Teich den Winter recht ausgefrieren könne: weiters kan er ihn im Frühling mit Sommer-Frucht besäen, und nach geschehener Erndte, von neuen die Besatzung hineinwerffen,*[…]*. Wäre es aber Sache, daß der Teich allzuviel* […] *geschwächet wäre worden, so muß er nicht nur das erste, sondern*

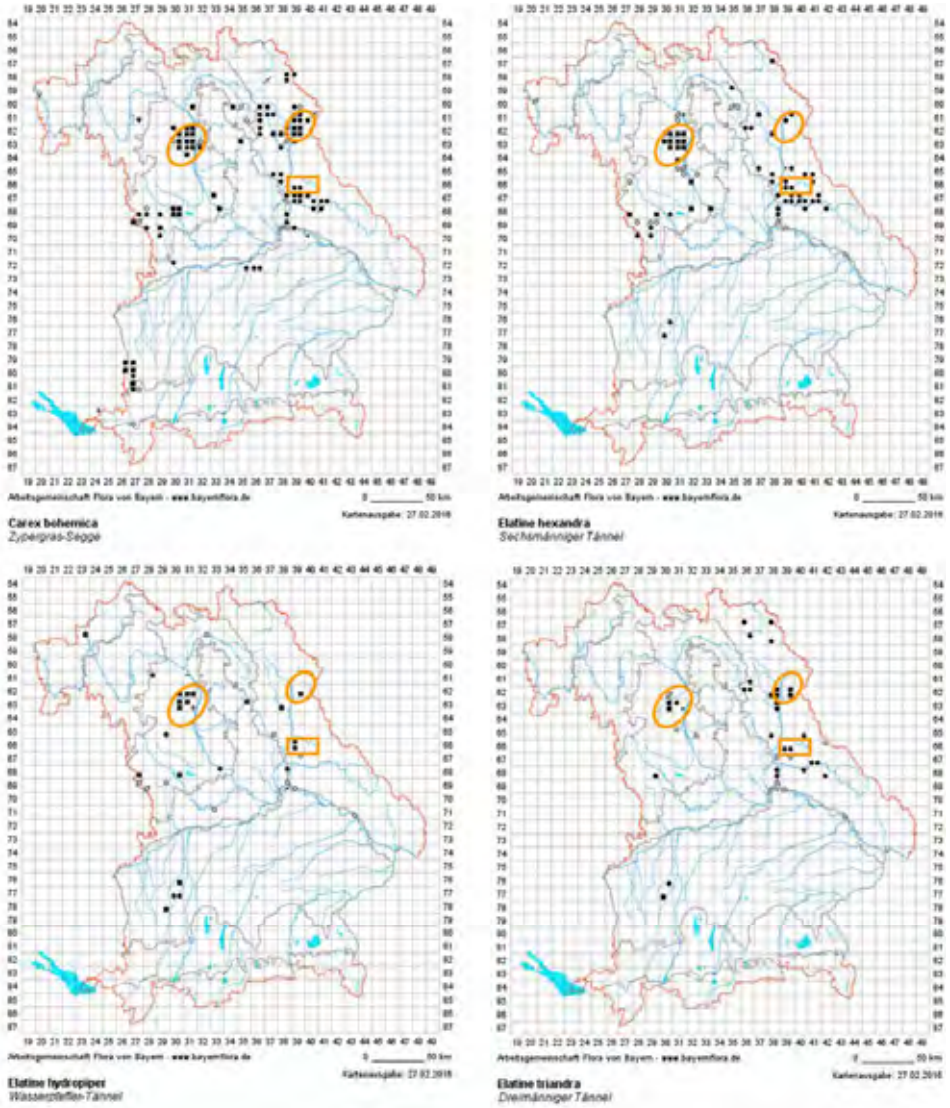

Abb. 5. Verbreitung der Zypergras-Segge und dreier Tännel-Arten in Bayern und ihr Bezug zu den drei großen Teichgebieten (Kreis links oben: Aischgrund; Kreis rechts oben: Tirschenreuther Teichpfanne; Rechteck: Charlottenhofer Weihergebiet).

auch wol das andere und dritte Jahr ruhen, und ohne Fische ligen bleiben. Unterdessen soll man ihn der Zeit auf folgende Art zubereiten: Das erste Jahr stosse und reisse man den Boden und Waasen fein sachte und gemach um, bedunge ihn, und säe Heydel (Buchweizen; abgeleitet von „Heidenkorn“**;** GRIMM & GRIMM 1854–1960)*, Hirs oder Wicken darein. Das andere Jahr kan man ihm besser zusprechen, und Rocken oder Waitzen nehmen. Im dritten Jahr kann man wiederum mit der Anbau-Frucht verändern. Auf diese Weise kann man einen* […] *Teich* […] *zum gewöhnlichen ergeblichen Nutzen tüchtig machen.*“

Die Trockenlegung der Teiche während der Vegetationsperiode, die sogenannte Sömmerung, wurde aber auch praktiziert, um eine Verlandung zu verhindern und sie von parasitischen Fischkrankheiten zu säubern. Sie führte zum einen zur Ausbildung der typischen Teichbodenvegetation, zum anderen förderte sie die landwirtschaftliche Nutzung (in dem Falle waren die Teichbodenarten gleichzeitig Ackerwildkrautarten) und trug auch zur Steigerung der fischereiwirtschaftlichen Ertragskraft bei. Zusätzlich wurden unerwünschte „Wasserpflanzen", insbesondere Arten, die zur Verlandung des Teiches beitrugen, zurückgedrängt. Bei der Betrachtung der Verbreitung zahlreicher Arten der „Schlammbodenvegetation" wird deutlich, dass dies zu einer starken Zunahme der Zahl der Vorkommen geführt hat. Manche Arten haben seit dieser Zeit ihre Hauptverbreitung in den Weihergebieten (Abb. 5). So hat die Bewirtschaftung auch zu einer charakteristischen (neuen) Pflanzengesellschaft, der „Teichschlamm-Gesellschaft" (*Eleocharito-Caricetum bohemicae*) geführt (POSCHLOD 2015).

In der Oberpfalz ließ man nach PAUKNER (2001) die Teiche etwa alle vier bis sechs Jahre ein Jahr lang trocken liegen. Nach ULLMANN (1968) wurde entweder Hafer oder Rüben angebaut oder die sich entwickelnde Vegetation als Streuwiese genutzt. Eine Düngung erfolgte mit Mist.

Bewirtschaftung seit Beginn des 20. Jahrhunderts

Anfang des 20. Jahrhunderts wurde in der Oberpfalz der Femel-Betrieb nach und nach durch das Dubisch-Verfahren abgelöst. Es ist nach dem Österreicher Thomas Dubisch (1813–1888) benannt und bedeutet eine differenzierte Bewirtschaftung der Teiche in sog. Ablaich-, Streck- und Abwachsteiche. Für das Ablaichen der Teiche wurden kleine, zur Sonne exponierte Teiche – ein Ablaichen der Karpfen erfolgt erst bei einer Mindesttemperatur von 18 °C (BAYERISCHES LANDESAMT FÜR WASSERWIRTSCHAFT 2001, METHLING & UNSHELM 2002), die in der Oberpfalz in der Regel frühestens Ende Mai/Anfang Juni erreicht wird – mit einem Rogner (weiblicher, geschlechtsreifer Fisch) und zwei Milchnern (männlicher, geschlechtsreife Fische) besetzt. Nach dem Ablaichen und der Entfernung der Laichfische aus den „Dubisch"-(Ablaich-)Teichen, um Störungen in der Brutentwicklung zu vermeiden, erfolgt der Schlupf der Brut nach etwa drei bis vier Tagen. Diese (K_0-Stadium) wird dann in die sog. Vorstreckteiche umgesetzt. Sie verbleiben dort bis zum nächsten Frühjahr oder werden Ende Juli als K_v in sog. Brutstreckteiche gesetzt, um sich dort bis zum nächsten Frühjahr zum sog. einsömmerigen Fisch (K_1) zu entwickeln. Im zweiten Jahr werden die Karpfen vom K_1 bis zu zweisömmerigen Fischen (K_2), die auch Setzlinge genannt werden, in Streckteichen gehalten. Das Abwachsen der K_2 zu verkaufsfertigen, dreisömmerigen Speisefischen (K_3) erfolgt schließlich in den sogenannten Abwachsteichen (BECKH 1940, SCHIEßL 1990). Abgefischt wird in der Regel ab dem Monat September.

Auswirkungen der heutigen Bewirtschaftung

Während die Laich-, Streck- und Abwachsteiche heute in der Regel nur mehr gewintert (Ablassen im Winter) werden, bleiben für die Entwicklung der Teichbodenvegetation nur die kleinen Vorstreckteiche, die nach dem Umsetzen der K_v Ende Juli bis Ende Mai des folgenden Jahres trockengelegt werden (BAYERISCHES WASSERWIRTSCHAFTSAMT 2001, mündl. Auskunft H. SCHIEßL, Schwarzenfeld).

Diese Umstellung der Bewirtschaftung hatte einen Rückgang der Teichbodenvegetation zur Folge. Trotzdem ist heute in den Vorstreckteichen des Gebiets die typische Artenvielfalt der Teichbodenvegetation vertreten. Viele Arten tauchen auch nach jahrzehntelanger Bespannung des Teiches bzw. jahrzehntelangen Winterung bei einer gelegentlichen Sömmerung auf.

Konflikte zwischen Teichwirtschaft und Naturschutz und innerhalb des Naturschutzes

Die Verordnung über das Naturschutzgebiet „Charlottenhofer Weihergebiet“ vom 14. Dezember 1988 ist relativ detailliert, was die Belange der Teichwirtschaft angeht (siehe Exkurs: Auszüge der Verordnung über das Naturschutzgebiet „Charlottenhofer Weihergebiet“ vom 14. Dezember 1988). Allerdings ist sie trotz der Einbeziehung floristischer bzw. vegetationskundlicher Aspekte sehr stark „vogellastig“. Letztendlich war die Bedeutung des Gebiets für die Vogelwelt als Brut-, Nahrungs-, Rast- und Überwinterungsgebiet ausschlaggebend für die Unterschutzstellung. Die Teichboden-Vegetation bzw. der Lebensraum Teichboden taucht in der Verordnung gar nicht auf (siehe Exkurs der Verordnung das Naturschutzgebiet „Charlottenhofer Weihergebiet“).

Exkurs: Auszüge der **Verordnung über das Naturschutzgebiet „Charlottenhofer Weihergebiet“** vom 14. Dezember 1988

§ 3 Schutzzweck

Zweck der Festlegung des Naturschutzgebietes „Charlottenhofer Weihergebiet“ ist es,

1. einen für den Naturraum „Oberpfälzer Hügelland“ landschaftsgeschichtlich bedeutsamen Ausschnitt zu schützen,
2. die dortigen Vorkommen der in Bayern und für den Naturraum seltenen Pflanzenarten und -gesellschaften in dem bestehenden Umfang zu schützen,
3. der dortigen Tierwelt mit ihrem hohen Anteil an seltenen und gefährdeten Arten den erforderlichen Lebensraum, einschließlich der notwendigen Lebensbedingungen, zu sichern und Störungen fernzuhalten,
4. ein regional bedeutsames Rast- und national bedeutsames Brutgebiet für gefährdete Vogelarten zu sichern und damit einen Stützpunkt des internationalen Netzes von Rückzugsgebieten für die Vogelwelt zu erhalten,
5. die zahlreichen in diesem Gebiet anzutreffenden Ausbildungen der Schwimmblatt-, Verlandungs-, Moor- und Bruchwaldgesellschaften vor nachteiligen Eingriffen zu schützen,
6. die durch die Standortfaktoren und die Tier- und Pflanzenwelt bestimmte natürliche Eigenart des Gebietes zu bewahren sowie den Bestand und die Entwicklung der Lebensgemeinschaften zu gewährleisten,
7. die Erforschung der natürlichen Entwicklung und der Standortbedingungen der Lebensgemeinschaften zu ermöglichen

§ 4 Verbote

(1) Nach Art. 7 Abs. 2 BayNatSchG sind alle Handlungen verboten, die zu einer Zerstörung, Beschädigung oder Veränderung des Naturschutzgebietes oder seiner Bestandteile oder zu einer nachhaltigen Störung führen können. Es ist deshalb vor allem verboten:

…

5. an den Teichen Veränderungen vorzunehmen, insbesondere

a) Teiche in der Zeit zwischen dem 01. März und dem 15. September trocken fallen zu lassen,

b) Entlandungsmaßnahmen sowie Sömmerungen vorzunehmen,

…

§ 5 Ausnahmen

Ausgenommen von den Verboten nach Art. 7 Abs. 2 und Abs. 3 BayNatSchG und §4 dieser Verordnung sind:

…

3. Die ordnungsgemäße teichwirtschaftliche Nutzung auf allen vorhandenen, zum Zeitpunkt der Unterschutzstellung bewirtschafteten Teichen einschließlich des Bespannens, des Kalkens und Düngens im Bereich der freien Wasserfläche sowie des notwendigen Befahrens der Teiche mit Booten und des Abfischens mit folgenden Maßgaben:
   a) auf allen Laich-, Vorwärm-, Brutvorstreck- und Brutstreckteichen sowie Hälterteichen zur kurzfristigen Unterbringung von Fischen ohne jegliche Einengung;
   b) auf allen Streckteichen unter Beachtung des Verbotes des § 4 Abs. 1 Nr. 7 mit der Regelung, dass die Teiche in der Nutzungszone III vom 15.04. bis zum 15.09. und außerhalb der Nutzungszone III vom 01.03. bis zum 15.09. nicht trocken fallen dürfen; soweit die Teiche in die Nutzungszone III fallen, sind die Durchführung von Entlandungsmaßnahmen außerhalb der Brutzeit der Vögel vom 01.08. bis 01.03. sowie die einjährige Sömmerung zulässig; Umfang der Entlandungsmaßnahmen und Ablagerung des Entlandungsgutes bedürfen der vorherigen Zustimmung der Regierung der Oberpfalz als höhere Naturschutzbehörde;
   c) auf allen Abwachsteichen unter Beachtung der Verbote des § 4 Abs. 1 Nr. 5a, b und 7; soweit die Teiche in die Nutzungszone III fallen, gilt als frühester Abfischtermin der 15.08.; ferner sind die Durchführung von Entlandungsmaßnahmen außerhalb der Brutzeit der Vögel vom 01.08. bis 01.03. sowie die einjährige Sömmerung zulässig; Umfang der Entlandungsmaßnahmen und Ablagerung des Entlandungsgutes bedürfen der vorherigen Zustimmung der Regierung der Oberpfalz als höhere Naturschutzbehörde;
   d) auf allen Winterteichen in der Zeit vom 15.09. bis 01.03. ohne jegliche Einschränkungen; in der Zeit vom 01.03. bis 15.09. gelten die Maßgaben des Absatzes c) entsprechend;

   …

Diese „Vogellastigkeit“ führte von Beginn zu Konflikten zwischen der Teichwirtschaft und dem Naturschutz. In den 1970 bis 1990er Jahren verursachte der Graureiher, der seit Mitte der 1960er Jahre geschont wurde, den Teichwirten starke Einkommenseinbußen (JENS 1983, SCHIEßL 1990, RÖDL & GEIDEL 2015), seit der Unterschutzstellung des Kormorans durch die Europäische Vogelschutzrichtlinie im Jahre 1980 auch dieser zunehmend mit der starken Zunahme seines Bestandes seit Ende der 1980er bzw. Anfang der 1990er Jahre (KIECKBUSCH & KNIEF 2007). So gab es im Jahre 2013 im Charlottenhofer-Weihergebiet zwischen 21 bis 50 Kolonien (http://www.lfu.bayern.de/natur/vogelmonitoring/kormoran/index.htm).

Für den Graureiher wurde deshalb 1983 vom Landwirtschaftsministerium die Schonzeit wieder aufgehoben (GÖRGEN & KLUTH 2004). Für den Kormoran erließ die Bayerische Staatsregierung im Jahre 1996 eine artenschutzrechtliche Ausnahmeverordnung, welche den Abschuss von Kormoranen im Zeitraum vom 16. August bis 14. März im Umkreis von 200 m um Gewässer, allerdings nur außerhalb von Naturschutzgebieten (und damit nicht im Exkursionsgebiet), Nationalparken und europäischen Vogelschutzgebieten erlaubt. Sie wurde erst jüngst im Jahre 2013 wieder verlängert (RÖDL & GEIDEL 2015; http://www.lfu.bayern.de/natur/vogelmonitoring/kormoran/index.htm).

Die heutigen Einbußen, insbesondere durch den Kormoran – so beträgt heute der Verlust der einsömmrigen Karpfen K_1 (je nach Größe auch der zweisömmrigen Karpfen K_2) bis zu 70 % (statt normalerweise 25 %; mündl. Mitt. H. SCHIEßL; siehe auch GELDHAUSER 1995) –, führen deshalb zu einem höheren Fischbesatz und einer intensiveren Bewirtschaftung, um den Verlust zu minimieren. Dies führt dazu, dass die Sömmerungsphasen reduziert werden und damit die Etablierung und Reproduktion der Arten der Teichboden-Vegetation einge-

schränkt ist. Unabhängig davon ist unter diesen Randbedingungen – es erfolgen keine oder nicht ausreichende Ausgleichszahlungen - die Teichwirtschaft als Vollerwerb an der Grenze zur Rentabilität angelangt, so dass ein Nebenerwerb in anderen Sparten unumgänglich wird. Im Falle des besuchten Betriebes von H. Schießl hat sich die Kombination von Teichwirtschaft (ca. 50 ha) und Gastronomie bewährt (mündl. Mitt. H. SCHIEßL).

8. Entwicklungsziele

Ohne den Teichbau und die seit Jahrhunderten andauernde Teichwirtschaft besäße das Gebiet nicht die hohe floristische, aber auch faunistische Vielfalt bzw. den naturschutzfachlichen Wert. Ohne die Bewirtschaftung würde das Gebiet deshalb langfristig diesen Wert verlieren. Die Teich- bzw. Schlammbodenvegetation, die neben den oligotrophen Gewässern den höchsten Anteil gefährdeter Gefäßpflanzen bezogen auf alle in Deutschland vorkommenden Lebensräume aufweist (KORNECK et al. 1998), würde in dem Gebiet langfristig aussterben. Ziel muss es deshalb sein, die Bewirtschaftung aufrecht zu erhalten und Kompromisse zwischen dem „Naturschutz“ und der Teichwirtschaft zu finden, die der Teichwirtschaft das Überleben ermöglichen und damit den naturschutzfachlichen Wert des Gebietes erhalten. Der Aufkauf von Teichen durch Naturschutzorganisationen mit der Konsequenz der Aufgabe einer Bewirtschaftung, wie es in Teilen des Gebiets erfolgt, kann hier nicht das Ziel sein. Damit werden nur einseitige „Naturschutzinteressen“ wie der Vogelschutz verfolgt, die historischen Zusammenhänge und andere naturschutzfachliche Belange aber ignoriert.

Literatur

ABSP (1997): Arten- und Biotopschutzprogramm – Landkreisband Schwandorf.

ALSCHER, K. (1994): Die Vegetation des Thundorfer Weihers und seiner Umgebung im NSG Charlottenhofer Weihergebiet. – Diplomarbeit, Universität Regensburg.

BARTMANN, P. & IRL, M. (1996): Schloss Schwarzenfeld und das Vermächtnis der Grafen von Holnstein aus Bayern. - Schwarzenfeld.

BAYERISCHES LANDESAMT FÜR WASSERWIRTSCHAFt (2001): Empfehlungen für Bau und Betrieb von Fischteichen. Materialien Nr. 99. – Bayerisches Landesamt für Wasserwirtschaft, München.

BAYERISCHE STAATSREGIERUNG (2001): Schutz des Europäischen Netzes „Natura 2000“. Bekanntmachung der der EU gemeldeten FFH-Gebiete und der Europäischen Vogelschutzgebiete Bayerns. Bekanntmachung des Bayerischen Staatsministeriums für Landesentwicklung und Umweltfragen. Vom 15. Oktober 2001 Nr. 62a-8645.4–2001/2. Allgemeines Ministerialblatt der Bayerischen Staatsregierung Nummer 14 (11): 541–614.

BAYKLIMFOR (BAYERISCHER KLIMAFORSCHUNGSVERBUND) (1996): Klimaatlas von Bayern. - München.

BECKER, H. (1983): Die Feld-Teich-Wechselwirtschaft und ihre agrargeographischen Probleme. - Würzburger geogr. Arb. 60: 171–188.

BECKH, A. (1940): Die Karpfenzucht in der Oberpfalz. – Diss., Technische Hochschule München.

BRENNER, J.B. (1837): Geschichte des Klosters und Stiftes Waldsassen. – Riegel und Wießner, Nürnberg.

BUTTLER, K.P. & HAND, R. (2008): Liste der Gefäßpflanzen Deutschlands. – Kochia, Beiheft 1: 1–107.

FAGAN, B. (2006): Fish on Friday: Feasting, Fasting, and the Discovery of the New World. - Basic Books, New York.

FLORINI, F.P. (1705): Oeconomus prudens et legalis Oder Allgemeiner Klug- und Rechts-verständiger Haus-Vatter, bestehend In Neun Büchern. - Christoph Riegels, Nürnberg, Frankfurt und Leipzig.

GAREIS, K. (1895): Die Landgüterordnung Kaiser Karls des Großen (Capitulare de villis vel curtis imperii). - J. Guttentag, Berlin.

GELDHAUSER, F. (1995): Fischereiliche Schäden durch Graureiher und Kormorane – Abhilfe durch Bestandsregulierungen? – Laufener Seminarbeitr. 2/95: 51–55.

GERNDT, S. (1978): Unsere bayerische Landschaft. Ein Naturführer. Prestel, München.
GÖRGEN, A. & KLUTH, S. (2004): Graureiher in Bayern. – Bayerisches Landesamt für Umweltschutz, Augsburg.
GREGOR, H.-J. (1975): Die mittelmiozäne Mastixioideen-Flora aus dem Braunkohlen-Tagebau Oder II bei Wackersdorf (Oberpfalz). Inaugural-Dissertation LMU München.
GREGOR, H.-J. & VAN DER BURGH, J. (1976): Ein Lebensbild der Schwandorfer Braunkohlenvegetation. - Bayer. Braunkohlen Bergbau 100: 15–16.
GREGOR, H.-J. & UNGER, H.J. (Eds.) (1989): Das Oberpfälzer Braunkohlenrevier – ein Abschlußbericht. - Documenta Naturae 55: 1–109.
GRIMM, J. & GRIMM, W. (1854–1960): Deutsches Wörterbuch. - S. Hirzel, Leipzig.
HÄBERLE, S. & MARTI-GRÄDEL, E. (2006): Die Teichwirtschaft vom Mittelalter bis in die Frühe Neuzeit. – In: HÜSTER PLOGMANN, H. (Ed.): Fisch und Fischer aus zwei Jahrtausenden. Eine fischereiwirtschaftliche Zeitreise durch die Nordwestschweiz. - Forschungen in Augst Band 39: 149–159. Römermuseum Augst, Augst.
JENS, G. (1983): Fischverluste durch Graureiher. – Wilnsdorf, SVK-Verlag.
KIECKBUSCH, J.J. & KNIEF, W. (2007): Brutbestandsentwicklung des Kormorans (*Phalacrocorax carbo sinensis*) in Deutschland und Europa. – In: HERZIG, F. & BÖHNKE, A. (Eds.): Fachtagung Kormorane 2006. – BfN-Skripten 204: 28–47.
KOPERSKI, M., SAUER, M., BRAUN, W., GRADSTEIN, S.R. (2000): Referenzliste der Moose Deutschlands. – Schriftenreihe für Vegetationskunde 34: 1–519.
KORNECK, D., SCHNITTLER, M., KLINGENSTEIN, F., LUDWIG, G., TAKLA, M. BOHN, U. & MAY, R. (1998). Warum verarmt unsere Flora? Auswertung der Roten Liste der Farn- und Blütenpflanzen Deutschlands. - Schriftenreihe für Vegetationskunde 29: 299–444.
KÜNNE, H. (1974): Rote Liste bedrohter Farn- und Blütenpflanzen in Bayern. – Schriftenr. Naturschutz Landschaftspfl. 4: 1–43.
METHLING, W. & UNSHELM, J. (2002): Umwelt- und tiergerechte Haltung von Nutz-, Heim- und Begleittieren. – Berlin, Parey Buchverlag.
MEYER, R.K.F. (1996): Tertiär in Nordostbayern. In: BAYERISCHES GEOLOGISCHES LANDESAMT: Geologische Karte von Bayern, 1 : 500 000. 4. Auflage, Bayerisches Geologisches Landesamt, München: 130–137 pp.
OTTE, A. & BRAUN, W. (1987): Veränderungen in der Vegetation des Charlottenhofer Weihergebietes (Oberpfalz, Bay.) im Zeitraum von 1966–1986. – Ber. ANL 11: 65–89.
PAUKNER, J. (2001): Oberpfälzer Fischereimuseum Tirschenreuth. – Deutscher Kunstverlag, München, Berlin.
POSCHLOD, P. (2015): Geschichte der Kulturlandschaft. – Ulmer, Stuttgart.
REICHLE, G. (1968): Teichwirtschaft in der Oberpfalz. – Blätter zur Geschichte und Landeskunde der Oberpfalz 8: 1–20.
RENNWALD, E. (Ed.) (2002): Verzeichnis und Rote Liste der Pflanzengesellschaften Deutschlands. – Schriftenr. Vegetationskd. 35: 1–820.
REß, J.H. (1794): Des Kaisers Karls des Großen Capitulare de Villis zum Belage seiner Stats- und Landwirthschaftskunde. - Carl Gottfried Fleckeisen, Helmstädt.
RIEDEL, D. (1974): Fisch und Fischerei. – Eugen Ulmer, Stuttgart.
ROAUER, S. (2007): Untersuchungen zur Biologie und Ökologie der seltenen und gefährdeten Art *Caldesia parnassifolia*. – Diplomarbeit, Universität Regensburg.
RÖDL, T. & GEIDEL, C. (2015): Der Winterbestand des Kormorans in Bayern. Ergebnisse der Schlafplatzzählungen 2014/2015. – Umwelt Spezial, Bayerisches Landesamt für Umwelt (LfU), Augsburg.
SCHEUERER, M. & AHLMER, W. (2003): Rote Liste gefährdeter Gefäßpflanzen Bayerns mit regionalisierter Florenliste. - Schriftenr. Bayer. Landesamt Umweltschutz 165: 1–372.
SCHIEßL, H. (1990): Geschichtlicher Abriss, Struktur sowie aktuelle Fragen und Probleme der Teichwirtschaft in der Oberpfalz. - Regensburger Beiträge zur Regionalgeographie und Raumplanung 2: 48–98.
SCHÖNFELDER, P. (1986): Rote Liste gefährdeter Farn- und Blütenpflanzen Bayerns. – Schriftenr. Bayer. Landesamt Umweltschutz 72: 1–77.

SCHRÖDER, B. (1975): Die geologische Entwicklung des Vorlandes der Oberpfalz. In: STRUNZ, H. (Ed.): Zur Mineralogie und Geologie der Oberpfalz. - Der Aufschluß, Sonderband 26: 277–288. Vereinigung der Freunde der Mineralogie und Geologie (VFMG), Heidelberg.

STETTNER, G. (1975): Zur geologisch-tektonischen Gliederung des Oberpfälzer Grundgebirges. In: STRUNZ, H. (Ed.): Zur Mineralogie und Geologie der Oberpfalz. - Der Aufschluß, Sonderband 26: 11–38. Vereinigung der Freunde der Mineralogie und Geologie (VFMG), Heidelberg.

STRANK, K.J. & MEURERS-BALKE, J. (Eds.) (2008): »… dass man im Garten alle Kräuter habe …«. Obst, Gemüse und Kräuter Karls des Großen. - Philipp von Zabern, Mainz.

SUCK, R. & BUSHART, M. (2012): Potentielle Natürliche Vegetation Bayerns. Erläuterungen zur Übersichtskarte 1:500.000. - Bayerisches Landesamt für Umwelt, Augsburg.

SUSTA, J. (1898): Fünf Jahrhunderte der Teichwirtschaft zu Wittingau. Ein Beitrag zur Geschichte der Fischzucht mit besonderer Berücksichtigung der Gegenwart. - Herrcke & Lebeling, Stettin.

ULLMANN, R. (1968): Einflüsse der weltlichen und geistlichen Gewalten auf das Landschaftsbild der Oberpfalz. – Mitt. Geogr. Ges. München 53: 293–306.

WEDDELING, K. & LUDWIG, G. (2003): *Sphagnum* L. spp.. – In: PETERSEN, B., ELLWANGER, G., BIEWALD, G., HAUKE, U., LUDWIG, G., PRETSCHER, P., SCHRÖDER, E. & SSYMANK, A. (Eds.): Das europäische Schutzgebietssystem Natura 2000. Ökologie und Verbreitung von Arten der FFH-Richtlinie in Deutschland. Band 1: Pflanzen und Wirbellose. – Schriftenr. Landshcaftspfl. Naturschutz 69/1: 308–317.

WEIß, S. & POSCHLOD, P. (2009): Untersuchungen zur Biologie und Ökologie der seltenen und gefährdeten Art *Caldesia parnassifolia*. - Hoppea, Denkschr. Regensb. Bot. Ges. 70: 7–60.

WÜSTNER, A. & KOLLMANN, J. (1906): Johannes Dubravius‘ Buch von den Teichen und Fischen, welche in denselben gezüchtet werden. In Fünf Büchlein. Breslau, Andreas Winkler 1547. - Verlag der k.k. österreichischen Fischerei-Gesellschaft, Wien.

Tabelle A1. Bisher im Charlottenhofer Weihergebiet nachgewiesene Gefäßpflanzen (nach OTTE & BRAUN 1987, ALSCHER 1994 und unveröff. Daten). Nomenklatur nach BUTTLER & HAND (2008).

Achillea millefolium ssp. *millefolium*	*Carex echinata*	*Epilobium palustre*
Achillea ptarmica	*Carex elata*	*Equisetum arvense*
Acorus calamus	*Carex elongata*	*Equisetum fluviatile*
Agrostis canina	*Carex flava*	*Equisetum palustre*
Agrostis capillaris ssp. *capillaris*	*Carex hartmanii*	*Equisetum sylvaticum*
Agrostis gigantea	*Carex hirta*	*Erigeron canadensis*
Agrostis stolonifera	*Carex lasiocarpa*	*Eriophorum angustifolium*
Ajuga reptans	*Carex leporina*	*Eriophorum latifolium*
Alchemilla vulgaris agg.	*Carex limosa*	*Eriophorum vaginatum*
Alísma plantago-aquatica	*Carex muricata*	*Euphrasia officinalis*
Alnus glutinosa	*Carex nigra*	*Euphrasia stricta*
Alnus incana	*Carex pallescens*	*Fallopia convolvulus*
Alopecurus aequalis	*Carex panicea*	*Festuca ovina*
Alopecurus pratensis	*Carex paniculata*	*Festuca pratensis*
Andromeda polifolia	*Carex pseudocyperus*	*Festuca rubra*
Anemone nemorosa	*Carex pulicaris*	*Filago minima*
Angelica sylvestris	*Carex rostrata*	*Filipendula ulmaria*
Antennaria dioica	*Carex vesicaria*	*Frangula alnus*
Anthemis arvensis	*Centaurea jacea*	*Fraxinus excelsior*
Anthoxanthum odoratum	*Cerastium glomeratum*	*Fritillaria meleagris*
Anthriscus sylvestris	*Cerastium holosteoides*	*Galeopsis bifida*
Arabidopsis thaliana	*Ceratophyllum demersum*	*Galeopsis pubescens*
Arctium lappa	*Chaenorhinum minus*	*Galeopsis tetrahit*
Arnica montana	*Chelidonium majus*	*Galium aparine*
Arnoseris minima	*Chenopodium album*	*Galium palustre*
Arrhenatherum elatius	*Chenopodium polyspermum*	*Galium pumilum*
Athyrium filix-femina	*Chenopodium rubrum*	*Galium uliginosum*
Bellis perennis	*Cicuta virosa*	*Galium verum*
Betonica officinalis	*Circaea alpina*	*Gentiana pneumonanthe*
Betula pendula	*Cirsium palustre*	*Glechoma hederacea*
Betula pubescens	*Comarum palustre*	*Glyceria declinata*
Bidens cernua	*Corynephorus canescens*	*Glyceria fluitans*
Bidens frondosa	*Crataegus monogyna*	*Glyceria maxima*
Bidens tripartita	*Cyperus fuscus*	*Glyceria notata*
Botrychium lunaria	*Dactylis glomerata*	*Gnaphalium sylvaticum*
Briza media	*Dactylorhiza majalis*	*Gnaphalium uluginosum*
Calamagrostis canescens	*Danthonia decumbens*	*Hammarbya paludosa*
Calamagrostis villosa	*Deschampsia cespitosa*	*Heracleum sphondylium*
Caldesia parnassifolia	*Deschampsia flexuosa*	*Hieracium lachenalii*
Calla palustris	*Draba verna* agg.	*Hieracium lactucella*
Callitriche palustris	*Drosera intermedia*	*Hieracium laevigatum*
Calluna vulgaris	*Drosera rotundifolia*	*Hieracium murorum*
Caltha palustris	*Dryopteris carthusiana*	*Hieracium pilosella*
Campanula rotundifolia	*Dryopteris cristata*	*Hieracium umbellatum*
Capsella bursa-pastoris	*Dryopteris dilatata*	*Holcus lanatus*
Cardamine amara	*Echinochloa crus-galli*	*Holcus mollis*
Cardamine dentata	*Elatine hexandra*	*Hottonia palustris*
Cardamine pratensis	*Elatine hydropiper*	*Hydrocharis morsus-ranae*
Carex acuta	*Elatine triandra*	*Hydrocotyle vulgaris*
Carex acutiformis	*Eleocharis acicularis*	*Hypericum perforatum*
Carex bohemica	*Eleocharis mamillata*	*Impatiens noli-tangere*
Carex brizoides	*Eleocharis ovata*	*Iris pseudacorus*
Carex canescens	*Eleocharis palustris*	*Juncus articulatus*
Carex diandra	*Elodea canadensis*	*Juncus bufonius*
Carex disticha	*Epilobium angustifolium*	*Juncus bulbosus*
	Epilobium ciliatum	*Juncus capitatus*
	Epilobium hirsutum	*Juncus conglomeratus*

Fortsetzung Tabelle A1

Juncus effusus	*Peucedanum palustre*	*Scheuchzeria palustris*
Juncus filiformis	*Phalaris arundinacea*	*Schoenoplectus lacustris*
Juniperus communis	*Phragmites australis*	*Scirpus radicans*
Lathyrus pratensis	*Picea abies*	*Scirpus sylvaticus*
Leersia oryzoides	*Pilularia globulifera*	*Scorzonera humilis*
Lemna minor	*Pimpinella saxifraga*	*Scrophularia nodosa*
Lemna trisulca	*Pinus sylvestris*	*Scrophularia umbrosa*
Leontodon hispidus	*Plantago lanceolata*	*Scutellaria galericulata*
Leucanthemum vulgare	*Plantago major*	*Selinum carvifolia*
Limosella aquatica	*Platanthera bifolia*	*Senecio ovatus*
Linaria vulgaris	*Poa annua*	*Solanum dulcamara*
Liparis loeselii	*Poa palustris*	*Sorbus aucuparia*
Lotus pedunculatus	*Poa pratensis*	*Sparganium emersum*
Lupinus polyphyllus	*Poa trivialis*	*Sparganium erectum* agg.
Luzula campestris	*Polygala vulgaris*	*Sparganium natans*
Luzula luzuloides	*Populus tremula*	*Spergularia rubra*
Lychnis flos-cuculi	*Potamogeton acutifolius*	*Spirodela polyrhiza*
Lycopodiella inundata	*Potamogeton alpinus*	*Stellaria alsine*
Lycopodium annotinum	*Potamogeton berchtoldii*	*Stellaria graminea*
Lycopodium clavatum	*Potamogeton crispus*	*Stellaria holostea*
Lycopus europaeus	*Potamogeton natans*	*Stellaria media*
Lysimachia nummularia	*Potamogeton obtusifolius*	*Stellaria palustris*
Lysimachia punctata	*Potamogeton pectinatus*	*Tanacetum vulgare*
Lysimachia thyrsiflora	*Potentialla anserina*	*Taraxacum officinale* agg.
Lysimachia vulgaris	*Potentilla erecta*	*Teesdalia nudicaulis*
Lythrum salicaria	*Prunus padus*	*Thelypteris palustris*
Maianthemum bifolium	*Pyrola chlorantha*	*Trientalis europaea*
Matricaria recutita	*Pyrola rotundifolia*	*Trifolium campestre*
Melampyrum pratense	*Quercus robur*	*Trifolium medium*
Mentha aquatica	*Ranunculus acris*	*Trifolium pratense*
Menyanthes trifoliata	*Ranunculus aquatilis*	*Trifolium repens*
Moehringia trinervia	*Ranunculus auricomus* agg.	*Tussilago farfara*
Molinia caerulea	*Ranunculus flammula*	*Typha angustifolia*
Moneses uniflora	*Ranunculus repens*	*Typha latifolia*
Mycelis muralis	*Ranunculus sceleratus*	*Urtica dioica*
Myosotis nemorosa	*Rhynchospora alba*	*Urtica urens*
Myosotis scorpioides	*Rhynchospora fusca*	*Utricularia australis*
Myosurus minimus	*Ribes nigrum*	*Utricularia intermedia*
Myriophyllum spicatum	*Ribes rubrum* agg.	*Utricularia minor*
Myriophyllum verticillatum	*Rorippa anceps*	*Vaccinium myrtillus*
Najas marina ssp. *marina*	*Rorippa palustris*	*Vaccinium oxycoccos*
Najas minor	*Rubus fruticosus* agg.	*Vaccinium uliginosum*
Nardus stricta	*Rubus idaeus*	*Vaccinium vitis-idaea*
Nuphar lutea	*Rumex acetosa*	*Valeriana dioica*
Nymphaea alba	*Rumex acetosella*	*Verbascum densiflorum*
Oenanthe aquatica	*Rumex crispus*	*Veronica beccabunga*
Oxalis acetosella	*Rumex maritimus*	*Veronica chamaedrys*
Pedicularis palustris	*Sagittaria sagittifolia*	*Veronica officinalis*
Pedicularis sylvatica	*Salix alba*	*Viburnum opulus*
Peplis portula	*Salix aurita*	*Vicia angustifolia*
Persicaria amphibia	*Salix cinerea*	*Vicia lathyroides*
Persicaria hydropiper	*Salix* x *multinervis*	*Viola odorata*
Persicaria lapathifolia	*Sambucus nigra*	*Víola palustris*
Persicaria maculosa	*Sambucus racemosa*	*Viscum album*
Persicaria minor	*Sanguisorba officinalis*	

Tabelle A2. Bisher nachgewiesene Moosarten des Charlottenhofer Weihergebietes (nach OTTE & BRAUN 1987, ALSCHER 1994 und unveröff. Daten). Nomenklatur nach KOPERSKI et al. (2000).

Amblystegium humile	*Hylocomium splendens*	*Rhizomnium punctatum*
Amblystegium serpens	*Hypnum andoi*	*Rhytidiadelphus squarrosus*
Amblystegium serpens var. *juratzkanum*	*Hypnum cupressiforme*	*Riccardia chamaedryfolia*
	Hypnum ericetorum	*Riccardia palmata*
Atrichum undulatum	*Hypnum jutlandicum*	*Riccia fluitans*
Aulacomnium androgynum	*Lepidozia reptans*	*Riccia rhenana*
Aulacomnium palustre	*Leptodictyum riparium*	*Ricciocarpos natans*
Barbula unguiculata	*Leucobryum glaucum*	*Scleropodium purum*
Bazzania trilobata	*Lophocolea bidentata*	*Scorpidium scorpioides*
Brachythecium rivulare	*Lophocolea heterophylla*	*Sphagnum angustifolium*
Brachythecium rutabulum	*Marchantia polymorpha*	*Sphagnum capillifolium*
Brachythecium velutinum	*Mnium hornum*	*Sphagnum compactum*
Bryum pseudotriquetrum	*Orthodontium lineare*	*Sphagnum contortum*
Bryum radiculosum	*Philonotis caespitosa*	*Sphagnum cuspidatum*
Calliergon cordifolium	*Plagiomnium affine*	*Sphagnum denticulatum* var. *inundatum*
Calliergon stramineum	*Plagiomnium undulatum*	
Calliergonella cuspidata	*Plagiothecium denticulatum*	*Sphagnum fallax*
Calypogeia muelleriana	*Plagiothecium laetum*	*Sphagnum fimbriatum*
Campylium elodes	*Plagiothecium laetum* var. *curvifolium*	*Sphagnum magellanicum*
Campylium polygamum		*Sphagnum palustre*
Campylopus fragilis	*Plagiothecium nemorale*	*Sphagnum papillosum*
Cephalozia connivens	*Pleurozium schreberi*	*Sphagnum platyphyllum*
Cephaloziella rubella	*Pohlia cruda*	*Sphagnum squarrosum*
Chiloscyphus pallescens	*Pohlia nutans*	*Sphagnum subsecundum*
Cirriphyllum piliferum	*Pohlia wahlenbergii*	*Sphagnum tenellum*
Climacium dendroides	*Polytrichum commune*	*Sphagnum teres*
Dicranella heteromalla	*Polytrichum formosum*	*Tetraphis pellucida*
Dicranum montanum	*Polytrichum juniperinum*	*Thuidium tamariscinum*
Dicranum polysetum	*Polytrichum strictum*	*Tortula muralis*
Dicranum scoparium	*Ptilidium ciliare*	*Warnstorfia exannulata*
Drepanocladus aduncus	*Ptilidium pulcherrimum*	*Warnstorfia fluitans*
Eurhynchium angustirete	*Hylocomium splendens*	

Tuexenia Beiheft 9: 55–67. Osnabrück 2016.

Nationalpark Bayerischer Wald – Prozessschutz und Biodiversität

Lukas Bogner & Claus Bässler

1. Exkursionspunkte in der Übersicht

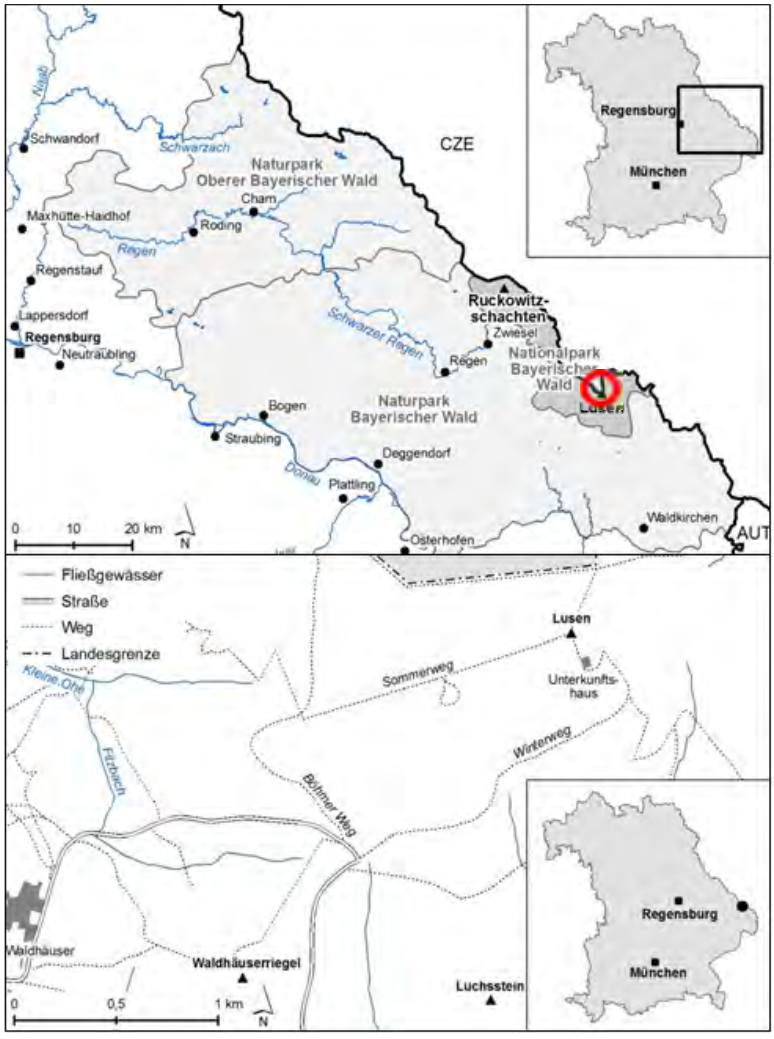

Abb. 1. Lageübersicht des gesamten Nationalparks Bayerischer Wald mit dem umgebenden Naturpark Bayerischer Wald (oben) und eine detailliertere Karte des Exkursionsgebiets am Lusen (unten). Die Exkursion verläuft über den Böhmer, Sommer- und Winterweg (© Karte Sabine Fischer).

2. Geschichte des Nationalparks

Ende der 30er Jahre konkretisierten sich erstmals Pläne, einen Nationalpark im Bayerischen Wald und Böhmerwald einzurichten. Der Nationalpark „Böhmerwald“ sollte vom Osser und Kaitersberg bis ins oberösterreichische Mühlviertel reichen und die Gebiete beiderseits der heutigen deutsch-tschechischen Landesgrenze umfassen. Die Reichsstelle für Naturschutz in Berlin wollte mit diesem Konzept aber eher die gewachsene Kulturlandschaft erhalten. In den Kriegswirren mussten die Planungen allerdings eingestellt werden.

Am 7. Oktober 1970 wurde dann schließlich der Nationalpark Bayerischer Wald mit einer Größe von 13.200 ha als erster Nationalpark in Deutschland eröffnet. Der Weg bis zur Nationalparkausweisung verlief aber nicht ohne Hindernisse.

Es gab eine große Anzahl an Gegnern wie z. B. die Interessenvertreter der Wald- und Forstwirtschaft, Gewerkschaften und Fachinstitutionen. In den Jahren 1966 bis 1969 wird unter anderem intensiv gestritten, ob es in einer dicht besiedelten und intensiv genutzten Landschaft überhaupt möglich ist, einen Nationalpark einzurichten.

Schon in den 60er Jahren, als die Diskussion über die Gründung eines Nationalparks im Bayerischen Wald wieder aufgenommen wurde, bestand schon der Wunsch, das Gebiet um den Falkenstein in den Nationalpark mit aufzunehmen. Eine Initiative des Bund Naturschutz in Bayern hatte schließlich Erfolg.

Man konnte den damaligen Bayerischen Ministerpräsidenten, Dr. Edmund Stoiber, davon überzeugen, dass mit einer Erweiterung des Nationalparks Bayerischer Wald ein staatspolitisches und umweltpolitisches Zeichen gesetzt werden kann.

Durch den Beschluss des Bayerischen Landtags vom 10. Juli 1997 vergrößerte sich der Nationalpark Bayer. Wald um insgesamt 10.950 ha, sodass er heute eine Größe von 24.250 ha besitzt.

3. Naturräumliche Ausstattung

3.1 Lage und Landschaft

Der Nationalpark Bayerischer Wald liegt entlang der deutsch-tschechischen Grenze im Inneren Bayerischen Wald. Nach dem Schwarzwald ist der er das höchste Mittelgebirge Deutschlands. Er umfasst die Süd-West-Abfälle des Zentralteils des Inneren Bayerischen Waldes zwischen Bayerisch Eisenstein im Nordwesten und Mauth-Finsterau im Südosten. Die Höhenlage reicht dabei von 660 m ü. NN in den Tallagen bis hin zu den Kammlagen mit der höchsten Erhebung des Bayerischen Waldes, dem Großen Rachel mit 1.453 m. Nach Norden bzw. Nordosten schließt sich der Nationalpark Sumava (Böhmerwald) an.

3.2 Klimatische Verhältnisse

Aufgrund seiner Lage im Grenzbereich zwischen atlantischem und kontinentalem Klimaeinfluss, seiner Ausdehnung, Streichrichtung (NW / SO) und Höhenerstreckung ist der Bayerische Wald ein raues, niederschlagsreiches Mittelgebirge mit langen, schneereichen Wintern. So ist z. B. die Jahresmitteltemperatur in Waldhäuser (940 m ü. NN, Wetterstation des DWD) im langjährigen Mittel um 0,5 K niedriger als an der in vergleichbarer Höhenlage gelegenen Klimastation Hohenpeißenberg (977 m ü.NN, Obb.) und es fallen deutlich mehr Niederschläge. Die jährlichen Niederschläge der Tallagen liegen bei 1.200 mm, das Jahresmittel der Lufttemperatur bei 5,5 °C. Die Schneebedeckung hält 5–6 Monate an.

3.3 Geologie

Der Bayerische Wald zählt zu den ältesten Gebirgen der Erde, welches aus kristallinen Gesteinen, vor allem Gneise aus dem Präkambrium (ca.570 Mio Jahre) und Granite aus der Variskischen Ära (ca. 300 Mio. Jahre) aufgebaut ist.

Eine große Rolle für das heutige Erscheinungsbild des Mittelgebirges spielten die Eiszeiten, die besonders in den Hoch- und Oberen Hanglagen durch Eisbewegungen geprägt sind.

Er ist der südwestliche Teil der Böhmischen Masse, dem größten zutage anstehenden Grundgebirgsgebiet Mitteleuropas, zu der auch der Oberpfälzer Wald, das Fichtelgebirge und der Frankenwald auf bayerischer Seite dazugehören.

3.4 Böden

Im Rahmen der Standortserkundung (1969–1973) im Nationalpark Bayerischer Wald besteht das Altgebiet aus folgenden „Bodenformgruppen“ nach ELLING (1987):

- zu 71 % aus Sand- und Lehmböden,
- zu 21,5 % aus Nassböden - v. a. in den Tal- und Hochlagen
- zu 6,5 % aus Fels- und Blockböden - hauptsächlich in den Oberen Hanglagen und Hochlagen.

Bedingt durch das basenarme Ausgangsgestein sind die Böden im Nationalpark relativ nährstoffarm und ± stark versauert.

Im Bereich der Hanglagen gehen die typischen Braunerden mit zunehmender Höhenlage fließend über in die sogenannten Podsol- Braunerden, die schließlich in den Hochlagen den dominierenden Bodentyp bilden. Auf den Plateaus der Hochlagen finden sich Eisen-Humus-Podsole.

Unter dem Einfluss von Grundwasser bilden sich Niedermoore. Sie treten im Nationalpark v. a. kleinflächig in den Hanglagen als Hangquellmoore auf. In den Hoch- und Tallagen des Nationalparks finden sich eindrucksvolle Ausformungen von Hochmooren (Großer Filz, Klosterfilz, Zwieselter Filz).

Durch den jahrzehntelangen Eintrag von sauer wirkenden Immissionen in den Wäldern des Nationalparks ist das ausgeglichene Verhältnis von Nährstoffanlieferung durch Verwitterung und Nährstoffverbrauch durch die Vegetation allerdings nachhaltig gestört worden.

3.5 Vegetation

Die Waldgesellschaften

Der Nationalpark Bayerischer Wald ist mehr oder weniger ein reiner Waldnationalpark. Nichtbewaldete Lebensräume wie Gewässer, Felsformationen oder ehemalige Weideflächen fallen flächenmäßig kaum ins Gewicht.

Wie in Natura 2000 „Management im Nationalpark Bayerischer Wald“ (KIENER et al. 2008) aufgezeigt, ist die häufigste Baumart der Lebensraumtypen die Fichte. Sie prägt die Hochlagenwälder ebenso wie die vernässten Partien der Tallagen. Außerdem ist sie in aller Regel die dominierende Baumart der Moorwälder aller Lagen. In der Bergmischwaldzone ist sie ebenso regelmäßig vertreten, bereichsweise allerdings als Folge früherer Bewirtschaftung überrepräsentiert. Nur im Waldmeister-Buchenwald tritt sie insgesamt etwas zurück. Mit

Ausnahme von Bach- und Schluchtwäldern nimmt sie in allen Lebensraumtypen mehr als ein Drittel Anteil ein. Im Sonstigen Waldlebensraum ist sie ohnehin die bestimmende Baumart.

Nach der Karte der „Regionalen natürlichen Waldzusammensetzung Bayerns“ (WALENTOWSKI et al. 2001) herrschen entsprechend der gegebenen Höhenzonierung hochmontane Bergmischwälder bzw. Fichtenwälder in der tiefsubalpinen Höhenstufe vor (KIENER et al. 2008).

Unter Berücksichtigung der oben genannten Weiser sind unter heutigen standörtlichen Gegebenheiten überwiegend folgende Pflanzengesellschaften von Natur aus zu erwarten:

Vegetationsformen nichtbewaldeter Landschaftselemente

Waldfreie Landschaftselemente machen im Nationalpark Bayerischer Wald nur einen verschwindend geringen Flächenanteil aus (2 %), haben aber große Bedeutung für den Naturschutz (Hochmoore, ehemalige Streuwiesen) und für die ästhetische Attraktivität der Landschaft (Berggipfel, Schachten/ehemalige Hochweiden).

Die Sattelhochmoore der Hochlagen (Zwieselter Filz) und die großen Hochmoore der Talmulden (Klosterfilz, Großer Filz) haben im Zentrum der Moorfläche meist eine baumfreie Zone, die von verschiedenen Torfmoosarten unterschiedlicher Bulten- und Schlenkengesellschaften geprägt ist.

Ein Element von besonderem landschaftsästhetischem Wert sind die Schachten, ehemalige Weideflächen im Hochlagenwald, die zur Gruppe der „Borstgrasrasen“ zählen.

Tabelle 1. Natürliche Pflanzengesellschaften im Nationalpark Bayerischer Wald (KIENER et al. 2008)

Wollreitgras-Fichtenwald (*Calamagrostio villosae Piceetum barbilophozietosum*)	In Lagen > 1.100–1.200 m Höhe, daneben azonal auf Blockstandorten
Hainsimsen-Buchenwald, (hoch) montane Form (*Luzulo luzuloidis-Fagetum*)	Auf den meisten Lehmstandorten außerhalb der Hochlagen
Reitgras-Fichten-Buchenwald (*Calamaristio villosae-Fagetum*)	Im Kontaktbereich zu den Hochlagen (tiefgründige Lehmböden über verfestigtem Schutt)
Waldmeister-Buchenwald (*Galio odorati-Fagetum*) **Und Zahnwurz-Buchenwälder** (*Dentario enneaphylli-Fagetum*)	Auf Böden mit höherer Basen- und/oder Wasserversorgung sowie teilweise auf Blockböden
Bergahorn-Buchenwälder (*Aceri pseudoplatani-Fagetum*)	In steilsten, bodenfeuchten, schneereichen und absonnigen Lagen
Hainsimsen-Fichten-Tannenwald (*Luzulo luzuloidis-Abietetum*)	Auf mineralischen Nassböden der Tal- und Hanglagen
Fichtenmoorwald (*Calamagrostio villosae-Piceetum bazzanietosum*)	Auf den meisten organischen Nassböden
Bergkiefern-Moore (Spirken- und Latschenmoore) (*Vaccinio uliginosi-Pinetum rotundatae* und *Pino mugo-Sphagnetum magellanici*)	Auf Hochmoorstandorten
Silikat-Latschengebüsch (*Vaccinium myrtillus-Pinus mugo*-Gesellschaft)	Auf feinerdearmen Blockhalden der höchsten Lagen

4. Entwicklung der Flächen unter Einfluss des Buchdruckers

Die Borkenkäferart *Ips typographus* gehört wie Wind, Schnee und Waldbrand zu denjenigen Elementen, die den Lebensraum Wald prägen und strukturieren und spielen so auch eine bedeutsame Rolle in Nadelwaldsystemen. Sie nehmen maßgeblichen Einfluss auf die natürliche Entwicklung der Alters- und Bestandsstruktur von Waldbeständen.

Der Nationalpark Bayerischer Wald besteht seit nunmehr fast 50 Jahren. Zum Zeitpunkt der Einrichtung war völlig unklar, wie sich die Wälder rund um die Hauptberge Rachel und Lusen in den folgenden Jahrzehnten entwickeln würden. Die politische Entscheidung in den 1980er Jahren, Windwürfe in der Naturzone nicht aufzuarbeiten und die weitere Entwicklung der Natur zu überlassen, war die wohl folgenreichste für die Waldbestände des Nationalparks Bayerischer Wald. Auslöser waren damals zwei Gewitterstürme (August 1983, November 1984), die zusammen eine Fläche von 173 ha zu Boden warfen.

Insbesondere die letzten Jahrzehnte waren geprägt durch eine gewaltige Dynamik, verursacht vor allem durch den Buchdrucker, der auf großer Fläche Fichtenbestände zum Absterben brachte. Diese Entwicklung hat zu einem Flächenanteil von ca. 40 % der ursprünglich ausgewiesenen Nationalparkfläche (13.500 ha im Rachel-Lusen Gebiet) geführt

Abb. 2. Hier wurde eine Zeitreihe von Bildern am gleichen Ort geschossen. Die Aufnahme begann 1995 (links oben) gleich nach einem großen Borkenkäferbefall und wurde dann fast jährlich aktualisiert. Das letzte Foto wurde 2012 (rechts unten) geschossen. Man sieht in dieser Fläche eindeutig, dass hauptsächlich Fichten verschiedenen Alters durch natürliche Sukzession wachsen und das Gebiet wieder einnehmen (© Fotos Nationalparkverwaltung Bayerischer Wald).

(vgl. Abb. 2). Ähnliche Prozesse liefen bereits im 19. Jahrhundert ab und es bleibt grundsätzlich festzustellen, dass Nadelwaldsysteme häufig großflächigen Störungsereignissen unterliegen und diese Prozesse als natürlich angesehen werden dürfen (RAFFA et al. 2008). Auch in Europa ist in den letzten Jahrzehnten eine Zunahme von Störungsereignissen (Stürme, Borkenkäfer etc.) zu verzeichnen (SCHELHAAS et al. 2003). Neben dem Klimawandel sind hierfür allerdings insbesondere die Bewirtschaftungsformen unserer Wälder verantwortlich. Demzufolge nahm nicht nur die Fläche zu, auf denen Nadelholz (z. B. Fichte) angebaut wurde, sondern in frappierender Weise auch der Nadelholzvorrat (SCHELHAAS et al. 2003, SEIDL et al. 2011). Gerade diese Bestände, insbesondere die der Fichte, sind besonders anfällig gegenüber Störungsereignissen wie Windwurf oder Borkenkäferbefall.

5. Effekte auf die Verjüngung

Mit dem großflächigen Absterben der Fichtenbestände der Hochlagen trat die Frage auf, wie sich die betroffenen Bestände verjüngen. Deshalb wurden in verschiedenen Jahren großflächige Bestandsaufnahmen der Hochlagen durchgeführt (n = 615 Plots über ca. 7.000 ha). Als die adulten Fichten abstarben, ist die Anzahl der Pionier- und Laubbäume entgegen der Erwartungen kaum gestiegen. Nur die Vogelbeere (*Sorbus aucuparia*) vermehrte sich in relativen Proportionen für eine kurze Periode (<3 Jahre) bevor die Entwicklung wieder stagnierte (ZEPPENFELD et al. 2015; siehe Abb. 3). Die genauere Analyse der Daten der Baumartenanteile verdeutlicht, dass der Anstieg der Verjüngungszahlen zum überwiegenden Teil auf die Zunahme der Fichten zurückzuführen ist.

Die durchschnittliche Anzahl der Bäume (hauptsächlich Fichte) in der Verjüngung vervielfachte sich von 1.084 Bäume/ha während des Ausbruchs auf 4.363 Bäume/ha nach 15 Jahren (siehe Abb. 4). Wie in Abbildung 4 zu sehen ist, zeigte die letzte Inventur in 2011

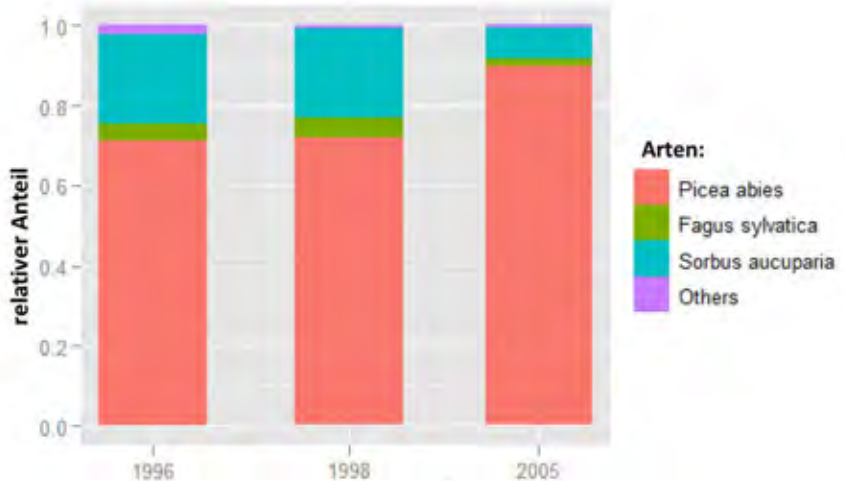

Abb. 3. Die Graphik zeigt die Verschiebung der relativen Proportionen verschiedener Arten von 1996 bis 2005. Innerhalb von 10 Jahren ist der Anteil der Vogelbeere (Sorbus aucuparia) nach einer kurzen Phase des Wachstums von 22 % auf 7 % zurückgegangen (HEURICH et al. 2012).

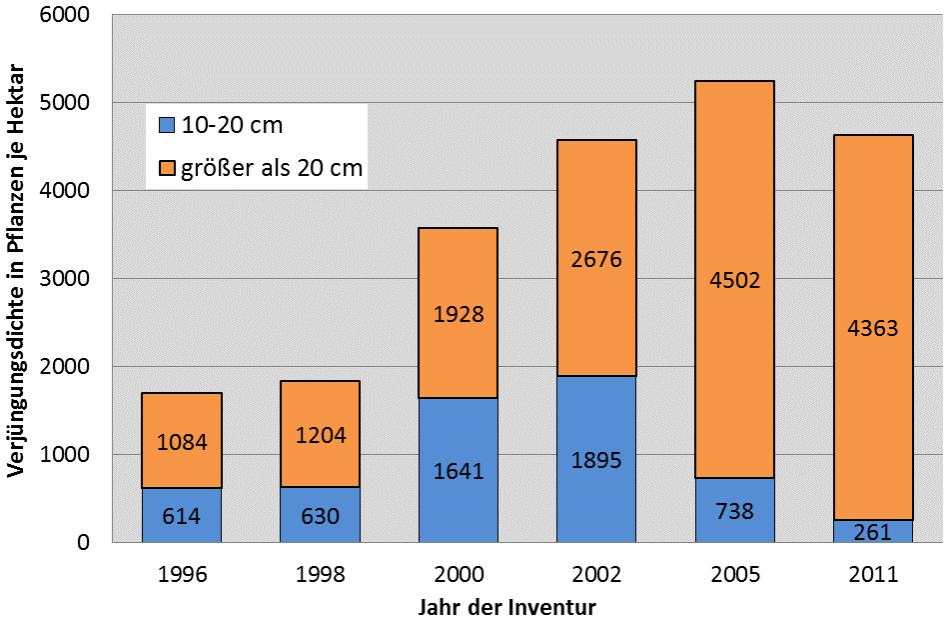

Abb. 4. Vergleich der durchschnittlichen Verjüngungsdichten der Pflanzen größer und kleiner 20 cm (HEURICH et al. 2012).

aber, dass sich die Anzahl der Pflanzen verringerte und auch die Bäume kleiner 20 cm gingen von 738 auf 261 Individuen/ha zurück (HEURICH et al. 2012). Der Grund dafür scheint der zunehmende Kampf um Licht und Nährstoffe zu sein (HEURICH et al. 2012).

Die durchschnittliche Anzahl der Bäume (hauptsächlich Fichte) in der Verjüngung vervielfachte sich von 1.084 Bäume/ha während des Ausbruchs auf 4.363 Bäume/ha nach 15 Jahren (siehe Abb. 4). Wie in Abbildung 4 zu sehen ist, zeigte die letzte Inventur in 2011 aber, dass sich die Anzahl der Pflanzen verringerte und auch die Bäume kleiner 20 cm gingen von 738 auf 261 Individuen/ha zurück (HEURICH et al. 2012). Der Grund dafür scheint der zunehmende Kampf um Licht und Nährstoffe zu sein (HEURICH et al. 2012).

Nichtsdestotrotz ist eine positive Entwicklung der Verjüngung zu verzeichnen und vieles deutet darauf hin, dass auf Dauer wieder ein Hochlagenfichtenwald entsteht (SVOBODA et al. 2014).

6. Effekte auf die Biodiversität

Nach vielen Jahren der natürlichen Dynamik und mit einem in Bezug auf das Landschaftsbild stark umstrukturierten Nationalpark trat dann die Frage auf, wie unterschiedliche Organismengruppen auf diese Entwicklung reagieren. Im Konkreten war die Frage zu beantworten, welchen Effekt das Naturschutzinstrument „Nationalpark“ mit konsequenter Umsetzung des Prozessschutzgedankens auf die Biodiversität hat. Aus diesem Grund startete die Nationalparkverwaltung in 2006 das interdisziplinäre Biodiversitätsprojekt BIOKLIM (Biodiversitäts- und Klimaprojekt), welches den Anspruch hatte, derartige Fragen zu beantworten (BÄSSLER et al. 2008, BÄSSLER 2009). Die bislang erarbeiteten Ergebnisse sollen hier nun ausschnittsweise dargestellt werden.

6.1 Ökologisch wirksame Umweltgradienten im Nationalpark

Das Absterben der Bäume beeinflussen entscheidend die mikroklimatischen Verhältnisse. Weiterhin mit diesem Prozess verbunden war eine rasche Anreicherung von Totholz auf größerer Fläche. Diese heutigen Totholzmengen sind durchaus mit denen von Urwäldern vergleichbar (CHRISTENSEN et al. 2005, MÜLLER & BÜTLER 2010). Da uralte Naturschutzgebiete mit Habitattradition in den Nationalpark integriert sind (z. B. Mittelsteighütte), aber ebenfalls größere Bereiche mit Borkenkäfermanagement bestehen, entsteht zusätzlich ein deutlicher Nutzungsgradient.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass die unterschiedlichen Waldbestände („Urwald", Prozessschutzflächen und Borkenkäfermanagementflächen) sowie die Entwicklungen dieser in den letzten Jahrzehnten im Nationalpark zu einer sehr starken Habitatvariabilität geführt haben (MÜLLER et al. 2010).

6.2 Auswirkungen der Waldveränderung durch natürliche Dynamik auf eine Auswahl an Artengruppen

Flechten und Moose

Flechten gehören zu den herausragenden Indikatorgruppen für Veränderungen in Wäldern (BRADTKA et al. 2010). Alte Wälder und Prozessschutzwälder des Nationalparks wiesen dabei signifikant die größte Artendiversität und die höchste Anzahl an bedrohten Arten im Vergleich mit den noch gemanagten Wäldern auf (BRADTKA et al. 2010).

Insgesamt wurden auf 112 Probekreise 99 Moosarten erfasst. Hierbei konnte festgestellt werden, dass bodenbewohnende Moose deutlich von der Auflichtung profitieren (RAABE et al. 2010). Moose hingegen, welche auf Totholz gewachsen sind, zeigten eine höhere Artenzahl in schattigeren Beständen, die mit viel Totholz angereichert waren.

Holzpilze

Betrachtet man nun die relative Bedeutung von Makroklima und Faktoren, welche sich auf die Ressource Totholz beziehen (z. B. Totholzmenge, Zersetzungsgrad, Durchmesser etc.) auf die Holzpilzdiversität, so hat sich gezeigt, dass die Anzahl holzzersetzender Pilzarten deutlich durch den letzteren Faktorenkomplex gesteuert wird (BÄSSLER et al. 2010).

Die von den Borkenkäfern befallenen nun offenen und totholzreichen Bestände werden sehr stark von mehrjährigen Porlingen genutzt. Der häufigste Vertreter ist der Rotrandige Fichtenporling (*Fomitopsis pinicola*). Des Weiteren hat sich gezeigt, dass sehr seltene Arten wieder häufig werden. Eine dieser gefährdeten Arten ist die Zitronengelbe Tramete (*Antrodiella citrinella*). Sie ist weltweit sehr selten und an alte Schutzgebiete mit Urwaldcharakter gebunden. Im Böhmischen Grenzgebirge konnte die Art 1990 und 1991 zum ersten Mal in Relikten alter Wälder (Naturschutzgebiete) nachgewiesen werden. Ende der 1980er Jahre wurde der Nationalpark (Rachel-Lusen-Gebiet) mykofloristisch intensiv untersucht. Obwohl die Zitronengelbe Tramete eher zu den auffälligen Pilzen gehört, wurde die Art im Rahmen dieser Inventur nicht gefunden. Als im Jahr 2006 im Rahmen des BIOKLIM-Projektes erneut Pilze erfasst wurden, konnte die Zitronengelbe Tramete an fast jedem Probekreis in den Borkenkäferflächen nachgewiesen werden (BÄSSLER & MÜLLER, 2010). Dieser Pilz hat mittlerweile seine letzten zwei Refugien, Mittelsteighütte und Boubin, verlassen und ist in die nun strukturreichen ehemaligen Forstwirtschaftsflächen des Rachel-Lusen-Gebiets, dem

heutigen Nationalpark, zurückgekehrt. Neuere Studien belegen nun, dass sich durch die rasche Anreicherung von Totholz durch den Borkenkäfer funktional diverse Artengemeinschaften einfinden (BÄSSLER et al. 2016).

Käfer

Im Nationalpark wurden im Rahmen des BIOKLIM Projektes 450 im Holz lebende Käfer nachgewiesen. Bei diesen Käfern hat sich gezeigt, dass ab Totholzmengen von 35 bis 120 m³/ha, wie man sie so großflächig in Bayern nur im Nationalpark findet, seltene Arten wieder häufig werden (MÜLLER et al. 2010). Die meisten Rote Liste Arten konnten immer in Verbindung mit hohen Mengen an Totholz nachgewiesen werden. Die Studie zeigte, dass die durch Borkenkäferfraß anfallenden Totholzmengen besonders die seltenen Arten gefördert haben (siehe Abb. 5 und 6).

Vögel

Die Vogelwelt reagierte sehr deutlich auf die Waldveränderungen, die durch Borkenkäfer und Windwurf verursacht wurden. Ein erster Gewinner war der weltweit seltene Dreizehenspecht. Er wurde vielerorts durch moderne Forstwirtschaft ausgerottet, weil seine Mindestanforderungen an Totholz nicht mehr erfüllt waren (MÜLLER & SIMONIS 2010). Im Nationalpark ist er heute eine häufige Spechtart mit sich wandelnder lokaler Dichte.

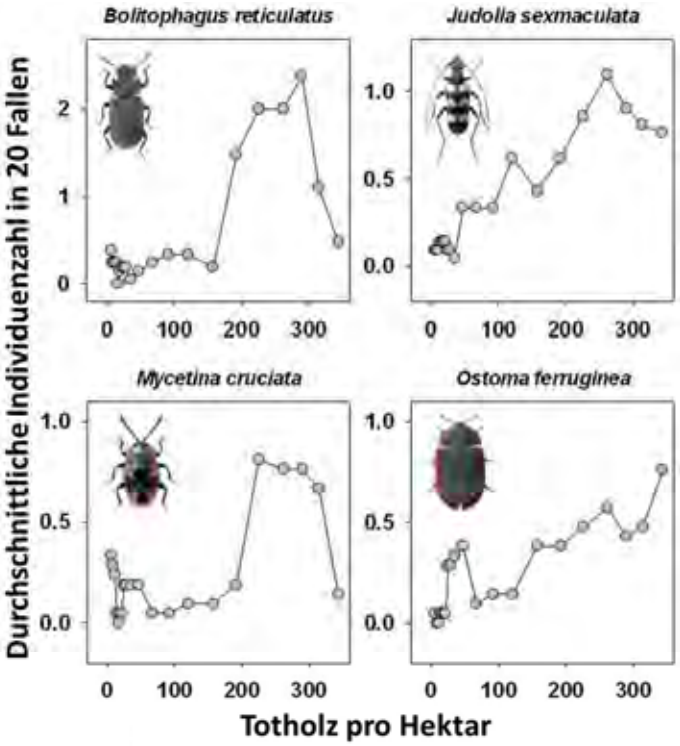

Abb. 5. Zusammenhang zwischen Individuenzahlen und der Totholzmenge für vier sehr seltene Käferarten. Links zwei Vertreter, die an Laubholz gebunden sind; rechts zwei Vertreter, die an Nadelholz gebunden sind (MÜLLER et al. 2010).

In den heute flächig lichten totholzreichen Wäldern mit vielen Spechthöhlen hat sich inzwischen eine neue Vogelgemeinschaft eingestellt, die man eher aus alten Streuobstwiesen kennt. Gartenrotschwanz und Baumpieper haben hier auf über 1.200 m Meereshöhe sehr hohe Siedlungsdichten erreicht (MÜLLER et al. 2009). Auch Neuntöter und Dorngrasmücke kann man hier antreffen. Viele dieser Arten gehen in der Kulturlandschaft zurück. Die Nationalparkflächen geben uns eine Ahnung, wo diese Arten einst natürlicherweise vorgekommen sein könnten – nämlich in offenen, strukturreichen Waldlebensräumen geschaffen durch größere Störungen.

Der Symbolvogel für alte Fichten-Hochlagenwälder ist eindeutig das Auerhuhn. Der Buchdrucker hat diesen Lebensraum im Nationalpark auf mehreren tausend Hektar deutlich verändert, so dass selbst die Fachwelt skeptisch war, ob in den großen Totholzflächen Auerhühner überleben können. Ein Monitoringprojekt hat hierzu überraschende Ergebnisse erbracht. Die systematische Erfassung auf der Basis von Auerhuhnlosungen ergab hohe Nachweisdichten mitten in großen Totholzflächen, solange nur kleine Horste von über zimmerhohen Fichten vorhanden waren. Diese Fichten bieten unabdingbare Winternahrung. Im Gegensatz zu geräumten Flächen gewähren die toten Bäume immer noch wichtige Deckungsmöglichkeiten. Die Auflichtung des Waldes durch den Buchdrucker dagegen scheint kein ernsteres Problem zu sein (MÜLLER & SIMONIS 2010).

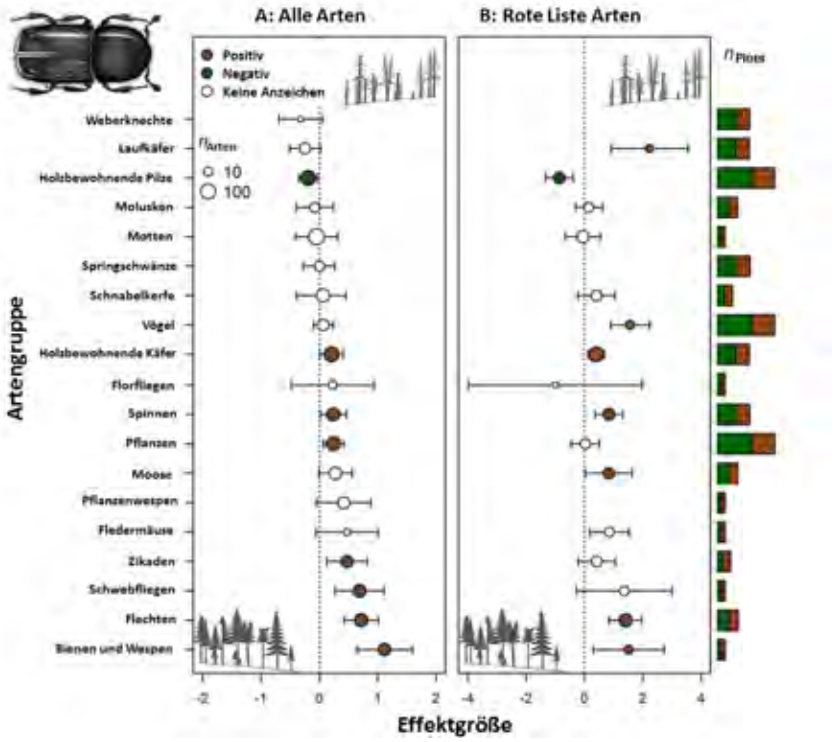

Abb. 6. Änderungen der Artenzahlen (A) und der Artenzahl Roter Liste Arten (B) in Borkenkäfer betroffenen(rechts) und nicht betroffenen Arealen (links). Die braunen Kreise zeigen deutlich positiv und die grünen Kreise deutlich negativ betroffene Taxa an, während die weißen keine deutlichen Veränderungen aufweisen. Die Balken zeigen die Anzahl der Proben jeder Gruppe mit (braun) und ohne (grün) Borkenkäfereinfluss (BEUDERT et al.2015).

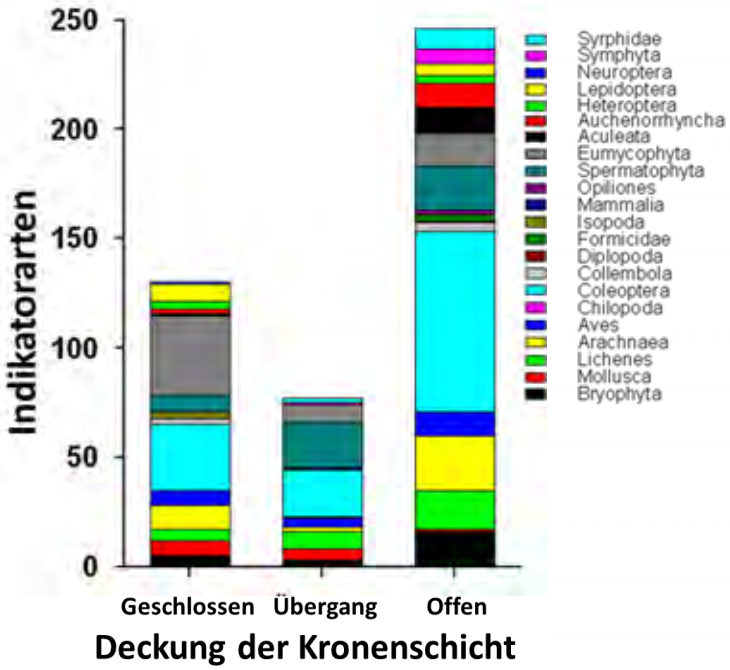

Abb. 7. Ergebnis einer Arten-Indikatoranalyse für 1516 Arten aus 22 taxonomischen Gruppen für drei Kategorien der Auflichtung (LEHNERT et al. 2013).

Ergebnisse einer artenübergreifenden Analyse

Die vorangestellten Ergebnisse machen deutlich, dass die mit den Störungsereignissen verbundene Auflichtung der Waldbestände von hoher ökologischer Relevanz für eine Vielzahl von Artengruppen ist. Aus Abbildung 7 wird deutlich, dass die meisten Indikatoren (unter Berücksichtigung von 22 Artengruppen), in den offenen Flächen vorkommen (LEHNERT et al. 2013). Hieraus lässt sich die Bedeutung der Auflichtung für die Biodiversität im Bergwaldsystem deutlich erkennen. Ein Vergleich zwischen borkenkäfergeprägten Beständen mit noch lebenden Beständen in Bezug auf die Artenzahl macht deutlich, dass eine Vielzahl an Artengruppen positiv reagiert (BEUDERT et al. 2015, Abb. 6). Besonders Rote Liste Arten profitieren vom Einfluss des Borkenkäfers (Abb. 6).

6.3 Zusammenfassung

Der Nationalpark Bayerischer Wald besteht seit nunmehr fast 50 Jahren. Die konsequent umgesetzte Formel „Natur Natur sein lassen“ hat in den letzten Jahrzehnten dazu geführt, dass sich die Wälder des Nationalparks durch Windwurf und Borkenkäfer auf mehreren tausend Hektar umgestaltet haben. Dennoch liegt der Anteil an „Störungsfläche“, gemessen an der Gesamtfläche, unter 50 %. Heutzutage sind deshalb die Wälder des Nationalparks enorm struktur- und nischenreich. Von ökologisch hoher Relevanz sind hierbei die Gradien ten Auflichtung und Totholzmenge. Diese führen nachweislich zu einem Anstieg der Artenzahlen unterschiedlicher taxonomischer Gruppen. Insbesondere seltene Arten profitieren von der natürlichen Waldentwicklung und treten heute sogar in sehr hohen Dichten auf, die ih-

resgleichen in Wirtschaftswäldern suchen. Mit wichtigen Erkenntnissen, auch für bewirtschaftete Wälder, haben sich die Nationalparkflächen nicht nur als wertvolle Naturschutzflächen, sondern auch als hervorragender Lernort erwiesen. Die ausgeprägte Abneigung in Teilen der Bevölkerung und auch in forstlichen Kreisen gegenüber derartigen Entwicklungen ist allerdings kein hiesiges Phänomen, sondern weltweit zu beobachten. Sicherlich wird der Nationalpark Bayerischer Wald mit seiner Philosophie auch in den nächsten Jahrzehnten Lern- und Diskussionsort für alle interessierten Bürger, Forstleute und Ökologen sein.

Literatur

BÄSSLER, C. (2009): Das BIOKLIM – Projekt Biodiversitäts- und Klimawandelforschung im Nationalpark Bayerischer Wald. – Naturschutz Biol. Vielfalt 72: 25–35.

BÄSSLER, C., FÖRSTER, B., MONING, C. & MÜLLER, J. (2008) The BIOKLIM-Project: Biodiversity Research between Climate Change and Wilding in a temperate montane forest. – The conceptual framework. – For. Ecol., Landsc. Res. Nat. Conserv. 7: 21–33.

BÄSSLER, C., MÜLLER, J., CADOTTE, M.W., HEIBL, C., BRADTKA, J.H., THORN, S. & HALBWACHS, H. (2016): Functional response of lignicolous fungal guilds to bark beetle deforestation. – Ecol. Indic. 65: 149–160.

BEUDERT, B., BÄSSLER, C., THORN, S., NOSS, R., SCHRÖDER, B., DIEFFENBACH-FRIES, H. & FOULLOIS N, J.M (2015): Bark beetles increase biodiversity while maintaining drinking water quality. – Conserv. Lett. 8: 272–281.

BRADTKA, J., BÄSSLER, C. & MÜLLER, J. (2010): Baumbewohnende Flechten als Zeiger für Prozessschutz und ökologische Kontinuität im Nationalpark Bayerischer Wald. – Waldökol., Landschaftsforsch. Naturschutz 9: 49–63.

CHRISTENSEN, M., HAHN, K., MOUNTFORD, E.P., ÓDOR, P., STANDÓVAR, T., ROZENBERGAR, D., DIACI , J., WIJDEVEN, S., MEYER, P., WINTER, S. & VRSKA, T. (2005): Dead wood in European beech (*Fagus sylvatica*) forest reserves. – For. Ecol. Manag. 210: 267–282.

ELLING, W. (1987): Klima und Böden: Waldstandorte. – München, Bayer. Staatsmin. für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten.

HEURICH, M., PÖHLMANN, R. & ZEPPENFELD, T. (2012): Waldentwicklung im Nationalpark Bayerischer Wald in den Jahren 2006 bis 2011: Ergebnisse der Luftbildauswertung und Hochlageninventur. Berichte aus dem Nationalpark Heft 8. – Nationalparkverwaltung Bayerischer Wald, Grafenau.

KIENER, H., HUßLEIN, M. & ENGLMAIER, K-H. (2008): Natura 2000: Management im Nationalpark Bayerischer Wald. Wissenschaftliche Reihe Heft 17. – Nationalparkverwaltung Bayerischer Wald, Grafenau.

LEHNERT, L.W., BÄSSLER, C., BRANDL, R., BURTON, P.J. & MÜLLER, J. (2013): Conservation value of forests attacked by bark beetles: Highest number of indicator species is found in early successional stages. – J. Nat. Conserv. 21: 97–104.

MÜLLER, J. & BÜTLER, R. (2010): A review of habitat thresholds for dead wood: a baseline for management recommendations in European forests. – Eur. J. For. Res. 129: 981–992.

MÜLLER, J. & SIMONIS, R. (2010): 40 Jahre Waldnationalpark aus der Vogelperspektive. – Allg. Forstz. 15: 43–45.

MÜLLER, J., MONING, C., BÄSSLER, C., HEURICH, M., & BRANDL, R. (2009): Using airborne laser scanning to model potential abundance and assemblages of forest passerines. – Basic Appl. Ecol. 10: 671–681.

MÜLLER, J., NOSS, R.F., BUSSLER, H. & BRANDL, R. (2010): Learning from a ‘‘benign neglect strategy” in a national park: Response of saproxylic beetles to dead wood accumulation. – Biol. Conserv. 143: 2559–2569.

RAABE, S., MÜLLER, J., MANTHEY, M., DÜRHAMMER, O., TEUBER, U., GÖTTLEIN, A., FÖRSTER, B., BRANDL, R. & BÄSSLER, C. (2010): Drivers of bryophyte diversity allow implications for forest management with a focus on climate change. – For. Ecol. Manag. 260: 1956–1064.

RAFFA, K.F., AUKEMA, B.H., BENTZ, B.J., CARROLL, A.L., HICKL, J.A., TURNER, M.G. & ROMME, W.H. (2008): Cross-scale Drivers of Natural Disturbances Prone to Anthropogenic Amplification: The Dynamics of Bark Beetle Eruptions. – Bioscience 58: 501–517.

SCHELHAAS, M.J., NABUURS, G.J. & SCHUCK, A. (2003): Natural disturbances in the European forests in the 19th and 20th centuries. – Glob. Change Biol. 9: 1620–1633.

SEIDL, R., SCHELHAAS, M.-J. & LEXER, M.J. (2011): Unraveling the drivers of intensifying forest disturbance regimes in Europe. – Glob. Change Biol. 17: 2842–2852.

SVOBODA, M., JANDA, P., BACE, R., FRAVER, S., NAGEL, T.A., REJZEK, J., MIKOLÁŠ, M., DOUDA, J., BOUBLÍK, K., ŠAMONIL, P., ČADA, V., TROTSIUK, V., TEODOSI, M., BOURIAUD, O., BIRIŞ, A.I., SÝKORA, O., UZEL, P., ZELENKA, J., SEDLÁK, V. & LEHEJČEK, J. (2014): Landscape-level variability in historical disturbance in primary *Picea abies* mountain forests of the Eastern Carpathians, Romania. – J. Veg. Sci. 25: 386–401.

WALENTOWSKI, H., GULDER, H-J., KÖLLING, C., EWALD, J. & TÜRK, W. (2001): Die regionale natürliche Waldzusammensetzung Bayerns. – Ber. Bayer. Landesanst. Wald Forstwirtsch. 32: 1–99.

ZEPPENFELD, T., SVOBODA, M., DEROSE, R.J., HEURICH, M., MÜLLER, J., ČÍŽKOVÁ, P., STARÝ, M., BAČE, R. & DONATO, D.C. (2015): Response of mountain *Picea abies* forests to stand-replacing bark beetle outbreaks: neighbourhood effects lead to self-replacement. – J. Appl. Ecol. 52: 1402–1411.

Tuexenia Beiheft 9: 69–84. Osnabrück 2016.

Die Schachten des Nationalparks Bayerischer Wald: Nutzungsgeschichte und aktuelle Entwicklungen von Flora und Vegetation

Tobias Windmaißer

1. Exkursionspunkte in der Übersicht

Ziel der Exkursion zu den Schachten des Nationalparks Bayerischer Wald wird zum einen der **Ruckowitzschachten** sein, der durch seine Größe und Offenheit sowie die Vielfalt unterschiedlicher Vegetationstypen heraussticht und auf welchem mit dem aktuellen Beweidungsprojekt der Beginn eines möglicherweise langfristigen Wegs des Schachtenerhalts betrachtet werden kann. Anschließend dient der **Albrechtschachten** als Beispiel, um die weniger erfolgversprechende Situation anderer Schachten zu beleuchten (Abb. 1).

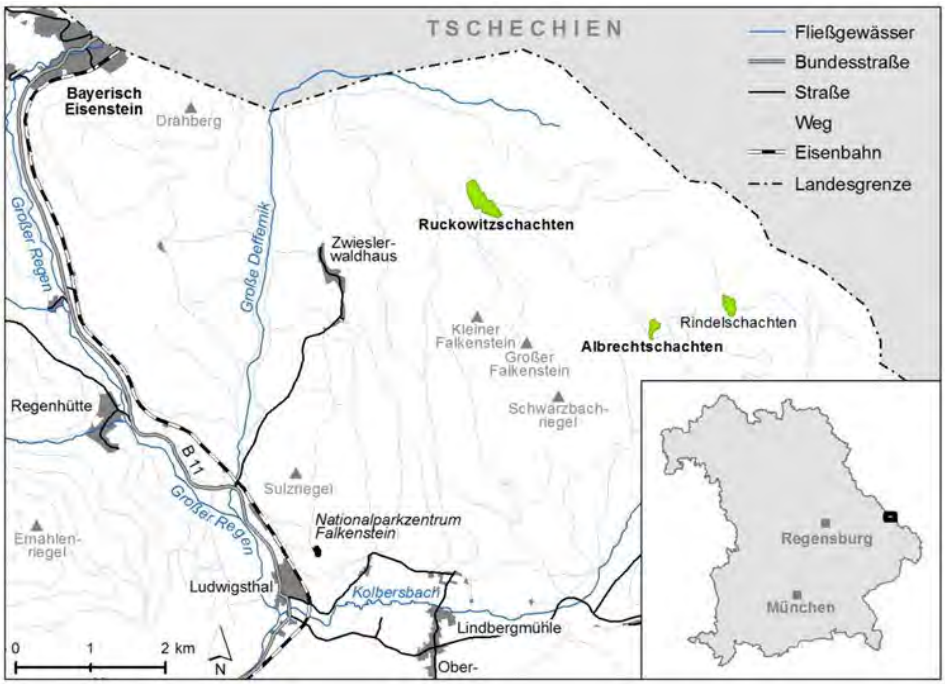

Abb. 1. Lage der beiden Exkursionsgebiete Ruckowitzschachten und Albrechtschachten im Nationalpark Bayerischer Wald (© Karte Sabine Fischer).

2. Einführung

Die Schachten des Bayerischen Waldes sind das Ergebnis einer etwa 350 Jahre langen Beweidung durch Rinder als historische Landnutzung in den Hochlagen dieses Mittelgebirges. Ihren Ursprung fanden solche Waldlichtungen in der Beweidung im Zuge der dort praktizierten Waldweide. Die Nutzung als Mittags- und Nachtruheplätze der Hirten mit ihren sogenannten Waldstierherden führte auf den Schachten durch diese spezielle Form der Triftweide zur Entstehung großflächiger Borstgrasrasen. Unter anderem auch wegen des Widerstands aus der Forstwirtschaft wurde die Bewirtschaftung der Schachten zwischen 1960 und 1963 im heutigen Erweiterungsgebiet des Nationalparks aufgegeben. Seit dem blieben die Borstgrasrasen und die anderen Vegetationstypen dieser Flächen, abgesehen von wenigen Maßnahmen zur Offenhaltung, sich selbst überlassen.

3. Lage und Naturraumausstattung des Exkursionsgebietes

3.1 Lage und Naturraum

Im Folgenden werden unter anderem einige Kenndaten zur potenziell natürlichen Vegetation beispielsweise, oder auch Geologie und Klima aufgeführt, welche – sofern nicht anders angegeben – aus den Daten von GIS-Layern der Nationalparkverwaltung Grafenau ermittelt wurden (Stand Januar 2015).

Die im Rahmen dieser Exkursion besuchten Schachten wie auch das Untersuchungsgebiet der Studie liegen in den Hochlagen des Hinteren Bayerischen Waldes zwischen Falkenstein und Rachel überwiegend im heutigen Erweiterungsgebiet des Nationalparks Bayerischer Wald. Der Nationalpark nimmt große Teile des Hinteren Bayerischen Waldes und insbesondere den Grenzkamm zur tschechischen Seite des Gebirgszuges ein. Zusammen mit dem dort angrenzenden Šumava Nationalpark konnte ein bedeutender Teil des größten Waldgebiets Mitteleuropas unter Schutz gestellt werden. Durch die Erweiterung um große Staatswaldgebiete wuchs der Nationalpark im August 1997 auf 24.222 ha Flächengröße an.

Die Schachten wurden überwiegend an den Verebnungsflächen zwischen oberster Hanglage und den Hochlagen eingerichtet, was der Übergangszone zwischen Buchen-dominierten Wäldern und den hochmontanen Fichtenwäldern entspricht (RUDER 1981). Im Mittel liegen diese daher meist zwischen 1.100 und 1.200 m Höhe (Tab. 1), während Lacka und Rachelwiese mit etwa 1.300 bzw. 1.350 Höhenmetern etwas höher gelegen sind. Um ein schnelleres Ausapern zu erreichen, wählte man für die Rodungsflächen überwiegend Hänge in SW bis SO Exposition aus. Bei etwa zwei Drittel der Schachtenfläche ist ein Reitgras-Fichten-Buchenwald als potentielle natürliche Vegetation anzunehmen und für ein weiteres Viertel der Wollreitgras-Fichtenwald. Lediglich kleine Teile des Gebietes liegen so günstig, dass der Montane Hainsimsen-Buchenwald als potentielle natürliche Vegetation gelten dürfte.

Tabelle 1. Wichtigste Eckdaten der Schachten der Exkursion. Die Angaben der Höhenlage, Flächenentwicklung (in ha), der ersten Nennung des Schachten und das Jahr des Beweidungsendes wurden aus HOFMANN (1985) übernommen. Neben den historischen Flächenangaben findet sich die 2014 kartierte Gesamtfläche.

Schachten	Höhe ü. NN	1831 (ha)	1974 (ha)	2014 (ha)	Erste Nennung	Ende der Beweidung
Ruckowitzschachten	1030 / 1180	30,0	16,9	12,9	1613	1962
Albrechtschachten	1088 / 1145	13,3	7,4	8,1	1766	1962

3.2 Geologischer Untergrund und Böden

In der Literatur werden die edaphischen Verhältnisse im Gebiet meist als 30 bis 60 cm mächtiger, sandig-grusiger Lehm beschrieben, der sich über verfestigtem Schutt aus Gneis- und Granitgestein herausgebildet hat (SEYFERT 1975). EIBERWEISER (1995) gibt speziell für die Verebnungsflächen der Hochlagen podsolige bzw. Podsol-Braunerden an, welche zum Teil auch hydromorph oder nur als gering entwickelte Ranker vorliegen können. Nach den Daten der Nationalparkverwaltung bildet „Mittelgründiger Lehm über verfestigtem Schutt" auf gut drei Viertel der Schachtenfläche den Untergrund. Daneben liegt dieser auf den Schachten zu kleinen Teilen auch als gebleichter Lehm oder „Lehm über Sand" vor. Mineralische Nassböden und Niedermoore sind eher die Seltenheit.

3.3 Klima

Die Jahresdurchschnittstemperatur liegt je nach Höhenstufe zwischen 3,0 und 5,0 °C. Entsprechend höher oder niedriger ist mit 150 bis 190 Tagen die Anzahl der Tage mit über 5 °C Lufttemperatur. Dies wird ausgeglichen durch eine Globalstrahlung im Juli von 5,0 bis 5,2 kWh/m² Tagessumme, welche sich vergleichbar mit dem Vorderen Bayerischen Wald in etwa im bayerischen Mittel befindet und aber deutlich höher ist als in nordbayerischen Gebirgen oder den Alpen. Dennoch liegen in der Vegetationsperiode die Tagesmitteltemperaturen der Luft bei nur 10 bis 11 °C, selten bis 11,5 °C. Die Feuchtigkeitsbedingungen werden am besten durch die Tatsache ausgedrückt, dass die jährliche potenzielle Verdunstung von Gras deutlich unter 500 mm liegt, wohingegen der jährliche Niederschlag 1.300 bis 1.500 mm beträgt, jedoch auch bis zu 1.800 mm erreichen kann (PETERMANN & SEIBERT 1979).

3.4 Entstehung und Geschichte der Schachten

Mit dem Schachten, auf welchem die aktuelle Erprobung eines Pflege- und Managementsystems für die Schachten ihren Anfang nahm, hat wohl auch die gesamte Schachtengeschichte begonnen. Auf der mehr oder weniger natürlichen „Ruckawies"-Lichtung weidete einst böhmisches Vieh, bis der Bauer Lorenz Ayden dieses Grenzvergehen meldete und im Jahre 1613 zum ersten Mal mit seinem und weiterem Vieh zur Rückenwiese zog. Heute heißt dieser Schachten aufgrund eines sprachlichen Verständnisfehlers Ruckowitzschachten. In den Folgejahren wurden weitere Schachtenflächen gerodet und so entstand über Jahrzehnte und Jahrhunderte ein System aus kleineren und größeren, mehr oder weniger offenen Waldlichtungen, welche die Hirten mit Waldstierherden zur Mittags- und Nachtruhe aufsuchten (SEYFERT 1975). Den Tag verbrachten die Tiere allerdings ausschließlich im Wald und grasten die mehr oder weniger üppige und schmackhafte Bodenvegetation ab. Über die Vegetation der Schachten zu Zeiten der Beweidung ist insgesamt sehr wenig bekannt.

Die Anzahl der in die Wälder getriebenen sogenannten „Waldstiere", also Ochsen und Jungtiere, schwankte dabei sehr stark und war oft von der Form und Höhe der Gebühren abhängig (RUDER 1981). Letztlich beeinflussten aber auch historischen Entwicklungen, speziell Kriege, das Ausmaß der Weidetätigkeit (SEYFERT 1975, RUDER 1981). Dabei erfuhren viele Schachten neben der Veränderung der Fläche vielfach auch Nutzungsänderungen.

Abb. 2. Weidende Rotviehherde am Ruckowitzschachten. Im Hintergrund eine mächtige Buche als alter Schachtenbaum, im Vordergrund ausgedehnte Borstgrasrasen sowie einige Heidelbeerbestände (Foto: T. Windmaißer, 2014).

An vielen Aspekten zeigt sich die jahrhundertelange Bedeutung der Waldweide für die umliegenden landwirtschaftlichen Betriebe und die Glashüttengüter. Die Gewichtszunahme der Tiere, welche während der viermonatigen Sömmerung bei 50 bis 150 kg lag, war dabei von untergeordnetem Interesse gegenüber der Tatsache, dass die Tiere aus dem Futter waren, was die Heugewinnung im Tal auf den „frei gewordenen" Flächen ermöglichte (RUDER 1981). Zudem zeichneten sich die Waldstiere wegen der rauen Witterung und dem anspruchsvollen Gelände durch Gesundheit und Robustheit aus und wurden vor allem als eigene Zugochsen verwendet oder in Ackerbaugebiete wie den Gäuboden verkauft (RUDER 1981). Das zunehmende forstwirtschaftliche Interesse und die damit verbundenen Auflagen, Verbote und Gebühren führten spätestens ab dem 19. Jahrhundert zur Abnahme der Stückzahlen und letztlich auch der Schachtenfläche. Das Beibehalten der Wirtschaftsform trotz aller Schwierigkeiten bis Anfang der 60er Jahre des 20. Jahrhunderts hinein aber belegen die langanhaltende Bedeutung, welche erst durch den Wandel der Landwirtschaft in dieser Zeit drastisch und endgültig verringert wurde. Das Ende der Beweidung erfolgte auf den Schachten im Erweiterungsgebiet zu jeweils unterschiedlichen Zeitpunkten zwischen 1960 und 1963, der meist durch die Ablösung der Waldweiderechte für das Gebiet bestimmt war. Dennoch wird Waldweide und Schachtennutzung noch heute im Arbergebiet durch den Rechtlerverein Bodenmais e.V. aufrechterhalten (STEIDL & RINGLER 1996). Im Jahre 2014, also 401 Jahre nach dem wohl die ersten bayerischen Rinder den Ruckowitzschachten betreten haben, startete auf diesem ein Pilotprojekt des Nationalparks zur Beweidung eines Schachtens mit Rindern (Abb. 2).

4. Kurzüberblick über den floristischen Zustand der Schachten

4.1 Vegetation von Ruckowitz- und Albrechtschachten

Die Zusammensetzung aus den verschiedenen Gesellschaftseinheiten war zwischen den Schachten höchst unterschiedlich. Bei der flächigen Kartierung waren auf dem Ruckowitzschachten immerhin etwa 46 % der Fläche als Rasengesellschaften anzusprechen, während nur ein Viertel der kartierten Fläche als Dominanzbestände von Heidelbeere, Seegrassegge, Reitgras oder Waldhainsimse erfasst wurde. Bei etwa 7 % der Fläche handelte es sich um Feuchtflächen. Auf dem Albrechtschachten fehlten letztere und Rasengesellschaften nahmen mit weniger als zehn Prozent deutlich weniger Fläche ein als Dominanzbestände, welche deutlich über die Hälfte der Fläche ausmachten. Gehölzsukzession war auf diesem Schachten besonders stark vertreten.

4.2 Synsystematische Übersicht

K. *Molinio-Arrhenatheretea* Tx. 1937
  O. *Molinietalia caeruleae* W. Koch 1926
    V. *Calthion palustris* Tx. 1937
  O. *Arrhenatheretalia* Tx. 1931
    V. *Polygono-Trisetion* Br.-Bl. & Tx. Ex Marschall 1947
      A. *Geranio sylvatici-Trisetetum* R. Knapp ex Oberd. 1957
K. *Scheuchzerio-Caricetea nigrae* Tx. 1937
  O. *Caricetalia nigrae* W. Koch 1926
    V. *Caricion nigrae* W. Koch 1926
      A. *Caricetum nigrae* Braun 1915
K. *Calluno-Ulicetea* Br.-Bl. & Tx. ex Klika & Hadač 1944
  O. *Nardetalia strictae* Preising 1950
    V. *Violion caninae* Schwickerath 1944
      A. *Galium saxatile-Nardus stricta*-Gesellschaft

Calthion-Nasswiesen, Zwischenmoore und Braunseggenbestände

Die Nasswiesen des Calthionverbands kamen wie auch das *Caricetum nigrae* großflächig nur auf dem Ruckowitzschachten vor. Bei dem Kleinseggenried handelte es sich nach der Gliederung von HUTTER et al. (1997) um ein mesotroph- schwach saures Moor, welches nur die feuchtesten Bereiche – mit Torfbildung und entsprechender Artenausstattung – in den ohnehin schon kleinflächigen Nasswiesen darstellte.

Bergmähwiesen und Borstgrasrasen

Bergmähwiesen kamen aktuell nur am Schachtenhaus und auf einem Teil des Ruckowitzschachtens vor. Aufgrund der zu den Borstgrasrasen ausgesprochen verschiedenen Artvorkommen hatten sie einen hohen Beitrag zur Artenausstattung der Schachten. Das Arteninventar der Borstgrasrasen war, unter anderem bedingt durch Bodenreaktion und Basenversorgung, deutlich reduziert und da *Veronica officinalis* als einzige Charakterart des *Violenion* mit mehr oder weniger hoher Stetigkeit vorkam, wurden die Bestände der *Galium saxatile-Nardus stricta* Gesellschaft innerhalb des *Violion* zugeordnet.

Dominanzbestände

Auf den Schachten waren vor allem Dominanzbestände der Heidelbeere, des Wolligen Reitgrases, der Seegrassegge und der Waldhainsimse zu finden. Diese hatten auf großen Flächen die Borstgrasrasen fast völlig verdrängt. Am bedeutendsten unter den Dominanzbeständen waren die der Heidelbeere sowie der Seegrassegge.

4.3 Vegetationsentwicklung

Die Auswertungen und multivariaten Analysen der aktuell erhobenen und der aus dem Untersuchungsgebiet verfügbaren Vegetationsaufnahmen von HOFMANN (1985) und MOHR (2002) ließ kaum grundlegende oder tiefgreifende floristische Verschiebungen der Vegetationseinheiten über den Zeitraum zwischen 1983 und 2014 erkennen. Aktuelle Aufnahmen kamen in Ordinationen nahezu überhaupt nicht außerhalb der Bereiche der historischen Aufnahmen zu liegen. Die gegenwärtigen Borstgrasrasen nahmen in etwa dieselbe Spanne ein, welche das Aufnahmematerial der beiden vorherigen Bearbeiter bildete.

Quantitativ hatte Hofmann jedoch noch ein deutlich günstigeres Verhältnis von Rasen zu Dominanzbeständen vorgefunden als dies aktuell der Fall war. Auch wenn das Vorgehen bei der Kartierung zwischen den Untersuchungen etwas unterschiedlich war, blieb dennoch festzuhalten, dass Hofmann nur etwa ein Viertel der kartierten Fläche als von Dominanzgesellschaften und eine mehr als doppelt so große Fläche als von Rasenbeständen eingenommen ansah. Dagegen fand sich in der aktuellen Untersuchung bereits mehr Fläche von Dominanzgesellschaften besiedelt als von Rasen. Der Anteil der Borstgrasrasen an der Gesamtfläche fiel demnach von über 45 % auf etwa 30 % ab. Hingegen konnten mit Ausnahme von nur fünf Arten alle Arten der beiden Vorstudien aktuell wieder gefunden und gegenüber damals zahlreiche weitere Arten aufgezeichnet werden, was überwiegend auf die aktuelle Methodik (Vegetationsaufnahmen und Artensurvey) zurück zu führen ist und weniger auf Einwanderung der Arten.

4.4 Artvorkommen

Insgesamt wurden 215 Arten nachgewiesen, davon 160 auf krautige Blütenpflanzen. Da die Roten Listen Deutschlands, Bayerns und Niederbayerns in ihren Arten nicht deckungsgleich sind und sicherlich der ein oder andere Frühjahrsblüher nicht mit aufgezeichnet werden konnte, kann von mindestens 50 auf irgendeiner Ebene und in irgendeiner Form gefährdeten Arten ausgegangen werden, was gut 30 % der Gefäßpflanzenflora der Schachten entspricht.

Der Ruckowitzschachten stellte sich als der Schachten mit den meisten Rote Liste-Arten heraus, von denen hier 23 vorkamen, einschließlich der Art mit dem höchsten Gefährdungsgrad, nämlich *Botrychium matricariifolium*. Zu den gefährdetsten oder bedeutendsten gehörten auf den Exkursionszielen:

– ***Botrychium matricariifolium***. Die *Hypericum maculatum*-Fazies der Bergmähwiese, in der das Vorkommen lag, war zum Zeitpunkt der Vegetationsaufnahme sehr dicht. Trotzdem wurden auf einer Fläche von wenigen Quadratmetern sieben Individuen gefunden. Die gefundenen Exemplare waren von relativ gedrungenem Bau, der unter anderem durch einzelne Sporangien auf dem eigentlichen Trophophyll zum Teil nicht sonderlich typisch war und als Effekt der dichten Vegetation angesehen werden könnte. BENNERT (1999) gibt für die Ästige Mondraute für Bayern den Status „vom Aussterben bedroht“ an.

- ***Arnica montana***. Sie ist eine Art des Anhangs V der FFH-Richtlinie und eine der Verantwortungsarten Deutschlands, welche im Rahmen des Genbankprojekts WIPs erhalten werden soll (BOT. GARTEN UNI. OSNABRÜCK 2015). Für den Schutz der Art gilt es zum einen die notwendigen ökologischen Prozesse, wie Beweidung oder extensive Mahdnutzung, wieder zu etablieren.
- ***Gentiana pannonica*** war abgesehen von Sulzschachten und Vorderer Sulz auf allen Schachten vertreten, wenn auch oft nur mit einem einzigen Individuum. In einigen speziell höher gelegenen Flächen zeigte die Art deutliche Verjüngung oder Ausbreitungstendenzen, am stärksten auf der Lacka, wo der Ungarische Enzian auch in den angrenzenden Totholzflächen vorkam.

4.5 Ökologische Differenzierung der Vegetation

Den für die Differenzierung der Vegetation bedeutsamsten Faktor stellte die stark saure Bodenreaktion dar, welche sich in einer verschlechterten Nährstoffverfügbarkeit niederschlägt (ABEDI et al. 2012, KLAUDISOVÁ et al. 2009, PEPPLER-LISBACH & PETERSEN 2001, RUNGE & RODE 1991). Erst auf zweiter Ebene wirkte die Bodenfeuchte und Flachgründigkeit differenzierend auf die Borstgrasrasen. Neben der geringeren Nährstoffverfügbarkeit dürften aber auch die klimatischen Bedingungen auf den Schachten zu den bedeutendsten Parametern für die Ausbildung der *Galium saxatile-Nardus stricta*-Gesellschaft gehören, welche gegenüber dem *Polygalo-Nardetum* ein stark reduziertes Artenspektrum aufwies.

Bergmähwiesen haben sich an den Stellen herausgebildet, an denen zumindest gelegentliche Düngung und regelmäßige Mahdnutzung stattgefunden hatte. Da diese Wiesen auch nach Wegfall der Schachtenbeweidung noch mehr oder weniger regelmäßig gemäht oder gepflegt wurden und die Nährstoffversorgung und der pH-Wert etwas günstiger waren, haben sich hier mehrere typische Arten des *Geranio-Trisetetum* und teilweise sogar einige Arten der Borstgrasrasen gehalten. Auch wenn ein natürlicherweise erhöhter Basengehalt einiger Schachtenteile nicht ausgeschlossen werden kann, so war Düngung sicherlich von entscheidender Bedeutung für das Vorkommen bestimmter Arten, welche ohne diese wohl nie zur Flora der Schachten gehört hätten. Die Mahd alleine dürfte aufgrund der ansonsten recht ausgeprägten Basenarmut für viele Arten nicht ausgereicht haben (vgl. PEPPLER 1992, PEPPLER-LISBACH & PETERSEN 2001).

4.6 Gefährdung der Vegetation

Auf den Schachten waren nur der prioritäre Lebensraumtyp „Artenreiche Borstgrasrasen“ (LRT Code 6230) und der Lebensraumtyp „Berg-Mähwiesen“ (LRT Code 6520) als FFH-Lebensräume kartiert worden (GIS-Layer der Nationalparkverwaltung). Die Borstgrasrasen waren aber aufgrund des durch Basenarmut und Höhenlage eingeschränkten floristischen Artinventars und besonders durch die Jahrzehnte lange Brache nicht so artenreich und strukturiert, wie es naturschutzfachlich wünschenswert wäre. In der Tat erfüllten gerade manche Drahtschmielen-reicheren Bestände, solche mit ausgesprochen hoher Deckung von Borstgras, aber auch viele typische Borstgrasrasen oder Hochlagen-Borstgrasrasen die Anforderungskriterien kaum oder gar nicht. Die Ausweisung als Lebensraumtyp ist dennoch gerechtfertigt, da die lebensraumtypischen Arten insgesamt gesehen vorhanden und die meisten Borstgrasrasenflächen durch ein gezieltes Management regenerierbar waren. Borstgrasrasen sind zudem allgemein nach §30 BNatSchG und entsprechend nach Art.23 BayNatSchG als gesetzlich geschützte Biotope anzusehen. Die *Galium saxatile-Nardus stricta-*

Gesellschaft wird als gefährdet eingestuft, wohingegen die *Diphasiastrum alpinum-Nardus stricta*-Gesellschaft, also die Gesellschaft der Hochlagen-Borstgrasrasen, als vom Aussterben bedroht gilt.

Die Bergmähwiesen – aktuell am Ruckowitzschachten gut ein halber Hektar – gelten generell als sehr gefährdet und sind in dem auf den Schachten vorgelegenen mageren Zustand auch nach §30 BNatSchG bzw. Art.23 BayNatSchG geschützt. Kleinflächig kamen noch Zwischenmoorstandorte des *Caricetum nigrae* vor, welche als gefährdet gelten und nach §30 BNatSchG bzw. Art.23 BayNatSchG geschützt sind.

Unteranderem aufgrund der Brachesituation wurde derzeit bei den Borstgrasrasen das potenzielle Artenspektrum nicht vollständig realisiert. Die Arten waren jedoch in der übrigen Vegetation vorhanden. Durch eine Wiederaufnahme der Nutzung bzw. Pflege der Borstgrasrasen dürfte sich deren floristischer Wert durch Wiederbesiedelung aus den weiteren vorgefundenen Biotoptypen wieder erhöhen.

4.7 Naturschutzfachliche Gesamtbetrachtung

Die Gesamtartenzahl und Anzahl gefährdeter Arten war bei den Borstgrasrasen und auf den Schachten allgemein verglichen mit anderen Vegetationstypen eher gering (MERTZ 2000). Insgesamt zeigte sich aber deutlich, dass die wichtigsten, im Rahmen der stark bis sehr stark sauren Verhältnissen und den rauen klimatischen Bedingungen, für die Gesellschaft zu erwartenden Arten weitestgehend vorhanden gewesen sein dürften.

Die floristischen Veränderungen gegenüber der Vegetation welche von Hofmann gut 20 Jahre nach Beweidungsende erfasst wurde, waren nach weiteren 30 Jahren vergleichsweise gering. Es konnten alle Gesellschaften und nahezu alle Ausprägungen vorgefunden werden, welche damals aufgezeichnet wurden sowie zahlreiche Arten wieder oder erstmals nachgewiesen werden, wobei nur ausgesprochen wenige Arten der ehemaligen Artenliste in der aktuellen Erhebung nicht zum Vorschein kamen. Trotz der langen Brachephase von überwiegend mehr als 50 Jahren, war das floristische Potenzial demnach noch relativ gut erhalten, auch wenn gerade bei den wertgebenden Arten einige nur sehr geringe Bestände aufwiesen. Etwa ein Viertel der Arten war in irgendeiner Form in den Roten Listen als gefährdet eingestuft und es fanden sich darunter mehrere Arten mit Verantwortung Deutschlands für deren Erhalt.

Wie aufgezeigt wurde, steht die naturschutzfachliche und rechtliche Notwendigkeit des Schachtenerhalts wohl außer Frage und aus kulturhistorischer Sicht wurden und werden sie ohnehin versucht offen zu halten. Durch eine angepasste Pflegenutzung könnten die Schachten in den Hochlagen des Nationalparks über eine bloße Offenhaltung hinaus eine Arche Noah des Arten- und Biotopschutzes in Bayern darstellen.

5. Die Exkursionsziele

5.1 Ruckowitzschachten

Dieser Schachten zeigt eine floristische Sonderstellung unter den Schachten, unter anderem da in dessen zentralem Teil ein mäßig saures Zwischenmoor und Nasswiesen gelegen sind. Dieses Zwischenmoor könnte den historischen Angaben zufolge möglicherweise natürlichen Ursprungs und durch diese natürliche Offenheit der Ausgangspunkt für die Waldweide in diesem Gebiet gewesen sein. Entgegen der üblicherweise gewählten Südexposition der Schachten weist dieser eine Nord- oder Nordwestexposition auf. Mit etwa 30 ha war der

Ruckowitzschachten einst der größte aller Schachten und ist dies trotz der Verringerung auf etwa 13 Hektar immer noch. Mit fast 3.000 m² nimmt das Zwischenmoor nur etwa ein Drittel der Feuchtflächen ein, doch ist es durch das Vorkommen von *Pinguicula vulgaris, Senecio subalpinus* und *Pedicularis sylvatica* von hoher floristischer Bedeutung. Die damit verzahnten Quellflur- oder Nasswiesenbereiche tragen erheblich zur Diversität dieses Schachtens bei. Bergmähwiesen des *Geranio-Trisetetum* machen derzeit am Ruckowitzschachten mit etwas über einem halben Hektar knapp fünf Prozent der Fläche aus und Borstgrasrasen weitere 45 %. Dadurch besitzt der Ruckowitzschachten mit fast sechs Hektar die größte verbliebene Rasenfläche aller Schachten. Es liegen Angaben dazu vor, dass die Rasenbestände auf den Teilflächen der Bergmähwiesen 1964 bzw. 1972 mechanisch gepflegt worden waren (SEYFERT 1975) und auch aus jüngster Zeit gaben Luftbilder Hinweise auf Mahd. Wie eingangs dargelegt, war der Ruckowitzschachten stets zentraler Bestandteil der Waldweidewirtschaft und dürfte dadurch stark mit der näheren oder entfernteren Umgebung in Kontakt gestanden haben. Heute ist dieser Lebensraum für viele gefährdete Pflanzenarten, welche zum Teil auf keinem anderen Schachten zu finden waren.

Beweidungsprojekt

Seit 2014 wird der Ruckowitzschachten im Rahmen des LIFE+Projekts „Moore, Fließgewässer und Schachten im Nationalpark Bayerischer Wald“ mit Rotem Höhenvieh beweidet (Abb. 3). Diese mittelextensive Rasse war früher in den Mittelgebirgen häufig und weist durch ihr mittleres Gewicht von rund 500 bis 700 kg (HAMPEL 2014) und aufgrund ihrer Futteransprüche hervorragende Voraussetzungen für die Beweidung in den Hochlagen auf.

Es wurden rund 4,5 Hektar Weidefläche nördlich der Straße eingezäunt, von denen aktuell etwa 3 Hektar als Rasenfläche anzusprechen waren. Südlich der Straße wurden weitere 1,7 Hektar als Ausweichfläche eingezäunt, welche Bergmähwiesenanteile enthalten. Im ersten Beweidungsjahr – gleichzeitig dem Untersuchungsjahr dieser Arbeit – wurden etwa 5 Großvieheinheiten für etwa 110 Tage von 2. Juli bis 21. Oktober auf der Hauptfläche gehalten. Es zeigte sich eine gute aber nicht übermäßige Abweidung der Fläche und aufgrund der guten Witterung war ein Ausweichen auf die obere Fläche nicht notwendig und es kam erst im Herbst zu einer leichten Überbeweidung. Interessanterweise vernachlässigten die Tieren unter anderem aufgrund des späten Auftriebs die vorjährig gemähte Fläche mit

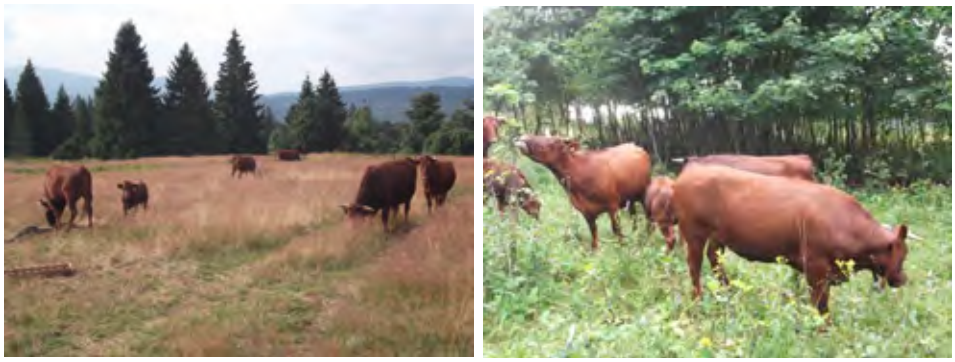

Abb. 3. Rotvieh-Herde am Ruckowitzschachten im Jahre 2014. Links im überständigen Gras eines Borstgrasrasens im oberen Teil der Hauptweide. Rechts in einem feuchteren, stark mit jungen Gehölzen verbuschten unteren Bereich der Hauptweide (Fotos: T. Windmaißer).

überständigem Gras während großen Teilen der Vegetationsperiode fast völlig und bevorzugten dagegen überraschend deutlich Arten mit niedrigem Futterwert, allen voran die Waldhainsimse. Sogar die Seegrassegge wurde durch Abweidung oder Nutzung als Liegeflächen beeinträchtigt. Bei der Heidelbeere waren größere Bestände vor allem durch Tritt und Scheuern in Mitleidenschaft gezogen, während kleinere, in Borstgrasrasen eingebettete Pflanzen passiv mit abgefressen wurden. Im Spätsommer und Herbst jedoch wurden die Heidelbeeren sogar flächig an den Spitzen befressen und es kam zu einem deutlichen Zurückbeißen der Gehölzverjüngung. Die empfindlicheren Feuchtbereiche und deren Arten zeigten erfreulicherweise nur geringfügige Beeinträchtigungen. Daher lässt sich aus den zwei vergangenen Weideperioden vorläufig ein grundsätzlich positives Fazit ziehen.

5.2 Albrechtschachten

Der knapp über acht Hektar große Albrechtschachten liegt mit 1.088 bis 1.145 m Höhe vergleichsweise niedrig. Er war wegen seiner Südexposition und dadurch relativ raschen Ausaperung oft Gegenstand von Auseinandersetzungen und maß zwischenzeitlich 13 Hektar (RUDER 1981). Zudem dürften auch die Bodenverhältnisse etwas besser sein als auf den meisten Schachten, da hier nach den Daten der Nationalparkverwaltung Lehm vorherrscht. Aktuell erwies sich dieser einst so bedeutende Schachten als einer derjenigen mit dem geringsten Rasenanteil. Wohl unter anderem wegen seiner geringen Breite war der Druck des umgebenden Waldes sehr groß, sodass Borstgrasrasen mit etwa einem Zehntel an der Gesamtfläche nur noch in sehr geringem Umfang vorhanden sind. Dominanzbestände von Heidelbeere und Seegrassegge herrschen unter den zahlreichen Schachtenbäumen und der mittlerweile starken Verjüngung vor (Abb. 4).

Die Untersuchung zeigte besonders im südlichen Teil drastische Veränderungen. Der zentrale Bereich war 1983 noch relativ großflächig als *Holcus mollis-Agrostis tenuis*-Gesellschaft ausgebildet. Diese fand sich überhaupt nicht mehr und die verbliebene relativ kleine Rasenfläche des Südteils war von basenärmeren, aber auch von basenreicheren Borstgrasrasen eingenommen, wobei hier *Hieracium*-reiche und kurzrasige Bestände eine gewisse Flachgründigkeit andeuteten.

Abb. 4. Vegetation des Albrechtschachtens. Links zeigt sich, dass der Schachtencharakter durch den zu dichten Baumbestand mit Heidelbeerunterwuchs im unteren Teil des Schachten völlig verloren gegangen ist. Im oberen Teil dagegen fanden sich teilweise ausgesprochen gut strukturierte Borstgrasrasen (rechts) (Fotos: T. Windmaißer).

Im Nordteil hatten sich gegenüber den Aufzeichnungen Hofmanns, abgesehen von der Ausbreitung von Seegrassegge und Heidelbeere, weitestgehend die Verhältnisse von damals gehalten. Hier sind derzeit auch feuchtere und trockenere Borstgrasrasen noch vergleichsweise gut erhalten, wenngleich sie sich durch ihren hohen Borstgrasanteil den negativen Einfluss der Brache deutlich aufzeigen.

Dieser Schachten scheint dem Verhältnis zwischen Dominanzbeständen und Rasengesellschaften nach wenig attraktiv für Beweidung und auch die Waldsukzession ist weit fortgeschritten. Allerdings sind das aktuelle Arteninventar und die vorkommenden Gesellschaften bemerkenswert und die Gehölzsukzession stellt einen guten Ausgangspunkt für den Fortbestand der Schachtenbäume dar. Daher weist dieser einst für die Hirten so interessante Schachten ein großes naturschutzfachliches und kulturhistorisches Potenzial auf, wenngleich die Voraussetzungen wegen des großen Heidelbeer- und Seegrasseggen-Aufkommens und nur mehr etwas über einem halben Hektar verbliebener Borstgrasrasenfläche ungemein schwieriger sind als am Ruckowitzschachten. Hier wäre eine anfangs nur zeitweise Beweidung mit begleitender maschineller Pflege aber durchaus möglich und erfolgsversprechend.

6. Artenliste

Tabelle 2. Artenliste der auf den Schachten nachgewiesenen Pflanzenarten. Die zweite Spalte gibt den Pflanzentyp an, wobei Moose (M), Gehölze (G), Farne (F) und Bärlappe (B) von den übrigen Gefäßpflanzen unterschieden werden. Zudem ist der Gefährdungsstatus der Gefäßpflanzen gegeben. Nomenklatur der Gefäßpflanzen nach ROTHMALER (2008) und der Moose nach FRAHM & FREY (1992). RL D = nationale Gefährdung, RL BY = Gefährdung in Bayern (FLORAWEB, www.floraweb.de), RL NDB = Gefährdung in Niederbayern (ZAHLHEIMER 2001), § = besonders geschützt bzw. §§ = streng geschützt nach Bundesartenschutzverordnung (FLORAWEB). Die Gefährdung auf der Ebene Niederbayerns ist teilweise differenzierter und enthält für diese Artenliste die Kategorien RL 1 (vom Aussterben bedroht), 3* (besonders gefährdet), 3 (gefährdet), R*? (potenziell sehr gefährdet, aber fraglich), V* (schwach gefährdet), V (örtlich gefährdet) und (V) (Gefährdung der autochthonen Population durch kreuzungsfähige Kulturpflanzen).

Art	**Typ**	**Ruckowitz-schachten**	**Albrecht-schachten**	**RL D**	**RL BY**	**RL NDB**	**§**
Achillea millefolium		x	x	.	.	.	.
Achillea ptarmica		.	.	.	V	V	.
Aconitum napellus		x	.	.	V	V*	§
Aconitum variegatum		.	.	.	3	.	§
Aegopodium podagraria		x	.	.	.	.	.
Agrostis canina		x	.	.	.	.	.
Agrostis capillaris		x	x	.	.	.	.
Ajuga reptans		x	x	.	.	.	.
Alchemilla sp.		.	.	.	.	.	.
Alchemilla vulgaris agg.		x	x	.	.	.	.
Alopecurus pratensis		.	.	.	.	.	.
Andromeda polifolia		.	.	3	3	3	.
Anemone nemorosa		x	x	.	.	.	.
Anthoxanthum odoratum		x	.	.	.	.	.
Anthriscus sylvestris		x	.	.	.	.	.
Arnica montana		x	.	3	3	3	§
Arrhenatherum elatius		x	.	.	.	.	.
Botrychium lunaria	F	.	.	3	3	3*	§
Botrychium matricariifolium	F	x	.	2	2	1	§§
Brassicaceae		x	.	.	.	.	.
Calamagrostis villosa		.	x	.	.	.	.

Art	Typ	Ruckowitz-schachten	Albrecht-schachten	RL D	RL BY	RL NDB	§
Caltha palustris		x	.	.	.	.	.
Campanula rotundifolia		.	.	.	.	.	.
Carex brizoides		x	x	.	.	.	.
Carex canescens		x	x	.	V	.	.
Carex demissa		x	.	.	V	V*	.
Carex echinata		x	.	.	.	.	.
Carex nigra		x	x	.	.	.	.
Carex ovalis		x	x	.	.	.	.
Carex pallescens		x	x	.	.	.	.
Carex panicea		x	.	.	.	.	.
Carex pilulifera		x	x	.	.	.	.
Carex rostrata		x	.	.	.	.	.
Carex sylvatica		x	.	.	.	.	.
Carlina acaulis		.	.	.	V	3	§
Carum carvi		.	.	.	.	.	.
Chaerophyllum hirsutum		x	.	.	.	.	.
Cicerbita alpina		x	.	.	.	.	.
Cirsium arvense		.	.	.	.	.	.
Cirsium heterophyllum		x	.	.	3	.	.
Cirsium palustre		x	.	.	.	.	.
Cirsium vulgare		.	.	.	.	.	.
Crepis mollis		x	.	3	3	3	.
Crepis paludosa		x	.	.	.	.	.
Cynosurus cristatus		.	.	.	.	.	.
Dactylis glomerata		x	x	.	.	.	.
Dactylorhiza maculata ssp. *fuchsii*		x	.	.	V	V	§
Deschampsia cespitosa		x	x	.	.	.	.
Deschampsia flexuosa		x	x	.	.	.	.
Digitalis purpurea		.	x	.	.	.	.
Epilobium angustifolium		x	.	.	.	.	.
Epilobium ciliatum		x	.	.	.	.	.
Epilobium montanum		.	.	.	.	.	.
Epilobium palustre		x	.	.	.	.	.
Equisetum sylvaticum		x	.	.	.	.	.
Eriophorum angustifolium		x	.	.	V	V*	.
Eriophorum vaginatum		.	.	.	V	V*	.
Festuca rubra		x	X	.	.	(V)	.
Festuca/Elymus sp.		.	.	.	.	.	.
Filipendula ulmaria		x	.	.	.	.	.
Fragaria vesca		x	.	.	V	.	.
Galeopsis tetrahit		x	x	.	.	.	.
Galium palustre		x	.	.	.	.	.
Galium saxatile		x	x	.	.	.	.
Galium uliginosum		x	.	.	.	.	.
Gentiana asclepiadea		.	.	3	.	.	§
Gentiana lutea		.	.	3	.	.	§
Gentiana pannonica		x	x	3	.	V*	§
Geranium sylvaticum		x	.	.	V	.	.
Glechoma hederacea		.	.	.	.	.	.
Glyceria fluitans		x	.	.	.	.	.
Gnaphalium sylvaticum		.	x	.	.	.	.
Heracleum sphondylium		x	.	.	.	.	.
Hieracium aurantiacum		.	.	.	.	.	.
Hieracium floribundum		.	.	G	3	3	.
Hieracium lachenalii		.	x	.	.	.	.

Art	Typ	Ruckowitz-schachten	Albrecht-schachten	RL D	RL BY	RL NDB	§
Hieracium murorum		x	.	.	.	.	.
Hieracium pilosella		.	x	.	.	.	.
Holcus mollis		x	x	.	.	.	.
Homogyne alpina		x	x	.	.	.	.
Hypericum maculatum		x	x	.	.	.	.
Juncus effusus		x	x	.	.	.	.
Juncus filiformis		x	x	.	3	V	.
Juncus tenuis		x	.	.	.	.	.
Lamiastrum galeobdolon		.	x	.	.	.	.
Leontodon autumnalis		.	x	.	.	.	.
Leontodon hispidus		.	.	.	.	.	.
Leucanthemum ircutianum		.	.	.	.	.	.
Ligusticum mutellina		x	.	.	.	3	.
Lilium martagon		x	x	.	.	.	§
Linaria vulgaris		.	.	.	.	.	.
Lotus corniculatus		.	x	.	.	(V)	.
Luzula luzuloides ssp. *rubella*		x	x	.	.	R*?	.
Luzula multiflora		x	x	.	.	.	.
Luzula pilosa		.	x	.	.	.	.
Luzula sylvatica		x	x	.	.	.	.
Lychnis flos-cuculi		x	.	.	.	.	.
Lysimachia nemorum		x	x	.	.	.	.
Maianthemum bifolium		x	x	.	.	.	.
Melampyrum pratense		.	.	.	.	.	.
Mimulus guttatus		x	.	.	.	.	.
Molinia caerulea		.	.	.	.	.	.
Myosotis nemorosa		x	.	.	.	.	.
Nardus stricta		x	x	.	.	.	.
Ophioglossum vulgatum	F	.	.	3	3	3*	.
Oxalis acetosella		x	x	.	.	.	.
Pedicularis sylvatica		x	.	3	.	3	§
Petasites albus		.	.	.	.	.	.
Phleum pratense		x	x	.	.	(V)	.
Phyteuma nigrum		.	.	.	3	V*	.
Pinguicula vulgaris		x	.	3	3	3	§
Plantago lanceolata		.	.	.	.	.	.
Plantago major ssp. *intermedia*		.	x	.	.	.	.
Poa pratensis		x	x	.	.	.	.
Polygonatum verticillatum		.	x	.	V	.	.
Polygonum bistorta		x	x	.	.	.	.
Potentilla erecta		x	x	.	.	.	.
Prenanthes purpurea		.	x	.	.	.	.
Prunella vulgaris		x	.	.	.	.	.
Ranunculus acris		x	x	.	.	.	.
Ranunculus platanifolius		x	x	.	3	.	.
Ranunculus repens		x	x	.	.	.	.
Rhinanthus minor		x	x	.	.	.	.
Rubus fruticosus		.	.	.	.	.	.
Rubus idaeus		x	x	.	.	.	.
Rumex acetosella		x	x	.	.	.	.
Rumex arifolius		x	x	.	.	V*	.
Rumex conglomeratus		.	.	.	.	.	.
Rumex obtusifolius		x	.	.	.	.	.
Scirpus sylvaticus		x	.	.	.	.	.
Scrophularia nodosa		.	.	.	.	.	.

Art	Typ	Ruckowitz-schachten	Albrecht-schachten	RL D	RL BY	RL NDB	§
Senecio nemorensis agg.		x	x	.	.	.	.
Senecio subalpinus		x	.	.	R	.	.
Silene dioica		x	x	.	.	.	.
Silene vulgaris		.	.	.	.	.	.
Solidago virgaurea		.	x	.	.	.	.
Stachys sylvatica		x	.	.	.	.	.
Stellaria alsine		x	.	.	.	.	.
Stellaria graminea		x	x	.	.	.	.
Stellaria nemorum		x	x	.	.	.	.
Tanacetum vulgare		.	.	.	.	.	.
Taraxacum officinale agg.		x	.	.	.	.	.
Tephroseris crispa		x	.	.	3	.	.
Thesium pyrenaicum		.	.	3	3	3*	.
Trientalis europaea		x	x	.	3	.	.
Trifolium pratense		.	.	.	.	(V)	.
Trifolium repens		x	x	.	.	(V)	.
Trisetum flavescens		x	.	.	.	.	.
Urtica dioica		x	x	.	.	.	.
Vaccinium myrtillus		x	x	.	.	.	.
Vaccinium uliginosum		.	.	.	V	V	.
Vaccinium vitis-idaea		x	.	.	.	V	.
Valeriana dioica		x	.	.	.	.	.
Veronica chamaedrys		x	x	.	.	.	.
Veronica officinalis		x	x	.	.	.	.
Veronica scutellata		x	.	.	3	V	.
Veronica serpyllifolia		x	.	.	.	.	.
Vicia sp.		.	.	.	.	.	.
Vicia tenuifolia		.	.	.	.	3	.
Viola palustris		x	x	.	.	.	.
Viola reichenbachiana		x	x	.	.	.	.
Willemetia stipitata		x	.	.	.	.	.
Aulacomnium palustre	M	x	.	.	.	.	.
Barbilophozia floerkei	M	.	.	.	.	.	.
Brachythecium reflexum	M	x	x	.	.	.	.
Brachythecium rivulare	M	x	.	.	.	.	.
Brachythecium rutabulum	M	x	.	.	.	.	.
Brachythecium salebrosum	M	x	x	.	.	.	.
Brachythecium starkei	M	x	x	.	.	.	.
Brachythecium velutinum	M	.	.	.	.	.	.
Calliergonella cuspidata	M	x	.	.	.	.	.
Chiloscyphus polyanthos	M	.	.	.	.	.	.
Dicranella rufescens	M	.	.	.	.	.	.
Dicranum scoparium	M	.	x	.	.	.	.
Drepanocladus aduncus	M	x	.	.	.	.	.
Hypnum cf. *revolutum*	M	.	x	.	.	.	.
Hypnum sp.	M	.	x	.	.	.	.
Lophocolea bidentata	M	x	.	.	.	.	.
Lophocolea heterophylla	M	.	x	.	.	.	.
Orthodicranum montanum	M	.	.	.	.	.	.
Pellia epiphylla	M	x	.	.	.	.	.
Philonotis fontana	M	.	.	.	.	.	.
Plagiomnium affine	M	x	.	.	.	.	.
Plagiothecium sp.	M	.	.	.	.	.	.
Pleurozium schreberi	M	x	x	.	.	.	.
Pohlia nutans	M	.	.	.	.	.	.

Art	Typ	Ruckowitz-schachten	Albrecht-schachten	RL D	RL BY	RL NDB	§
Polytrichum commune	M	.	x	.	.	.	.
Polytrichum commune var. *perigoniale*	M	.	.	.	.	.	.
Polytrichum formosum	M	.	.	.	.	.	.
Ptilidium ciliare	M	.	.	.	.	.	.
Rhytidiadelphus squarrosus	M	x	x	.	.	.	.
Rhytidiadelphus triquetrus	M	x	.	.	.	.	.
Sanionia uncinata	M	.	x	.	.	.	.
Scapania paludosa	M	x	.	.	.	.	.
Sphagnum cf. *rubellum*	M	x	.	.	.	.	.
Sphagnum cf. *capillifolium*	M	.	.	.	.	.	.
Sphagnum magellanicum	M	.	.	.	.	.	.
Sphagnum squarrosum	M	.	.	.	.	.	.
Sphagnum palustre	M	x	.	.	.	.	.
Sphagnum subsecundum	M	x	.	.	.	.	.
Lycopodium annotinum	B	.	x	.	.	.	§
Lycopodium clavatum	B	.	.	3	3	V*	§
Athyrium distentifolium	F	x	x	.	.	.	.
Athyrium filix-femina	F	.	.	.	.	.	.
Dryopteris carthusiana	F	x	.	.	.	.	.
Lastrea limbosperma	F	.	x	.	.	.	.
Acer pseudoplatanus	G	x	x	.	.	.	.
Betula pendula	G	.	.	.	.	.	.
Fagus sylvatica	G	.	x	.	.	.	.
Picea abies	G	.	x	.	.	.	.
Salix sp.	G	x	.	.	.	.	.
Sambucus sp.	G	.	.	.	.	.	.
Sorbus aucuparia	G	x	x	.	.	.	.

Literatur

ABEDI, M., BARTELHEIMER, M. & POSCHLOD, P. (2012): Aluminium toxic effects on seedling root survival affect plant composition along soil reaction gradients - a case study in dry sandy gasslands. – J. Veg. Sci. 24: 1074–1085.

BENNERT, H.W. (1999): Die seltenen und gefährdeten Farnpflanzen Deutschlands. – Bundesamt für Naturschutz, Bonn-Godesberg: 382 pp.

BOTANISCHER GARTEN UNIVERSITÄT OSNABRÜCK (2015): WIPs DE. [Online] http://www.wildpflanzenschutz.de/ [Zugriff am 06.05.2015].

EIBERWEISER, M. (1995): Untersuchung zur Schwermetall-Tiefenverteilung in Böden und periglazialen Deckschichten des ostbayerischen Kristallins und seiner Randgebiete. – Diss., Univ. Regensburg.

FRAHM, J.-P. & FREY, W. (1992): Moosflora. – 3. Aufl., Ulmer, Stuttgart: 528 pp.

HAMPEL, G. (2014): Fleischrinderzucht und Mutterkuhhaltung. – 5. Aufl., Ulmer, Stuttgart: 320 pp.

HOFMANN, A. (1985): Magerrasen im Hinteren Bayerischen Wald. – Hoppea 44: 85–178.

HUTTER, C.-P., KAPFER, A., & POSCHLOD, P. (1997): Sümpfe und Moore: Biotope erkennen, bestimmen, schützen. – Weitbrecht Verlag, Stuttgart: 136 pp.

KLAUDISOVÁ, M., HEJCMAN, M. & PAVLŮ, V. (2009): Long-term residual effect of short-term fertilizer application on Ca, N and P concentrations in grasses *Nardus stricta* L. and *Avenella flexuosa* L.. – Nutr. Cycl. Agroecosyst. 85: 187–193.

MERTZ, P. (2000): Pflanzengesellschaften Mitteleuropas und der Alpen. – Ecomed-Storck, Landsberg a. Lech: 511 pp.

MOHR, G. (2002): "Filze und Hochschachten" im Nationalpark Bayerischer Wald. – Hoppea 63: 363–476.

PEPPLER, C. (1992): Die Borstgrasrasen (*Nardetalia*) Westdeutschlands. – Diss. Bot. 193: 1–402.

PEPPLER-LISBACH, C. & PETERSEN, J. (2001): *Calluno-Ulicetea* (G3). Teil 1: *Nardetalia strictae*, Borsgrasrasen. – Synopsis Pflanzenges. Dtschl. 8: 1–116.
PETERMANN, R. & SEIBERT, P. (1979): Die Pflanzengesellschaften des Nationalparks Bayerischer Wald mit einer farbigen Vegetationskarte. Nationalpark Bayerischer Wald Heft 4. – Bayerisches Staatministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten, München.
ROTHMALER, W. (2008): Exkursionsflora von Deutschland. Gefäßpflanzen: Grundband. – 19. Aufl., Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg.
RUDER, J. (1981): Agrargeographische Untersuchung der Schachten im Bayerischen Wald. – Staatsexamensarbeit Univ. Regensburg.
RUNGE, M. & RODE, M.W. (1991): Effects of soil acidity on plant associations. – In: ULRICH, B. & SUMNER, M.E. (Eds.) Soil acidity: 183–202. – Springer, Berlin.
SEYFERT, I. (1975): Die Schachten des Bayerischen Waldes. – Morsak, Grafenau.
STEIDL, I. & RINGLER, A. (1996): Lebensraumtyp Bodensaure Magerrasen. – Landschaftspflegekonzept Bayern, Band II.3. München: s.n.
ZAHLHEIMER, W.A. (2001): Die Farn- und Blütenpflanzen Niederbayerns, ihre Gefährdung und Schutzbedürftigkeit. – Hoppea 62: 5–347.

Tuexenia Beiheft 9: 85–105. Osnabrück 2016.

Die Obere Isar – Flusslandschaft im Wandel: Eine „Kulturgeschichte“ wasserbaulicher Maßnahmen und der Waldweide

Peter Poschlod

Einleitung

Die „Obere Isar“ liegt in den Landkreisen Garmisch-Partenkirchen und Bad Tölz-Wolfratshausen. Die Isar entspringt im Karwendelgebirge in Österreich. Ihr Oberlauf verläuft in Deutschland von Scharnitz bis Bad Tölz (Blätter 8533/8633 Mittenwald, 8433 Eschenlohe, 8434 Vorderriß, 8435 Fall, 8335 Lenggries und 8235 Bad Tölz der Topographischen Karte 1 : 25 000; MICHELER 1956, KARL et al. 1998).

Das Exkursionsgebiet (Abb. 1) zählt zu den Naturräumen „Niederwerdenfelser Land“ und „Kocheler Berge“ (GERNDT 1978). Es liegt im NSG „Karwendel und Karwendelvorgebirge“ (Ausweisung 1959; REGIERUNG VON OBERBAYERN 1983), mit 19.100 ha eines der größten Naturschutzgebiete Bayerns. Seit 2001 ist die Obere Isar auch als FFH-Gebiet (DE 8034–301) „Oberes Isartal“ ausgewiesen (BAYERISCHE STAATSREGIERUNG 2001). Unabhängig davon gilt die Obere Isar zwischen Mittenwald und Sylvenstein als eine der naturschutzfachlich wertvollsten Landschaften Bayerns bzw. des nördlichen Alpenrandes und sogar Deutschlands, da dieser Isar-Abschnitt das einzige größere Vorkommen der FFH-Lebensraumtypen „Alpine Flüsse mit krautiger Ufervegetation“ (Code 3220) und „Alpine Flüsse mit Ufergehölzen von *Myricaria germanica*“ (Code 3230) sowie mehr als 200 Rote Liste-Arten und zahlreiche vom Aussterben bedrohte Arten, die z. T. deutschlandweit nur dort vorkommen, beherbergt (SCHAIPP & ZEHM 2009).

Geologie

Das Quellgebiet der Isar liegt in den nördlichen Kalkalpen, die im Wesentlichen aus triassischen Ablagerungen bestehen. Im Karwendelgebirge ist dies der sog. Wettersteinkalk der Ladin-Stufe, die der Mittleren Trias zugerechnet wird. Im weiteren Isarverlauf bis Lenggries stehen dagegen Hauptdolomite und Plattenkalke der Nor-Stufe an. Sie gehören zur Oberen Trias.

Die heutigen Gewässerverläufe wurden bereits im jüngsten Tertiär bzw. Neogen angelegt und während der Eiszeiten im Quartär durch die Inntaler Gletscherzunge mehrfach überformt. Die Mächtigkeit der eiszeitlichen Schotter in den durch den Inntaler Gletscher und seine Seitenströme ausgehobelten Trogtälern kann bis zu 360 m betragen (KARL et al. 1998).

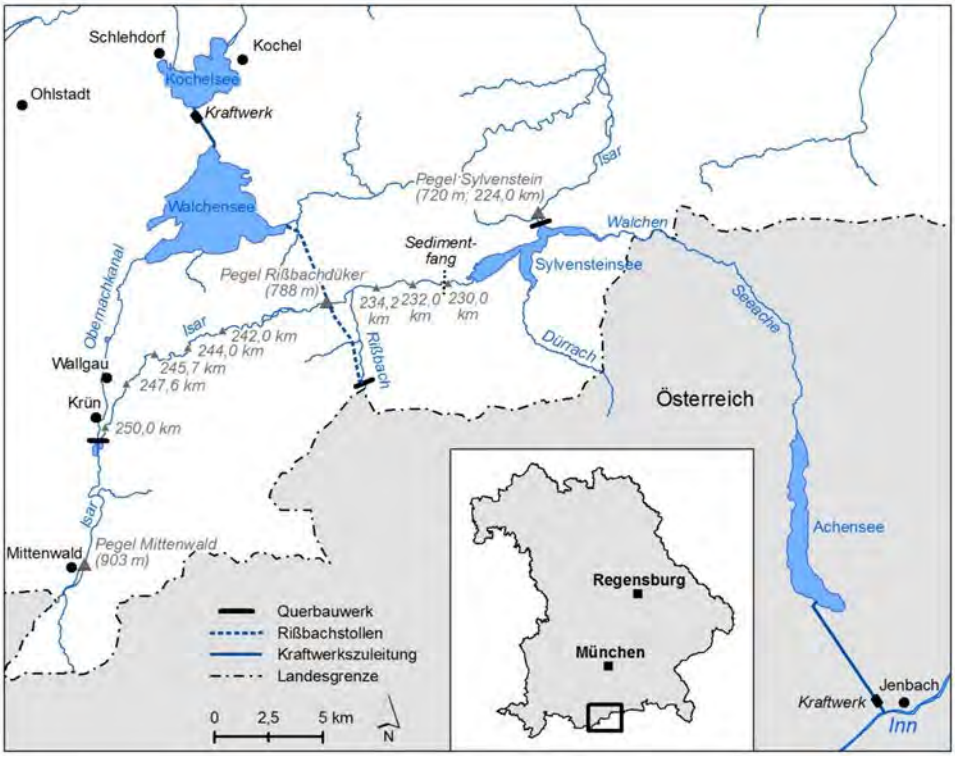

Abb. 1. Die Obere Isar in ihrem Verlauf bis Lenggries. Das Exkursionsgebiet erstreckt sich vom Krüner Wehr bis zum Sylvensteinspeicher (© Karte: Sabine Fischer; Kartengrundlage: Bayer. Vermessungsverwaltung 2015, Open Street Map 2016).

Klima

Das Exkursionsgebiet liegt zwischen 875 m ü. NN (Krün) und 750 m ü. NN (Stauhöhe des Sylvensteinspeichers) und ist durch ein alpines Talklima gekennzeichnet. Die langjährige Jahresmitteltemperatur beträgt zwischen 4 und 5 °C (BILL 2000). Die mittleren Jahresniederschläge liegen bei über 1.300 mm (BILL 2000).

Potentielle natürliche und heutige Vegetation

Grauerlen-Auenwälder im Komplex mit Tamariskengebüsch und Buntreitgras-Kiefernwäldern gelten als potentielle natürliche Vegetation (SUCK & BUSHART 2012).

Auch heute ist diese dort noch weitgehend vertreten, in Verzahnung mit kleinflächig vorkommenden Kalksümpfen in Senken mit hoch anstehendem Grundwasser oder Uferreitgrasfluren (Abb. 2, Tab. 1). Trotz der Überformung durch wasserbauliche Maßnahmen (siehe Kap. 5) finden sich im Exkursionsgebiet noch offene Kiesflächen mit größeren Beständen der Knorpelsalat-Tamarisken-Gesellschaft bzw. der Weiden-Tamarisken-Gesellschaft, die einer immer wiederkehrenden Umlagerung bedürfen, um sich nicht zu einer Weich-

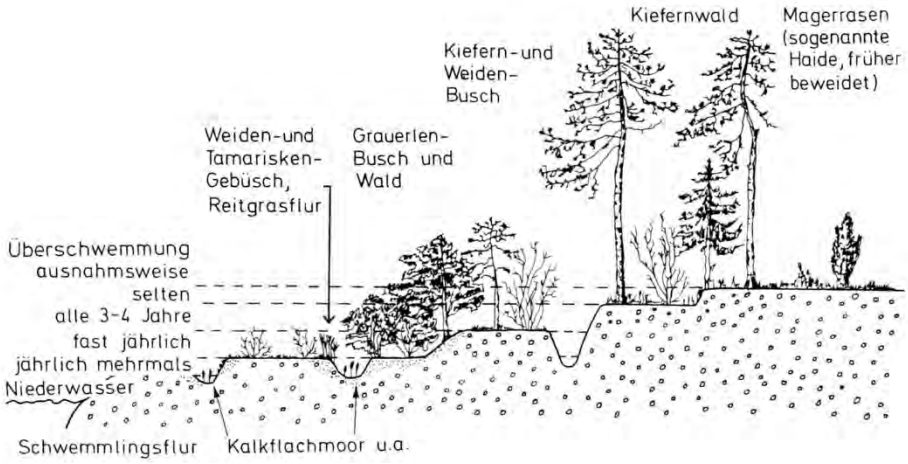

Abb. 2. Typische Zonierung der Aue im Ober- und Mittellauf eines alpinen Wildflusses vor Beginn der wasserbaulichen Maßnahmen (nach SEIBERT 1958 und MÜLLER 1991a aus ELLENBERG 1996).

holzaue (hier am Oberlauf Lavendelweiden-Gebüsch mit großer Standortamplitude oder Grauerlenaue) bzw. Hartholzaue, die hier durch Buntreitgras-Kiefernwäldern repräsentiert wird, zu entwickeln (KARL et al. 1998).

Außerhalb des Exkursionsgebiets sind die Tamarisken-Gesellschaften weitgehend ausgestorben (siehe Abb. 4) oder treten nur kleinflächig auf. So finden sich großflächige Bestände am Lech nur in Tirol (PFEUFFER 2010).

Das Lavendelweiden-Gebüsch hat im Gegensatz zur Grauerlenaue eine vergleichsweise hohe Standortamplitude. Sie wächst sowohl auf grobem und deshalb trockenem Geröllschutt als auch auf feinkörnigen, sandigen und feuchten Alluvionen (Schwemmböden; MÜLLER & BÜRGER 1990, KARL et al. 1998). Die Grauerlenaue gedeiht nur auf ton- und schluffreichen Böden, weshalb sie an der Oberen Isar nur kleinflächig verbreitet ist und erst im weiteren Verlauf unterhalb des Sylvensteinspeichers und im Mittellauf größere Bestände bildet (KARL et al. 1998). Beide Gesellschaften der Weichholzaue sind vergleichsweise artenarm.

Im Gegensatz dazu sind die auf kies- und sandreichen Böden vorkommenden Buntreitgras-Kiefernwälder artenreich. Dazu tragen auch die oft kleinräumig standortkundlichen Unterschiede bei (HÖLZEL 1996, KARL et al. 1998). Die prägende Kiefer im Exkursionsgebiet ist allerdings nicht die Waldkiefer, sondern die Spirke (siehe unten; SCHAUER 1998).

Auch das Vorkommen von Kalksümpfen ist in dieser Form einzigartig. Geeignete Standortbedingungen, auf denen sich Kalksümpfe bilden können, bieten heute nur mehr die Wildflussbereiche, in denen eine gelegentliche Umlagerung stattfindet und dabei Abflussrinnen mit hoch anstehendem Grundwasser entstehen können.

Flora

Die Flora der Auen der Wildfluss-Oberläufe ist einzigartig. Gründe sind die immer wieder stattfindende Umlagerung und die damit verbundene Hydrologie sowie das spezifische Substrat, die es besonders konkurrenzschwachen und/oder regenerationsfreudigen Arten ermöglichen, zu überleben. Als ‚die' charakteristische Art und Leitart intakter Wildflussauen darf die Deutsche Tamariske (*Myricaria germanica*) bezeichnet werden (Abb. 3, 4).

Tabelle 1. Pflanzengesellschaften des Exkursionsgebietes (mit Ausnahme Schachtelhalm-Zwergrohrkolbengesellschaft; siehe Text) der Oberen Isar. Nomenklatur nach RENNWALD (2002).

Waldgesellschaften	
Europäische Falllaubwälder und -gebüsche	*Querco-Fagetea* Br.-Bl. et Vlieger in Vlieger 1937
Grauerlen-Auwald	*Alnetum incanae* Lüdi 1921
Karbonat-Trocken-Kiefernwälder	*Erico-Pinetea* Horvat 1959
Buntreitgras-Kiefernwald	*Calamagrostio variae-Pinetum sylvestris* Oberd. (1950) 1957 em. Hölzel 1996 p.p. (*Erico-Pinetum*)
Gebüsche und Vorwälder, anthropogene Gehölzgesellschaften	
Auen-Weidegebüsche	*Salicetea purpureae* Moor 1958
Lavendelweiden-Gebüsch	*Salicetum eleagno-purpureae* Sillinger 1933 nom. mutat. propos.
Weiden-Tamarisken-Gebüsch	*Myricarietum* Jeník 1955
Quell- und Niedermoorgesellschaften, Hochmoorschlenken- und Bulten-Gesellschaften	
Nährstoffarme Sümpfe und Grundwasser- bzw. Zwischenmoore	*Scheuchzerio-Caricetea fuscae* Tx. 1937
Mehlprimel-Kopfbinsen-Gesellschaft	*Schoenetum ferruginei* Du Rietz 1925
Eutraphente Röhrichte und Großseggenriede	
Eutraphente Röhrichte und Großseggenriede	*Phragmito-Magnocaricetea* Klika in Klika et Novák 1941
Schachtelhalm-Zwergrohrkolben-Gesellschaft	*Equiseto-Typhetum minimae* Br.-Bl. in Volk 1940
Schutt-, Felsspalten- und Mauerfugengesellschaften	
Gesellschaften bewegter Schutthalden, Geröll-Alluvionen und Moränen	*Thlaspietea rotundifolii* Br.-Bl. et al. 1947
Präalpine Knorpelsalat-Tamarisken-Gesellschaft	*Myricario-Chondrilletum chondrilloidis* Br.-Bl. in Volk 1940
Uferreitgras-Gesellschaft	*Calamagrostietum pseudophragmitis* Kopecký 1968

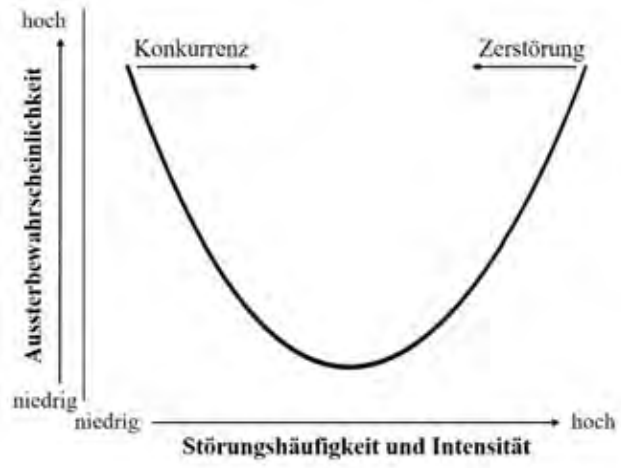

Abb. 3. Bedeutung der Häufigkeit und Intensität von Störungsereignissen für das Überleben von *Myricaria germanica* auf Kiesbänken in alpinen Wildflüssen (verändert nach POSCHLOD 1996).

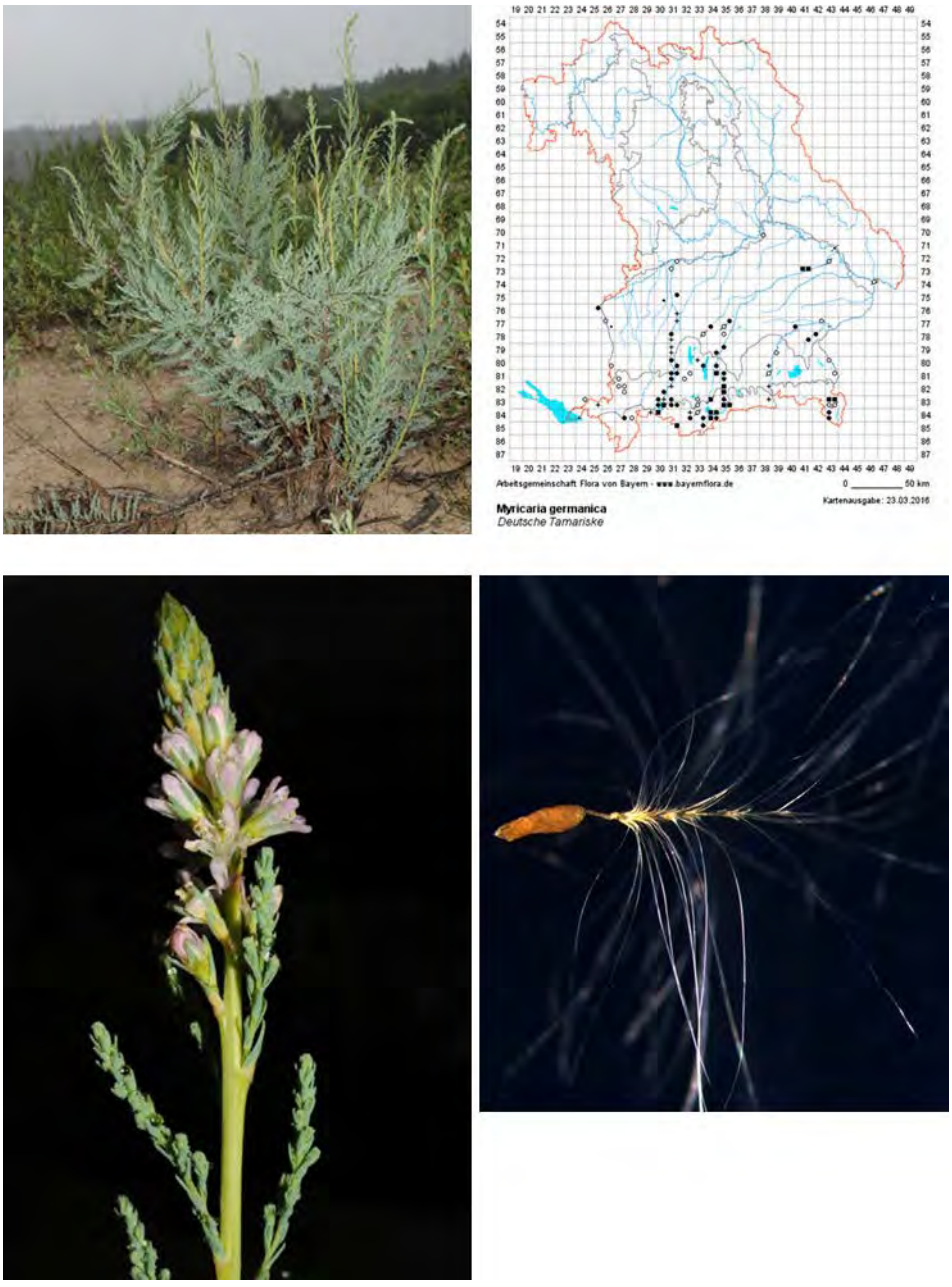

Abb. 4. Deutsche Tamariske (*Myricaria germanica*). Links oben: Typische Wuchsform, die hohe vegetative Regenerationsfähigkeit ist an dem abgebrochenen, nach links unten reichenden Ast deutlich erkennbar (© Foto P. Poschlod); rechts oben: Aktuelle und frühere Verbreitung in Bayern (© www.bayernflora.de); links unten: Blütenstand (© Foto P. Poschlod); rechts unten: Same mit typischem Haarschopf (© Foto I. Lauer).

Abb. 5. Typische „Alpenschwemmlinge“ bzw. eiszeitliche Relikte der Schotterflächen. Links oben: *Aethionema saxatile*; rechts oben: *Hornungia alpina*; links unten: *Kernera saxatilis* (in Frucht); rechts unten: *Dryas octopetala* (in Frucht) (© alle Fotos P. Poschlod).

Nur eine immer wiederkehrende, nicht zu seltene und nicht zu häufige Umlagerung erlaubt dieser Art eine Verjüngung und damit das Überleben (Abb. 3). So sind noch vorkommende Bestände unterhalb des Sylvensteinspeichers aufgrund der fehlenden Umlagerung überaltert (BILL et al. 1997). Im Mittel- und Unterlauf ist die ehemals weit verbreitete Deutsche Tamariske auf wenige Bestände geschrumpft, obwohl noch in der Flora des Isar-Gebietes von Wolfratshausen bis Deggendorf von HOFMANN (1883) steht: „Verbreitet auf den Kiesinseln der Isar und in Auen von Deggendorf aufwärts durch das Gebiet". Am Lech ist sie in Deutschland ausgestorben (Abb. 4).

Auf den mehr oder weniger sandigen Schotterflächen, die von der Knorpelsalat-Tamarisken-Gesellschaft besiedelt sind, finden sich zahlreiche alpine Arten (Abb. 5, Tab. 2, 3). Diese können entweder als Alpenschwemmlinge (Samen vieler Arten können tatsächlich mit dem Wasser ausgebreitet werden; Tabelle 2; BILL et al. 1999, BILL 2000) oder als eiszeitliche Relikte bezeichnet werden (KÜSTER 2001).

Die Arten dieser Gesellschaft haben dabei unterschiedliche Strategien entwickelt, um mit der Umlagerung, aber auch der Überflutung zurechtzukommen. Als optimal angepasst kann *Hornungia alpina* (Abb. 5) bezeichnet werden. Sie fruchtet über eine lange Zeit, produziert relativ viele Samen mit hoher Vitalitäts-/Keimrate, hat ein hohes Wind- und Wasserausbreitungspotential und kann sich vegetativ regenerieren (Gruppe 1, Tab. 3).

Gruppe 2, zu der neben *Dryas octopetala* und *Myricaria germanica* (Abb. 4, 5) auch *Arabis alpina*, *Arabis pumila* und *Campanula cochlearifolia* gehören, zeichnet sich durch hohe Diasporenproduktion bzw. hohes Ausbreitungspotential und/oder hohe Keimgeschwindigkeit bzw. Etablierungsrate und/oder hohes „Beharrungsvermögen" durch klonales Wachstum und vegetative Regeneration aus (Tab. 3).

Arten der Gruppe 3, zu der neben *Aethionema saxatile* und *Kernera saxatilis* (Abb. 5) auch *Gypsophila repens* und *Saxifraga caesia* zählen, sind trotz geringen Ausbreitungspotentials, niedriger Dichte und geringer Neubesiedlungsrate in der Lage, in diesem Lebensraum zu überdauern. Möglicherweise profitieren sie von einer alternativen Persistenzstrategie über das Vorkommen einer lang-persistenten Samenbank in den Sedimentablagerungen, die allerdings – wahrscheinlich aufgrund der geringen Dichte der Samen im Boden – nicht nachgewiesen werden konnte (BILL 2000).

Während mit Ausnahme von *Aethionema saxatile* (Bayern RL 1; in der RL D als nicht gefährdet betrachtet, obwohl alle Vorkommen ausschließlich auf Bayern beschränkt sind!) die oben genannten Arten zumindest in der alpinen Stufe nicht selten oder gefährdet betrachtet werden, sind die auf den Lebensraum Wildflussaue beschränkten Arten *Calamagrostis pseudophragmites* und *Chondrilla chondrilloides* extrem bedroht.

Calamagrostis pseudophragmites, ein typischer Erstbesiedler sandiger Alluvionen, gilt als stark gefährdet (Bayern und D RL 2) und weist außerhalb des Exkursionsgebietes nur mehr wenige Vorkommen auf. So sind die Vorkommen des Ufer-Reitgrases am Lech bei Schongau zurückgegangen. Die ehemals großen Bestände im Lechtal bei Augsburg (MÜLLER & MÜLLER 1998) sind durch das Jahrhunderthochwasser 1999 fast ausgelöscht worden. Im Inntal finden sich nur mehr kleine Restbestände (www.bayernflora.de).

Chondrilla chondrilloides, ebenfalls ein Erstbesiedler sickerfrischer, wechseltrockener, kalkreicher Kies- und Sandalluvionen, ist vom Aussterben bedroht (Bayern RL 1, D RL 2, obwohl nur noch in Bayern vorkommend!). Sie wurde im Exkursionsgebiet seit längerer Zeit nicht mehr nachgewiesen und scheint in Deutschland nur mehr auf ein einziges kleines

Tabelle 2. Typische, seltene und gefährdete Pflanzenarten (Nomenklatur nach BUTTLER & HAND 2008; in Klammern häufig noch gebräuchliche Namen) der durch die entsprechenden Pflanzengesellschaften charakterisierten Lebensräume im Exkursionsgebiet. RL BY – Rote Listen Bayerns: 1974 (KÜNNE 1974), 1986 (SCHÖNFELDER 1986), 2003 (SCHEUERER & AHLMER 2003). * im Exkursionsgebiet nicht (mehr) nachgewiesen; G – geschützte Art (nur Angabe, wenn nicht auf der RL); V –Vorwarnliste.

Deutscher Name	**Lateinischer Name**	**RL BY 1974**	**RL BY 1986**	**RL BY 2003**
Buntreitgras-Kiefernwälder (Schneeheide-Kiefernwälder)				
Buntes Reitgras	*Calamagrostis varia*	-	-	V
Amethyst-Schwingel	*Festuca amethystina*	-	-	3
Gewöhnliches Pfeifengras	*Molinia caerulea*	-	-	-
Heide-Segge	*Carex ericetorum*	-	-	3
Braunrote Ständelwurz	*Epipactis atrorubens*	3	G	V
Schwarzviolette Akelei	*Aquilegia atrata*	3	G	G
Scheiden-Kronwicke	*Coronilla vaginalis*	-	-	3
Rosmarin-Seidelbast	*Daphne cneorum*	2	3	2
Schnee-Heide	*Erica carnea*	-	-	V
Nordisches Labkraut	*Galium boreale*	-	-	V
Herzblättrige Kugelblume	*Globularia cordifolia*	-	G	G
Grauer Löwenzahn	*Leontodon incanus*	-	-	V
Gelbe Spargelerbse	*Lotus (Tetragonolobus) maritimus*	-	3	3
Buchsblättriges Kreuzblümchen	*Polygala chamaebuxus*	-	-	V
Geschnäbeltes Vermeinkraut	*Thesium rostratum*	-	3	3
Kalksümpfe				
Bunter Schachtelhalm	*Equisetum variegatum*	2	3	3
Dorniger Moosfarn	*Selaginella selaginoides*	-	3	-
Platthalm-Quellried	*Blysmus compressus*	-	3	3
Wenigblütige Sumpfsimse	*Eleocharis quinqueflora*	-	3	3
Rostrotes Kopfried	*Schoenus ferrugineus*	-	-	3
Sumpf-Ständelwurz	*Epipactis palustris*	3	3	3
Kelch-Simsenlilie	*Tofieldia calyculata*	-	-	V
Schlauch-Enzian	*Gentiana utriculosa*	2	3	2
Sumpf-Herzblatt	*Parnassia palustris*	-	G	3
Alpen-Fettkraut	*Pinguicula alpina*	-	3	3
Echtes Fettkraut	*Pinguicula vulgaris*	-	3	3
Mehl-Primel	*Primula farinosa*	-	3	3
Sumpf-Dreizack	*Triglochin palustre*	-	3	3
Schotterflächen – Knorpelsalat-Tamariskengesellschaft				
Deutsche Tamariske	*Myricaria germanica*	1	1	1
Lavendel-Weide	*Salix eleagnos*	-	-	V
Ufer-Reitgras	*Calamagrostis pseudophragmites*	2	2	2
*Knorpelsalat	*Chondrilla chondrilloides*	2	2	1
Schotterflächen – Alpenschwemmlinge/eiszeitliche Relikte				
Steintäschel	*Aethionema saxatile*	-	2	1
Alpen-Gänsekresse	*Arabis alpina*	-	-	-
Zwerg-Gänsekresse	*Arabis bellidifolia*	-	-	-
Glattes Brillenschötchen	*Biscutella laevigata*	-	G	3
Zwerg-Glockenblume	*Campanula cochlearifolia*	-	-	-
Grasnelken-Habichtskraut	*Chlorocrepis* (*Tolpis*) *staticifolia*	-	3	3
Silberwurz	*Dryas octopetala*	-	-	-
Kriechendes Gipskraut	*Gypsophila repens*	-	-	V
Alpen-Gämskresse	*Hornungia (Hutchinsia) alpina*	-	-	-
Felsen-Kugelschötchen	*Kernera saxatilis*	-	-	-
Fetthennen-Steinbrech	*Saxifraga aizoides*	-	-	G
Blaugrüner Steinbrech	*Saxifraga caesia*	-	G	G

Tabelle 3. Bewertung der Pionierarten nach ihren Ausbreitungs- und Besiedlungseigenschaften (ergänzt nach BILL 2000, Daten zu Alter, Klonalität und vegetativer Regeneration aus POSCHLOD et al. 2003 und SCHWEINGRUBER & POSCHLOD 2005).
Strategiegruppen: 1 – sehr gute Anpassung an den Lebensraum Wildflußlandschaft; 2 – Arten mit hoher Diasporenproduktion/hohem Ausbreitungspotential und/oder hoher Keimgeschwindigkeit/Etablierungsrate bzw. hohem „Beharrungsvermögen" (Persistenz); 3- Arten mit geringer Besiedlungsrate. Arten: Hut alp - *Hornungia alpina*, Dry oct - *Dryas octopetala*, Myr ger - *Myricaria germanica*, Aet sax - *Aethionema saxatile*, Ker sax - *Kernera saxatilis*. M. – Monate; W. - Wochen; hwe – hochwasserempfindlich, Absterberate > 50%.

Strategie-Gruppen	**1**	**2**		**3**	
Arten	**Hor alp**	**Dry oct**	**Myr ger**	**Aet sax**	**Ker sax**
Phänologie					
Beginn der Fruchtzeit	sehr früh (ab Mai)	früh (ab Juni)	spät (ab Juli)	früh (ab Juni)	früh (ab Juni)
Fruchtsstandsdauer	sehr lang (>4 M.)	sehr lang (>4 M.)	kurz (1–2 M.)	sehr lang (>4 M.)	lang (2–4 M.)
Diasporenpoduktion/Ind.	200–700 (1.000)	200–600 (1.200)	12.000-150.000 (200.000)	200–300 (500)	600–1.000 (2.500)
Ausbreitung					
Windausbreitungspotential	hoch	niedrig	hoch	niedrig	?sehr niedrig
Wasserausbreitungspotential	sehr hoch	niedrig	niedrig	hoch	sehr hoch
Keimung					
Keimrate	sehr hoch	sehr hoch	sehr hoch	sehr hoch	sehr hoch
Keimgeschwindigkeit (t50)	10–21 Tage	4–10 Tage	< 4 Tage	10–21 Tage	10–21 Tage
Keimfähigkeitsdauer	(sehr) lang	(sehr) lang	sehr kurz (8–12 [24] W.)	sehr lang	sehr lang
Besiedlung/Etablierung					
Vorkommensdichte	relativ hoch	relativ hoch	relativ niedrig	sehr niedrig	relativ niedrig
Neubesiedlung	sehr gut	relativ gut	schlecht	schlecht	schlecht
Überlebensrate	50–70%	<20%	<20% (hwe)	20–50% (hwe)	<20%
Persistenz					
Maximales Alter	ca 8 Jahre	ca 70–80 Jahre	? ca. 70 Jahre	?	ca. 5 Jahre
Klonales Wachstum/ vegetative Regeneration	nein/ja	ja/ja	ja/ja	(ja)/nein	(ja)/nein

Vorkommen westlich von Garmisch-Partenkirchen (MTB 8531, Abb. 6) beschränkt zu sein (ZEHM 2013). Auch die nicht wenigen Vorkommen, die von HOFMANN (1883) für den Mittellauf im Stadtgebiet München angegeben wurden, existieren heute nicht mehr.

Eine weitere, als Indikator für intakte Wildflussauen (selten in angrenzenden Kiesgruben als „Ersatzstandorte“) geltende Art, *Typha minima* (MÜLLER 1991b), soll kurze Erwähnung finden. Sie ist seit etwa 15 bis 20 Jahren in Bayern (und damit auch in D) ausgestorben (MÜLLER 2007). Der Zwergrohrkolben war ursprünglich mit zahlreichen Vorkommen am Lech, aber auch mit einigen an der Mittleren Isar und am Inn vertreten (Abb. 6). Er besiedelt vor allem frisch entstandene Altwasser mit sandig-schluffigen Ablagerungen (MÜLLER 2007).

Bemerkenswert ist das relativ häufige Vorkommen artenreicher Kalksümpfe in (ehemaligen) Gerinnen bzw. Altarmen mit hoch anstehendem Grundwasser. Sie sind durch *Schoenus ferrugineus* geprägt. Ihnen fehlen nur selten die charakteristischen Arten wie *Epipactis palustris*, *Tofieldia calyculata*, *Pinguicula vulgaris* und *Primula farinosa*, die häufig auch an kleinen Quellaustritten/Sickerstellen am Rande der Buntreitgras-Kiefernwälder zu finden sind. Für die oben genannten Naturräume und das Exkursionsgebiet typische Arten (Verbreitungsschwerpunkt Alpen und alpennahe Voralpen) sind *Equisetum variegatum*, *Selaginella selaginoides*, *Blysmus compressus*, *Gentiana utriculosa* und *Pinguicula alpina*. Viele dieser Arten besiedeln das nördliche Alpenvorland bis zur Donau entlang der alpinen Wildflussadern (Abb. 7).

Besonders artenreich sind die Buntreitgras-Kiefernwälder. Im Exkursionssgebiet ist die Spirke die dominante Kiefernart, die erst im weiteren Verlauf der Isar durch die Waldkiefer (*Pinus sylvestris*) ersetzt wird. Die taxonomische Zuordnung der Spirke ist allerdings (noch immer) unklar. Die Taxonomie des Formenkreises *Pinus mugo* Turra sensu lato hat mehrfach gewechselt und erfolgt je nach Autor unterschiedlich (WAGNER 2000, RINGLER 2015).

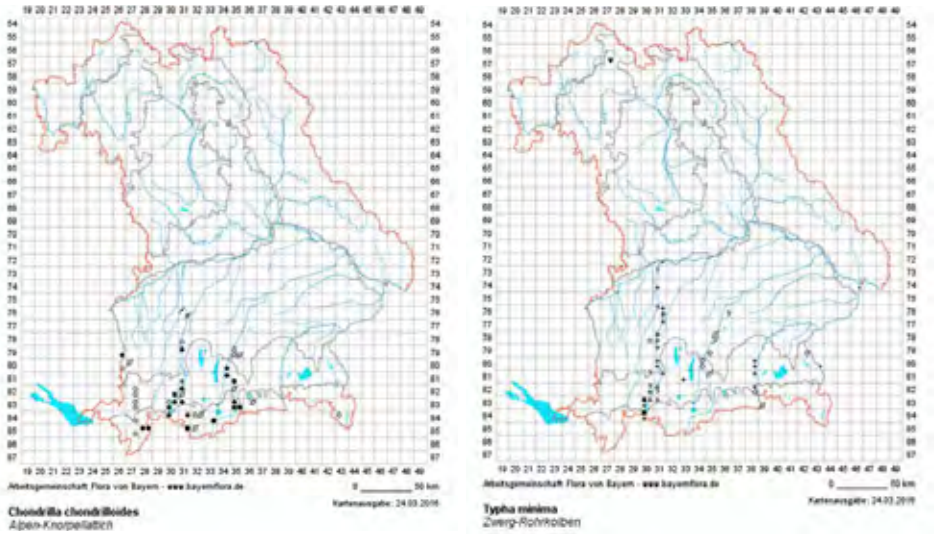

Abb. 6. Ehemalige Verbreitung von *Chondrilla chondrilloides* (links) und *Typha minima* (rechts) in Bayern (© Karten www.bayernflora.de). „Aktuelle“ Vorkommen (■) in den Karten sind bis auf ein Vorkommen von *C. chondrilloides* (siehe Text) nicht mehr existent.

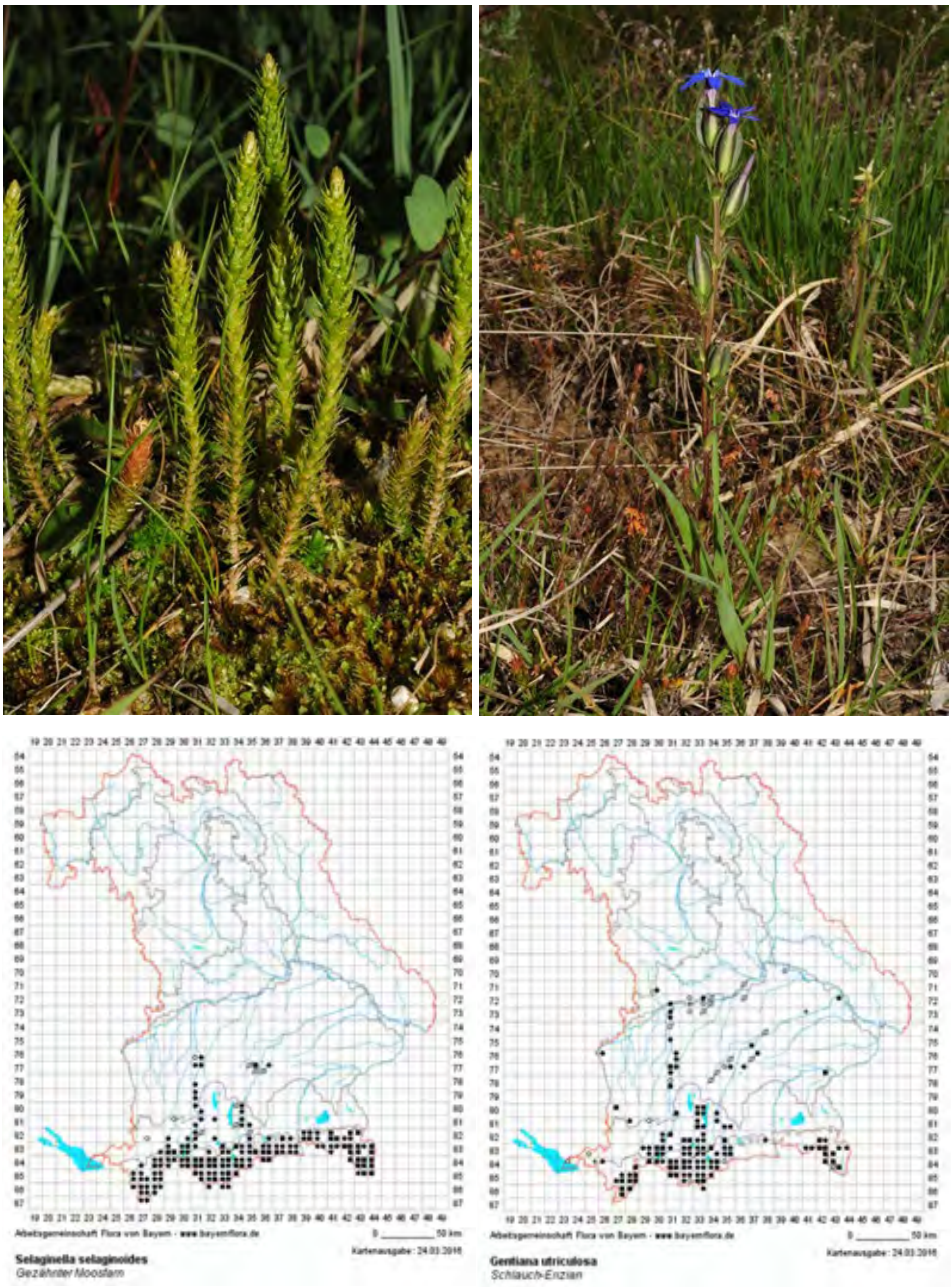

Abb. 7. *Selaginella selaginoides* und *Gentiana utriculosa*, zwei typische Arten der Kalksümpfe und sickerfeuchter Stellen der Wildflussaue an der Oberen Isar und ihre Verbreitung in Bayern (© Fotos P. Poschlod; Karten www.bayernflora.de).

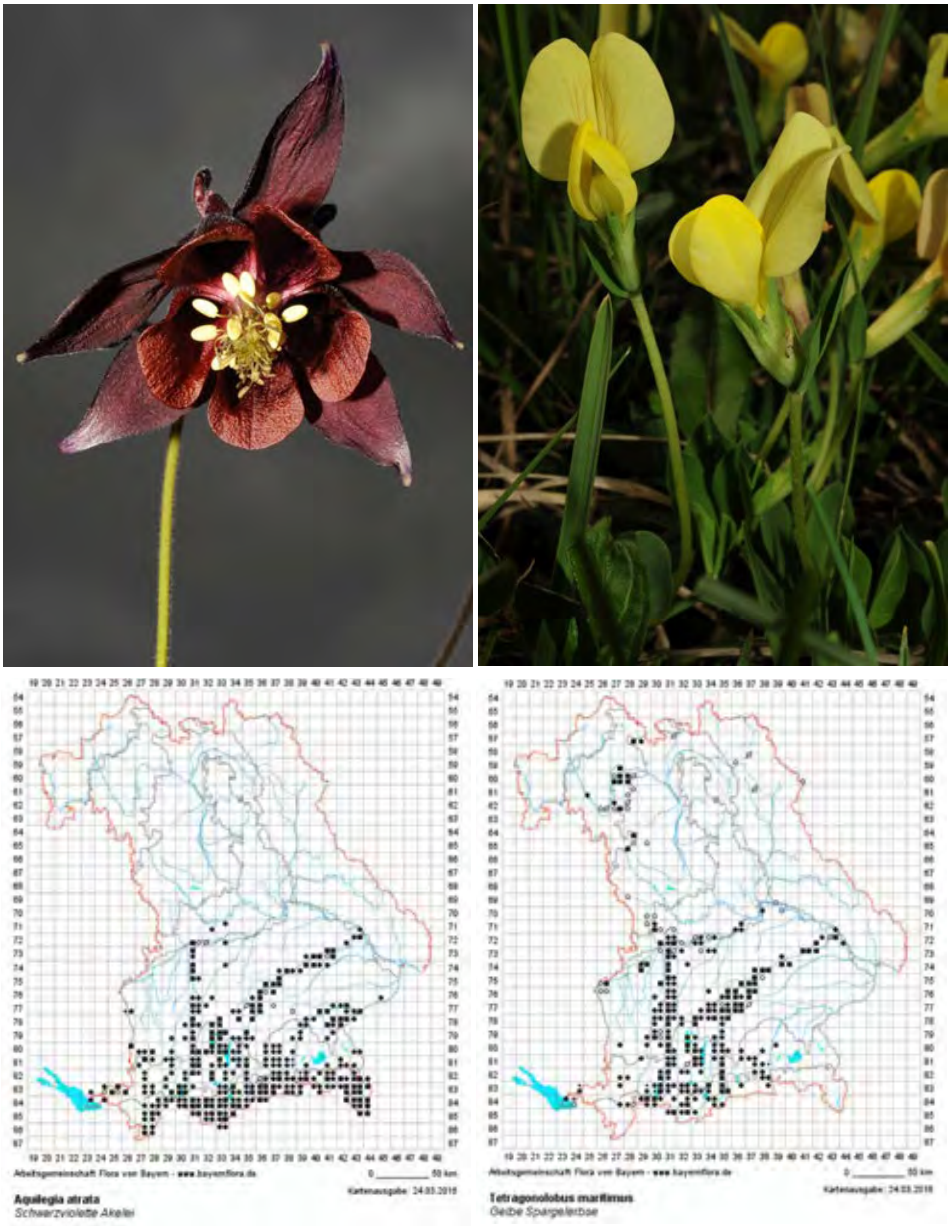

Abb. 8. *Aquilegia atrata* und *Lotus* (*Tetragonolobus*) *maritimus*, zwei typische Arten der Buntreitgras-Kiefernwälder und ihre Verbreitung in Bayern (© Fotos P. Poschlod; Karten www.bayernflora.de).

Auch wenn in der Standardliste zur Gefäßpflanzenflora die Spirke als eigene Art, *Pinus rotundata* Link, ausgewiesen ist, richten wir uns nach CHRISTENSEN (1987). Er unterscheidet *Pinus mugo* Turra ssp. *mugo*, *P. mugo* Turra ssp. *uncinata* (Ram.) Domin und als Spirke das Hybridtaxon *P. mugo* Turra nothossp. *rotundata* (Link) (= *P. mugo* x *uncinata*). Diese Einteilung wurde auch für die kommentierte Artenliste der Farn- und Blütenpflanzen Bayerns übernommen (LIPPERT & MEIEROTT 2014).

Aus der Artenvielfalt, die sich aus alpinen Rasenarten, subalpinen Stauden, Kalkmagerrasenarten u.a. zusammensetzt – eine Auswahl findet sich in Tabelle 2 – sollen zwei Arten besondere Erwähnung finden, da sie in den Buntreitgras-Kiefernwäldern entlang des Lechs und der Isar ihren Verbreitungsschwerpunkt haben, *Aquilegia atrata* und *Lotus* (*Tetragonolobus*) *maritimus* (Abb. 8).

Bemerkenswert ist schließlich auch die hohe Vielfalt der Orchideen (*Cephalanthera longifolia*, *Cypripedium calceolus*, *Dactylorhiza maculata*, *Epipactis palustris*, *Gymnadenia conopsea*, *G. odoratissima*, *Listera ovata*, *Ophrys insectifera*, *Orchis mascula*, *O. militaris*, *Platanthera bifolia*, *Spiranthes aestivalis*) und Enziangewächse (*Gentiana asclepiadea*, *G. clusii*, *G. utriculosa*, *G. verna*, *Gentianella germanica*, *Gentianopsis ciliata*).

Wasserbauliche Eingriffe

Die ersten wasserbaulichen Eingriffe an der Oberen Isar wurden bereits Mitte des 19. Jahrhunderts durchgeführt. So erfolgte die sog. Mittenwalder Korrektion zum Schutz von Siedlungen und Verkehrswegen bereits 1859 (KARL et al. 1998).

Um die wasserbaulichen Eingriffe bewerten zu können, sind in Tabelle 4 die Abflusskennwerte der Isar am Pegel Mittenwald aufgeführt.

Einschneidende Veränderungen der Hydrologie begannen aber erst mit dem Bau des Walchenseekraftwerkes in Kochel am See, das im Jahre 1924 in Betrieb genommen wurde. Das Kraftwerk dient zur Stromerzeugung und nutzt den Höhenunterschied zwischen Walchensee (801 m ü. NN) und Kochelsee (600 m ü. NN). Der Bau fällt in den Zeitraum (Anfang 20. Jahrhundert bis in die 1980er Jahre), in dem die alpinen Wildflüsse mehr oder weniger vollständig ausgebaut wurden (POSCHLOD 2015).

Tabelle 4. Abflusskennwerte der Isar am Pegel Mittenwald 1926–1986 (aus KARL et al. 1998).

Abflusskennwerte	**Abk.**	**m³/s**
Niedrigster Abfluss (1926–1986)	NQ	2,3
Mittlerer jährlicher Niedrigwasserabfluss	MNQ_{Jahr}	4,2
Mittlerer jährlicher Abfluss	MQ_{Jahr}	12,2
Mittlerer jährlicher Hochwasserabfluss	MHQ_{Jahr}	56,1
Höchster bekannter Abfluss	HHQ	163,0

Krüner Wehr

Seit 1923 besteht das Krüner Wehr (MQ ca. 15 m³/s, MHQ ca. 58 m³/s), an dem über den Obernachkanal eine Wassermenge bis zu 25 m^3/s in den Walchensee abgeleitet wurde (Abb. 1, 9). Eine Wassermenge von über 25 m³/s wurde nur an etwa 50 Tagen überschritten. Ab einer Wassermenge von über 40 m³/s wurde der Ausleitungskanal geschlossen, um Schäden durch Geschiebe zu vermeiden, so dass in diesen Momenten die gesamte Wassermenge und das Geschiebe in das Isarbett gelangten.

Das am Krüner Wehr verbleibende Geschiebe wurde bis 1955 ausgebaggert. Im Jahre 1955 wurde schließlich ein Geschiebeleitwerk in Betrieb genommen, dass bei Hochwasser die Verfrachtung eines Teils des verbliebenen Geschiebes in das Flussbett unterhalb des Wehrs erlaubte. Trotzdem muss bis heute die Hälfte des etwa 30.000 m³ umfassenden Geschiebes ausgebaggert und abtransportiert werden (KARL et al. 1998, BILL 2000).

Abb. 9. Krüner Wehr, das zur Ausleitung einer Wassermenge von bis zu 25m ^{3}/s über einen Kanal in den Walchensee gebaut wurde (7. Juni 2013; Foto P. Poschlod).

Bis zum Jahre 1990 fiel das Flussbett aufgrund des fehlenden Abflusses unterhalb des Krüner Wehrs bis auf halber Strecke zur Rißbachmündung an über 300 Tagen im Jahr trocken. Dieser Zustand und die Bezeichnung dieses Flussabschnitts als „Flussleiche“ führten zur Gründung der Notgemeinschaft "Rettet die Isar jetzt" im Jahre 1974 (SPEER 1990, SCHAUER 1998). Die Forderung nach einem Mindestwasserabfluss führte erst 1990 zum Erfolg. Seit Mai 1990 wird unabhängig von der abgeleiteten Wassermenge ein Mindestwasserabfluss von 4,8 m³/s im Sommerhalbjahr bzw. 3 m³/s im Winterhalbjahr in das Isarbett geleitet. So findet seither etwa ein Drittel der Jahresabflussmenge seinen Weg in das Isarbett unterhalb des Wehrs (KARL et al. 1998).

Rißbachstollen

Im Jahre 1949 wurde der Rißbachstollen in Betrieb genommen, der das Wasser des Rißbachs bis zu einer Abflussmenge von 12 m³/s (MQ 8–9 m³/s) über einen unterirdischen Stollen dem Walchensee zuführt (Abb. 1). Wegen der Unterschreitung dieser Abflussmenge an durchschnittlich nur 93 Tagen und den hohen Schwankungen der Abflussmengen findet an dieser Stelle häufiger mit Hochwässern eine Geschiebeüberleitung in das Rißbachbett statt. So weist deshalb der Isarabschnitt ab Vorderriß eine wesentlich naturnähere Wasserführung und Geschiebedynamik auf als der zwischen Krün und Vorderriß (KARL et al. 1998, BILL 2000).

Sylvensteinspeicher

Aufgrund der Ableitungen am Krüner Wehr und des Rißbaches, sowie zweier weiterer Zuflüsse der Isar (heute auf Höhe des Sylvensteinspeichers), der Dürrach und der Walchen zur Speisung des auf österreichischer Seite liegenden Achenseekraftwerks (siehe Abb. 1),

wurde zur Niedrigwasseraufbesserung, aber auch zur Entlastung des gesamten Isartals bis zur Donau von Hochwässern im Jahre 1954 vom Bayerischen Landtag der Bau des Sylvensteinspeichers beschlossen. Der Höhenunterschied von Stauspiegel (750/752 ü. NN, maximal 767m ü. NN) und Unterwasser (Höhe des Absperrbauwerks 44 m) wird zudem zur Stromerzeugung in einem Kraftwerk genutzt.

Die Fertigstellung erfolgte im Jahre 1959. Jährlich fallen etwa je 60.000 m³ Grobgeschiebe, das regelmäßig ausgeräumt wird, und Schwebstoffe an (KARL et al. 1998).

Auswirkungen der wasserbaulichen Eingriffe

Bis zum Krüner Wehr weist die Isar trotz lokaler Kiesentnahme und Wildbachverbauungen einen fast natürlichen Wildflusscharakter bezüglich seiner Geschiebe- und Hochwasserdynamik und seiner Vegetationszonierung auf.

Krüner Wehr bis Einmündung der Vorderriß

Vor der Teilrückleitung limitierten lange Trockenphasen die Vegetationsentwicklung unterhalb des Krüner Wehrs bis zur Einmündung der Vorderriß (Abschnitte 1 und 2; vgl. Abb. 1, Tab. 5). Zum einen nahmen wegen der fehlenden Umlagerung die offenen Schotterflächen ab. Aufgrund der trockenen Standortbedingungen, die zum limitierenden Faktor der Vegetation wurden, nahmen auch die Weidengebüsche ab. Dagegen nahmen die Trocken-Kiefernwälder und Kalkmagerrasen zu (Tab. 5).

Die Teilrückleitung hatte zur Folge, dass in diesem Abschnitt der Oberen Isar aufgrund der jetzt für einen Wildfluss ungewöhnlich konstanten Wasserführung und der anteilsmäßig erhöhten Feinstofffracht insbesondere der Anteil der lückigen Weidengebüsche (in der Regel Weiden-Tamariskengebüsche) zugunsten der dichten Weidengebüsche (in der Regel Lavendelweiden-Gebüsche) abgenommen hat (Tab. 5). Die Trocken-Kiefernwälder und Kalkmagerrasen nahmen ebenso ab. Die offenen Schotterflächen und Pionierfluren hatten nur leichte Flächeneinbußen zu verzeichnen. An dieser Situation änderten auch die (Jahrhundert-)Hochwässer in den Jahren 1999, 2005 und 2013 wenig. So wurden nur geringe Teile der etablierten, dichten Weidengebüsche zerstört. Diese Weidengebüsche haben bis heute eine deutliche Flächenausdehnung, aber auch einen starken Zuwachs erfahren (BILL 2001, REICH et al. 2008).

Die Etablierung der dichten Weidengebüsche hat zudem dazu beigetragen, dass die Isar heute in diesem Gebiet nur mehr in einer Hauptrinne abfließt und eine wesentliche Umlagerung der Kiesbänke nicht mehr stattfindet (REICH et al. 2008). REICH et al. (2008) empfehlen deshalb eine modifizierte Bewirtschaftung des Krüner Wehrs und die Anhebung der Hauptrinnensohle, um eine Laufverlagerung in angrenzende, verbuschte Bereiche zu erzwingen. Diese Empfehlungen wurde vom Bayerischen Landesamt für Umwelt aufgegriffen. Ziel ist neben einer Verbesserung der Geschiebeumlagerung die gleichzeitige Verringerung der Feinteilablagerung, wozu eine Optimierung von Spülungen am Krüner Wehr beitragen soll (SCHAIPP & ZEHM 2009).

Abb. 10. Veränderung der Auensukzession zwischen Krün und Vorderriß bei Flußkm 243,4 nach der Ableitung eines Mindestwasserabflusses am Krüner Wehr im Jahre 1990. Oben vor der Teilableitung im Juli 1989; unten nach der Teilableitung im September 1995. Deutlich wird die Besiedlung der ehemaligen Schotterflächen mit Weidengebüschen (© Fotos T. Schauer).

Tabelle 5. Veränderungen der Flächenanteile von Lebensräumen bzw. Pflanzengemeinschaften (VF/Pf – vegetationsfreie Flächen und Pionierfluren; LW – lückige Weidengebüsche; DW – dichte Weidengebüsche; SKw/Kmr – Schneeheide-Kiefernwälder und Kalkmagerrasen) in Teilabschnitten der Oberen Isar zwischen Krüner Wehr und Sylvensteinspeicher zwischen 1858 und 2006 (nach REICH et al. 2008).

Jahr	VF/Pf (ha)	LW (ha)	DW (ha)	SKw/Kmr (ha)
Abschnitt 1: Fkm 247,6 (Finzbachmündung unterhalb Krüner Wehr) **bis Fkm 245,7** (Fläche 78,2 ha)				
1858	46,7	18,0	0,0	12,6
1921	53,5	14,0	2,4	4,4
1973/1976	26,7	12,5	2,4	32,2
1990	25,3	12,6	0,9	36,3
1993/1994	21,7	15,1	3,6	33,8
2006	23,3	8,8	15,3	26,9
Abschnitt 2: Fkm 244,0 (Einmündung Markgraben) **bis Fkm 242,0** (Fläche 56,3 ha)				
1858	34,0	13,4	0,0	6,5
1921	34,1	7,6	0,0	11,4
1973/1976	22,1	17,4	1,3	14,0
1990	20,9	19,5	0,8	14,3
1993/1994	14,2	22,7	5,5	13,2
2006	20,8	13,4	16,3	5,0
Abschnitt 3: Fkm 234,2 (Vorderiß unterhalb Rißbachmündung) **bis Fkm 232,0** (Fläche 49,9 ha)				
1858	29,0	0,4	0,0	19,3
1921	32,8	10,3	0,7	4,6
1973/1976	32,3	7,2	1,5	6,6
1990	35,5	7,4	1,3	2,8
1993/1994	36,0	6,7	2,7	2,9
2006	41,9	3,5	2,8	1,1

Vorderriß bis Sylvensteinspeicher

Ganz im Gegensatz zu den Entwicklungen im Abschnitt zwischen Krün und Vorderriß haben sich hier die vegetationsfreien Flächen bzw. Pionierfluren ausgedehnt und erreichten nach dem Hochwasser von 2005 ihren Höchststand. Allerdings nahmen auch hier die allerdings insgesamt nur geringe Flächen einnehmenden lückigen Weidengebüsche ab, die dichten Weidengebüsche aber nur in geringem Umfang zu. Die Zunahme der vegetationsfreien Flächen und Pionierfluren erfolgte weitgehend auf Kosten der Trocken-Kiefernwälder und Kalkmagerrasen (Tab. 5).

Sylvensteinspeicher bis Bad Tölz bzw. München

Die Tatsache, dass die Isar den Speichersee vollkommen geschiebefrei verlässt, führte im Folgelauf aufgrund des ungesättigten Transportvermögens zu einer Eintiefung und weitgehenden Abkopplung der Aue von der hydrologischen Dynamik. So gingen im unteren Teil der Oberen Isar sowie im Mittellauf die vegetationsfreien Flächen und Pionierfluren sowie Tamarisken-Weidengebüsche zugunsten von Grauerlenwäldern und Trocken-Kiefernwäldern weitgehend verloren. Dies wird durch eine vergleichende Analyse von Flurkarten, Kartierungen (SEIBERT 1958) und Luftbildauswertungen deutlich (Abb. 11; TAPPERT 2013). Dieses Schicksal teilt die Isar mit den anderen alpinen Wildflüssen. So finden sich bspw. am Lech auf einer Lauflänge in Deutschland von etwa 165 km mehr als 30 Staustufen (Abb. 12).

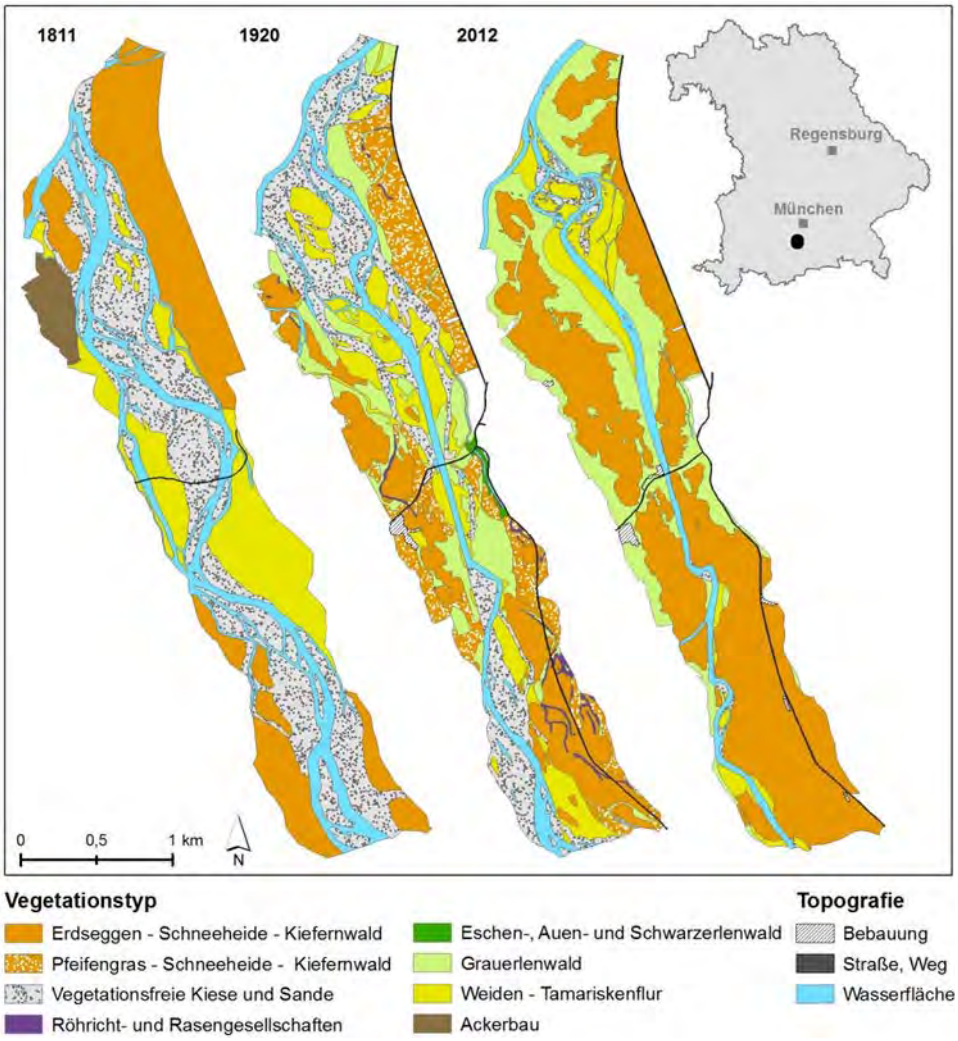

Abb. 11. Veränderungen des Verlaufs der Isar und der Vegetation in der Pupplinger Au seit dem Jahre 1811 (© Karten TAPPERT 2013, Karte 1920 verändert nach SEIBERT 1958).

Landnutzung in der Aue und ihre Bedeutung

Waldweide, Streu- und Gras- sowie in geringem Maße Holznutzung (SEIBERT 1958, HÖLZEL 1996) haben die Trocken-Kiefernwälder stark überprägt und zu der hohen Artenvielfalt beigetragen.

Seit wann die Waldweide an der Oberen Isar bzw. im Exkursionsgebiet existiert, kann nur vermutet werden. Die Region ist erst in der Bronzezeit besiedelt worden (GESELLSCHAFT FÜR ARCHÄOLOGIE IN BAYERN 2006). Da offene Wälder bevorzugt zur Beweidung aufgesucht wurden, dürfen wir davon ausgehen, dass eine Beweidung seit wenigstens etwas über 3.000 Jahren existiert. Beweidet wurden die Wälder nachweislich mit Rindern, Schafen und

Abb. 12. Staustufen mit Wasserkraftanlagen zur Energiegewinnung (> 1000 KW) in Bayern (© Karte: Sabine Fischer Kartengrundlage Bayer. Vermessungsverwaltung und LfU).

Ziegen sowie Pferden (HÖLZEL 1996). Das Weiderecht war verbrieft und neben der Streugewinnung eine der sog. Forstrechtsgrunddienstbarkeiten. So konnten die Flächen als Allmende von der lokalen Bevölkerung genutzt werden (EHRIG 1977).

Dazu wurde auch eine umfangreiche Weidepflege betrieben. Es erfolgte eine regelmäßige Entbuschung, wurden die Flächen insbesondere von Weiden und Grauerlen befreit (SCHRETZENMAYER 1950). Als Indikator für die Beweidung ist heute noch allerorts der Wacholder (*Juniperus communis*) im Unterwuchs zu finden. Seit Beginn des 20. Jahrhundert ist allerdings ein stetiger Rückgang der Beweidung zu beobachten (EHRIG 1977). Dies führte zu einer „Vergrasung“, die bereits von SEIBERT (1958) angedeutet wurden. Sie stellt u.a. ein Problem bei der Verjüngung der Kiefer dar, so dass vermehrt in diesen Wäldern wieder eine Beweidung zur Förderung der Verjüngung, aber auch zur Offenhaltung der Krautschicht eingeführt wird. Zudem führt sie zu einem zunehmenden Rückgang der Artenvielfalt. Seit 2010 wird am Mittellauf der Isar die Pupplinger Au bei Wolfratshausen deshalb (wieder) mit Rindern (Murnau-Werdenfelser) und Ziegen beweidet. Die beweideten Flächen sollen zudem in den nächsten Jahren (2016 bis 2020) im Rahmen des Teilvorhabens „Weideprojekt Isaraue“ innerhalb des vom BfN geförderten Bundesprojektes „Alpenflusslandschaften – Vielfalt leben von Ammersee bis Zugspitze“ bis zur Oberen Isar ausgedehnt werden. Dabei sollen auch Koppeln im Abschnitt zwischen Krün und Vorderriß eingerichtet werden. Aktuell mit der lokalen und genügsamen Rinderrasse Murnau-Werdenfelser (SAMBRAUS 2010) beweidete Flächen finden sich allerdings noch im Exkursionsgebiet bei und unterhalb Krün. Erste positive Ergebnisse zur Beweidung vergraster Buntreitgras-Kiefernwälder liegen vom Stadtwald Augsburg, der in den Lechauen südlich von Königsburg gelegen ist, vor. Die

ganzjährige Beweidung mit Przewalski-Pferden seit dem Jahre 2007 führte zur Reduktion der Grasschicht und zur Zunahme der lebensraumspezifischen Arten (HANAUER 2015).

Über die Streunutzung der alluvialen Kiefernwälder liegen keinerlei spezifische Aufzeichnungen vor. HÖLZEL (1996) beschreibt das Abplaggen von Schneeheide-Teppichen in *Erica carnea*-reichen Wäldern des Inntals sowie die Mahd von *Molinia*-reichen Beständen im Saalachtal bei Bad Reichenhall. Diese Nutzungsform führte zur zunehmenden Ausmagerung der Flächen, die konkurrenzschwache Arten begünstigte.

Literatur

BAYERISCHE STAATSREGIERUNG (2001): Schutz des Europäischen Netzes „Natura 2000". Bekanntmachung der der EU gemeldeten FFH-Gebiete und der Europäischen Vogelschutzgebiete Bayerns. Bekanntmachung des Bayerischen Staatsministeriums für Landesentwicklung und Umweltfragen. Vom 15. Oktober 2001 Nr. 62a-8645.4–2001/2. – Allgemeines Ministerialblatt der Bayerischen Staatsregierung Nummer 14 (11): 541–614.

BILL, H.-C. (2000): Besiedlungsdynamik und Populationsbiologie charakteristischer Pionierpflanzenarten nordalpiner Wildflüsse. – Wissenschaft in Dissertationen 557: 1–202. Görich & Weiershäuser, Marburg.

BILL, H. (2001): Die Obere Isar – letzte Reste einer bayerischen Wildflusslandschaft. – Laufener Seminarbeitr. 3/01: 35–45.

BILL, H.-C., SPAHN, P., REICH, M. & PLACHTER, H. (1997): Bestandsveränderungen und Besiedlungsdynamik der Deutschen Tamariske (*Myricaria germanica*). – Z. Ökologie Naturschutz 6: 137–150.

BILL, H.-C., POSCHLOD, P., REICH, M. & PLACHTER, H. (1999): Experiments and observations on seed dispersal by running water in an Alpine floodplain. – Bull. Geobot. Inst. ETH 65: 13–28.

BUTTLER, K.P. & HAND, R. (2008): Liste der Gefäßpflanzen Deutschlands. – Kochia, Beiheft 1: 1–107.

CHRISTENSEN, K.L. (1987): Taxonomic revision of the *Pinus mugo* complex and *P. rhaetica* (*P. mugo* x *sylvestris*) (*Pinaceae*). – Nord. J. Bot. 7: 383–408.

EHRIG, F.R. (1977): Walddegradation und Waldsanierung im Raum von Garmisch-Partenkirchen. – Erdkunde 31: 33–44.

ELLENBERG, H. (1996): Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen. – 5. Aufl., Ulmer, Stuttgart.

GERNDT, S. (1978): Unsere bayerische Landschaft. Ein Naturführer. – Prestel, München.

GESELLSCHAFT FÜR ARCHÄOLOGIE IN BAYERN (Ed.) (2006): Archäologie. Fenster zur Vergangenheit in Bayern. – Friedrich Pustet, Regensburg.

HANAUER, M. (2015): Comparative ecological and functional analysis of grazing systems. – Diss., Univ. Regensburg.

HOFMANN, J. (1883): Flora des Isar-Gebietes von Wolfratshausen bis Deggendorf. – Selbstverlag des botanischen Vereins in Landshut, Landshut.

HÖLZEL, N. (1996): Schneeheide-Kiefernwälder in den mittleren Nördlichen Kalkalpen. – Laufener Forschungsber. 3: 1–192.

KARL, J., MANGELSDORF, J., SCHEUERMANN, K., LENHART, B., SEITZ, G., JÜRGING, P., SCHAUER, T., MISCHLER, T., HUBER, F., HEBAUER, F., HAUSMANN, A., BINDER, W. & GRÖBMAIER, W. (1998): Die Isar – ein Gebirgsfluß im Wandel der Zeiten. – Jahrb. Ver. z. Schutz d. Bergwelt 63: 1–130.

KÜNNE, H. (1974): Rote Liste bedrohter Farn- und Blütenpflanzen in Bayern. – Schriftenr. Naturschutz Landschaftspfl. 4: 1–43.

KÜSTER, H. (2001): Die Geschichte der Vegetation am Lech seit der letzten Eiszeit. – Laufener Seminarbeitr. 3/01: 9–11.

LIPPERT, W. & MEIEROTT, L. (2014): Kommentierte Artenliste der Farn- und Blütenpflanzen Bayerns. – Selbstverlag der Bayerischen Botanischen Gesellschaft, München.

MICHELER, A. (1956): Die Isar vom Karwendel-Ursprung bis zur Mündung in die Donau. Schicksal einer Naturlandschaft. – Jahrb. Ver. z. Schutz d. Alpenpfl. und -tiere 21: 15–46.

MÜLLER, N. (1991a): Veränderungen alpiner Wildflußlandschaften unter dem Einfluß des Menschen. – Augsbg. Ökologische Schr. 2: 9–30.

MÜLLER, N. (1991b): Verbreitung, Vergesellschaftung und Rückgang des Zwergrohrkolbens (*Typha minima* Hoppe). – Hoppea, Denkschr. Regensb. Bot. Ges. 50: 323–341.

MÜLLER, N. (2007): Zur Wiederansiedlung des Zwergrohrkolbens (*Typha minima* Hoppe) in den Alpen – eine Zielart alpiner Flusslandschaften. – Natur in Tirol 13: 180–193.
MÜLLER, N. & BÜRGER, A. (1990): Flußmorphologie und Auenvegetation des Lech im Bereich der Forchacher Wildflußlandschaft. – Jahrb. Ver. z. Schutz d. Bergwelt 55: 123–154.
MÜLLER, N. & MÜLLER, V. (1998): Veränderungen der Vegetation alpiner Flußauen in den letzten 100 Jahren. – In: MÜLLER, N. (Ed.): Zur Vegetation der Nordalpen und des Alpenvorlandes. Exkursionsführer zur 48. Jahrestagung der Floristisch-soziologischen Arbeitsgemeinschaft. – Wißner, Augsburg: 95–124 pp.
PFEUFFER, E. (2010): Der Lech. – Wißner, Augsburg.
POSCHLOD, P. (1996): Das Metapopulationskonzept – eine Betrachtung aus pflanzenökologischer Sicht. – Z. Ökologie Naturschutz 5: 161–185.
POSCHLOD, P., KLEYER, M., JACKEL, A.-K., DANNEMANN, A. & TACKENBERG, O. (2003): BIOPOP – a database of plant traits and internet application for nature conservation. – Folia Geobot. Phytotaxon. 38: 263–271.
REGIERUNG VON OBERBAYERN (1983): Verordnung über das Naturschutzgebiet „Karwendel und Karwendelvorgebirge". – Amtsblatt 1/1983: 10–13.
REICH, M., BARGIEL, D. & RÜHMKORF, H. (2008): Die Obere Isar zwischen Fkm 253 und Fkm 232: Veränderungen der Vegetationsverhältnisse zwischen 1858 und 2006, Auswirkungen der Hochwasser 1999 und 2005 und Situation und Perspektive ausgewählter Zielarten. Gutachten im Auftrag des Bayerischen Landesamtes für Umwelt und des Wasserwirtschaftsamtes Weilheim. Institut für Umweltplanung, Leibniz Universität Hannover, Hannover.
RENNWALD, E. (Ed.) (2002): Verzeichnis und Rote Liste der Pflanzengesellschaften Deutschlands. – Schriftenr. Vegetationskd. 35: 1–820.
RINGLER, A. (2015): *Erico-Pinion* braucht Natura 2000. Schneeheide-Kiefernwälder der Nordalpen, ihre Zukunft und aktuellen Probleme. – Jahrb. Ver. z. Schutz d. Bergwelt 80: 63–124.
SAMBRAUS, H.H. (2010): Gefährdete Nutztierrassen. Ihre Zuchtgeschichte, Nutzung und Bewahrung. – 3. Aufl., Ulmer, Stuttgart.
SCHAIPP, B. & ZEHM, A. (2009): Abschlussbericht des LfU zur Oberen Isar zum Gutachten von Prof. Dr. Reich und eigenen Untersuchungen zum Geschiebemanagement. – Bayerisches Landesamt für Umwelt, Augsburg.
SCHAUER, T. (1998): Die Vegetationsverhältnisse an der Oberen Isar vor und nach der Teilrückleitung. – Jahrb. Ver. z. Schutz d. Bergwelt 63: 131–183.
SCHEUERER, M. & AHLMER, W. (2003): Rote Liste gefährdeter Gefäßpflanzen Bayerns mit regionalisierter Florenliste. – Schriftenr. Bayer. Landesamt Umweltschutz 165: 1–372.
SCHÖNFELDER, P. (1986): Rote Liste gefährdeter Farn- und Blütenpflanzen Bayerns. – Schriftenr. Bayer. Landesamt Umweltschutz 72: 1–77.
SCHRETZENMAYER, M. (1950): Die Sukzessionsverhältnisse der Isarauen südlich Lenggries. – Ber. Bay. Bot. Ges. 28: 19–63.
SCHWEINGRUBER, F. & POSCHLOD, P. (2005): Growth rings in herbs and shrubs: life span, age determination and stem anatomy. – Forest Snow Landsc. Res. 79: 195–415.
SEIBERT, P. (1958): Die Pflanzengesellschaften im Naturschutzgebiet „Pupplinger Au". – Landschaftspfl. Vegetationskd. 1: 1–79.
SPEER, F. (1990): Isarflimmern. – DAV Panorama 51 (2): 26–34.
SUCK, R. & BUSHART, M. (2012): Potentielle Natürliche Vegetation Bayerns. Erläuterungen zur Übersichtskarte 1 : 500 000. – Bayerisches Landesamt für Umwelt, Augsburg.
TAPPERT, L. (2013): Veränderung der Vegetation und Populationsstruktur von *Myricaria germanica* entlang der Isar zwischen 1811 und 2012. – Bachelorarbeit, Universität Regensburg.
WAGNER, A. (2000): Minerotrophe Bergkiefernmoore im Alpenvorland. – Diss. TUM-Weihenstephan.
ZEHM, A. (2013): Ergebnisse zur Umfrage *Chondrilla chondrilloides* (Alpen-Knorpellattich). – Newsl. Bot. Bayern Nr. 19/13: 1.

Tuexenia Beiheft 9: 107–117. Osnabrück 2016.

Das Streuwiesen-Zeitalter der Grundwassermoore und die Bewaldung der Regenmoore als Spiegel der jüngeren Landnutzungs- und Umweltgeschichte im Alpenvorland

Peter Poschlod & Sabine Fischer

1. Einführung in das Exkursionsgebiet

Am Beispiel der im Rahmen dieser Exkursion besuchten Moore sollen weniger die Flora und Vegetation, als beispielhaft die Auswirkungen des technischen Fortschritts auf großmaßstäblicher Ebene (Moorlandschaft, Moore) diskutiert werden. In diesem Falle stehen zum einen die Auswirkung des Eisenbahnbaus im Alpenvorland auf die Streuwiesenkultur, zum anderen die Auswirkungen von durch die intensive Landnutzung verursachten atmosphärischen Stickstoffeinträgen auf die Bewaldung der Regenmoore im Mittelpunkt der Exkursion.

Der erste Exkursionspunkt sind die Loisach-Kochelsee-Moore (Abb. 1). Sie liegen in den Landkreisen Weilheim-Schongau, Bad Tölz-Wolfratshausen und Garmisch-Partenkirchen westlich von Benediktbeuern (Blätter 8233 Iffeldorf, 8234 Penzberg, 8333 Murnau am Staffelsee und 8334 Kochel am See der Topographischen Karte 1 : 25 000). Das Moorgebiet befindet sich an der südlichen Grenze des Naturraumes Ammer-Loisach-Hügelland (GERNDT 1978) und ist heute FFH-Gebiet (DE 8334–371; BAYERISCHE STAATSREGIERUNG 2001).

Der letzte Exkursionspunkt ist das Schemer Filz (Abb. 1). Es liegt im Landkreis Bad Tölz-Wolfratshausen im Tal der Jachen südlich von Lenggries (Blatt 8335 Lenggries der Topographischen Karte 1 : 25 000). Das Moor gehört zum Naturraum Kocheler Berge (GERNDT 1978) und ist Teil des FFH-Gebiets „Jachenau und Extensivwiesen bei Fleck“ (DE 8334–372; BAYERISCHE STAATSREGIERUNG 2001). Im Arten- und Biotopschutzprogramm von 1997 ist es als „Hochmoor von bundesweiter Bedeutung“ aufgeführt (ABSP 1997).

2. Geologie

Sowohl die Loisach-Kochelsee-Moore als auch das Schemer Filz liegen in dem vom Isar-Loisach-Gletscher während der Würmeiszeit überformten Gebiet. Der Gletscher bestand aus vier Eisströmen. Dies waren der westliche, relativ kleine Ammergauer Gletscher, der nach Osten darauf folgende Loisach-Gletscher, dessen Zungenbeckenrelikt der Ammersee darstellt und der sich nach Norden bis Grafrath im Westen von München erstreckte, der Walchensee-Kochelsee-Strom, der das Becken des Starnberger Sees aushobelte und schließlich der eigentliche Isar-Gletscher, der bis nach Holzkirchen reichte (GERNDT 1978, MEYER & SCHMIDT-KALER 2002).

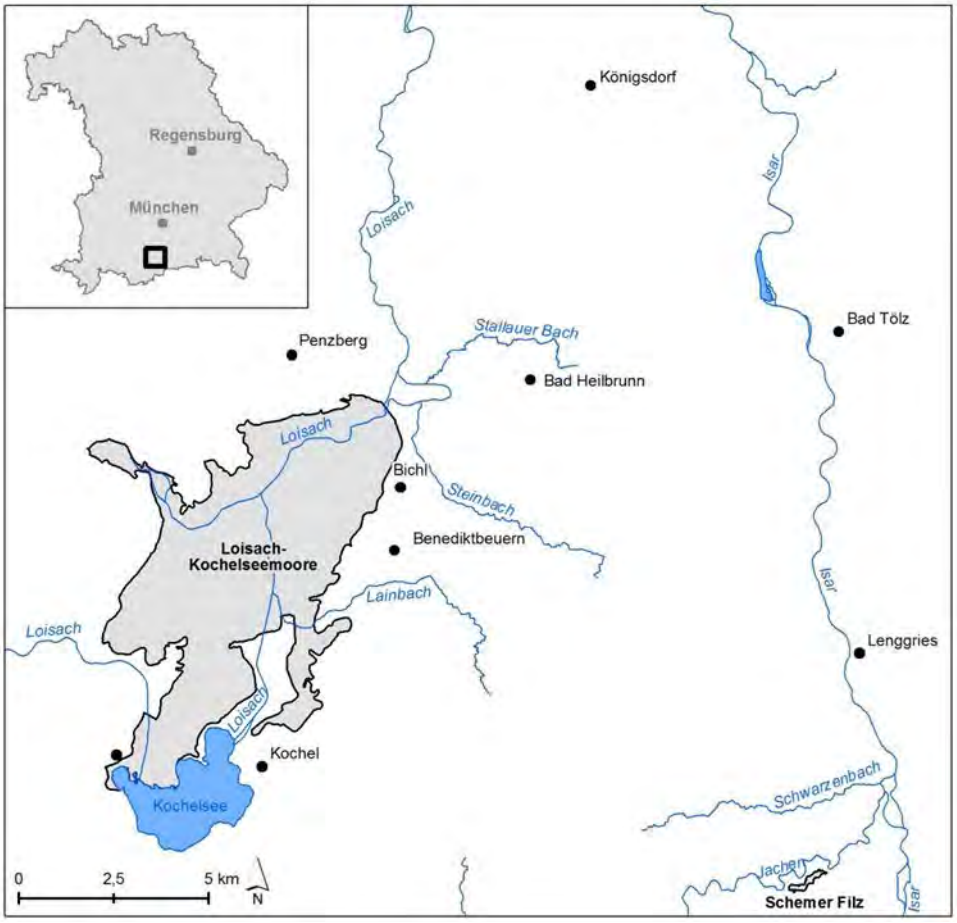

Abb. 1. Lage der Loisach-Kochelsee-Moore und des Schemer Filzes (© Karte Sabine Fischer).

Die Loisach-Kochelsee-Moore sind mit über 3.000 ha Ausdehnung eines der größten zusammenhängenden Moorvorkommen in Südbayern (SCHUCH & MEINDL 1985). Sie haben sich nach dem Abfließen des eiszeitlichen Sees im Stammbecken der Walchen-Kochel-Gletscherzunge nach PAUL & RUOFF (1932) weitgehend durch Versumpfung, aber auch durch Verlandung von Restseen entwickelt (SCHUCH & MEINDL 1985). Sie wurden in der Folge immer wieder überflutet, so dass sie zeitweise Überflutungsmoore repräsentierten bzw. auch heute noch repräsentieren. Im Osten des Moorgebeits, westlich von Benediktbeuern, hat sich zudem ein Hangmoor entwickelt. Im Zentrum sowie im Süden sind auf die Versumpfungs- bzw. Überflutungsmoore schließlich Regenmoore aufgewachsen. Heute sind alle Moorteile anthropogen überformt.

Das Schemer Filz liegt auf 725 m ü. NN im Tal der Jachen, das von einem Gletscherzweig der Walchen-Kochel-Gletscherzunge geformt wurde. Es gilt als „fast unberührtes Hochmoor auf einer langgestreckten plateau-artigen Verebnungsfläche zwischen Rauchenberg und Jachen“ (LAFORCE & SCHUCH 1991). Das Moor ist aus einer Versumpfung des Plateaus nach Ablauf eines Eisstausees hervorgegangen und stellt heute ein Versumpfungs-Regenmoor dar (LAFORCE & SCHUCH 1991).

3. Klima

Die beiden Moorgebiete liegen im Einflussgebiet der Alpen und des Föhns. Die Jahresmitteltemperaturen sind aufgrund der häufigen Föhnwetterlagen vergleichsweise hoch und betragen 7 bis 8 °C. Die Niederschläge der nächstgelegenen Wetterstation Bad Tölz liegen bei über 1.500 mm (BAYKLIMFOR 1996).

4. Kulturgeschichte der Loisach-Kochelsee-Moore oder „wie die Streuwiesenkultur durch den Eisenbahnbau im 19. Jahrhundert entstand“

Die Loisach-Kochelsee-Moore wurden bereits Anfang des 19. Jahrhunderts in großen Teilen als „Mooswiesen“ genutzt (Abb. 2). Die Inkulturnahme begann wahrscheinlich bereits im 8. Jahrhundert mit der Gründung des Klosters Buron (heute Benediktbeuern; LOY 2008). LOY (2008) nennt dazu für das Moor Entwässerungsmaßnahmen. Eine intensivere Landnutzung fand aber nur auf den dem Moor angrenzenden Flächen statt. Die Landwirtschaft wurde dort bis ins 19. Jahrhundert noch als Subsistenzwirtschaft (Selbstversorgung) betrieben. Im Gegensatz zu heute dominierte der Ackerbau, der aber wegen der hohen Niederschläge und der dadurch bedingten Nährstoffauswaschungen nur als Feldgras-Wechselwirtschaft in Form der sogenannten Egert- oder Egartwirtschaft (Egert/Egart von „*âgartia, âgertia, âgerta = ungezäuntes, ungehegtes, der weide preis gegebnes ackerland*“ [GRIMM & GRIMM 1854–1960] bzw. „*Äcker, worauf man in einem Jahr Getreide, im folgenden Gras wachsen läßt*“ [BADER 1973]) ausgeprägt war. Der begrenzende Faktor für den Ackerbau war das Vieh als Düngerlieferant. Dieser Dünger in Form von Mist wurde durch die Bereitstellung von Heufutter aus den „moosigen Wiesen“ (Karte von 1811, Abb. 2) gesichert. Wiesen wurden deshalb zu dieser Zeit als „die Mutter des Ackers“ bezeichnet (POSCHLOD 2015). Zwar dürften die „moosigen Wiesen“ in großen Teilen eher als extensive Weide denn als Futterwiese genutzt worden sein. Die Überflutungsmoor-Standorte im Bereich der Loisach boten aber als natürlich nährstoffreiche Standorte ausreichende Voraussetzungen für die Nutzung als Futterwiese.

Erst die verkehrstechnische Erschließung des Alpenvorlands durch die Eisenbahn in der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts (MAGES 2010) ermöglichte den Landnutzungswandel zur heute dominierenden Grünland- bzw. Milchwirtschaft und damit die „Vergrünlandung“ des Alpenvorlandes. Mit dem Bau der Bahnlinien gegen Ende des 19. Jahrhunderts entfiel der Zwang zur Selbstversorgung. „*Getreide wurde durch die Eisenbahn beliebig verkehrsfähig*“ (MAGES 2010). Ausschlaggebend für diese Entwicklung im Exkursionsgebiet war die Eröffnung der Eisenbahnlinie von Tutzing nach Penzberg im Jahre 1865 und von Penzberg nach Kochel im Jahre 1898 (BAUER & MOY 1998).

Allerdings führte die Aufgabe des Ackerbaus und der Strohproduktion nun zu einem Mangel an Einstreumaterial. Dieser Mangel war es dann, der in der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts die Entwicklung der Streuwiesenkultur in Gang setzte. Der frei werdende Dünger konnte zudem zur „Verbesserung“ der Futterwiesen eingesetzt werden und führte in Verbindung mit den verbesserten technischen Möglichkeiten der Entwässerung von Moorgebieten zur Entstehung nährstoffreicherer Grünlandgesellschaften (GANZERT 1996, POSCHLOD 2015). Im Falle des Exkursionsgebietes trug auch die Begradigung und Vertiefung der Loisach in den Jahren 1903 bis 1904, 1924 sowie 1949 und 1950 dazu bei (GANZERT 1990).

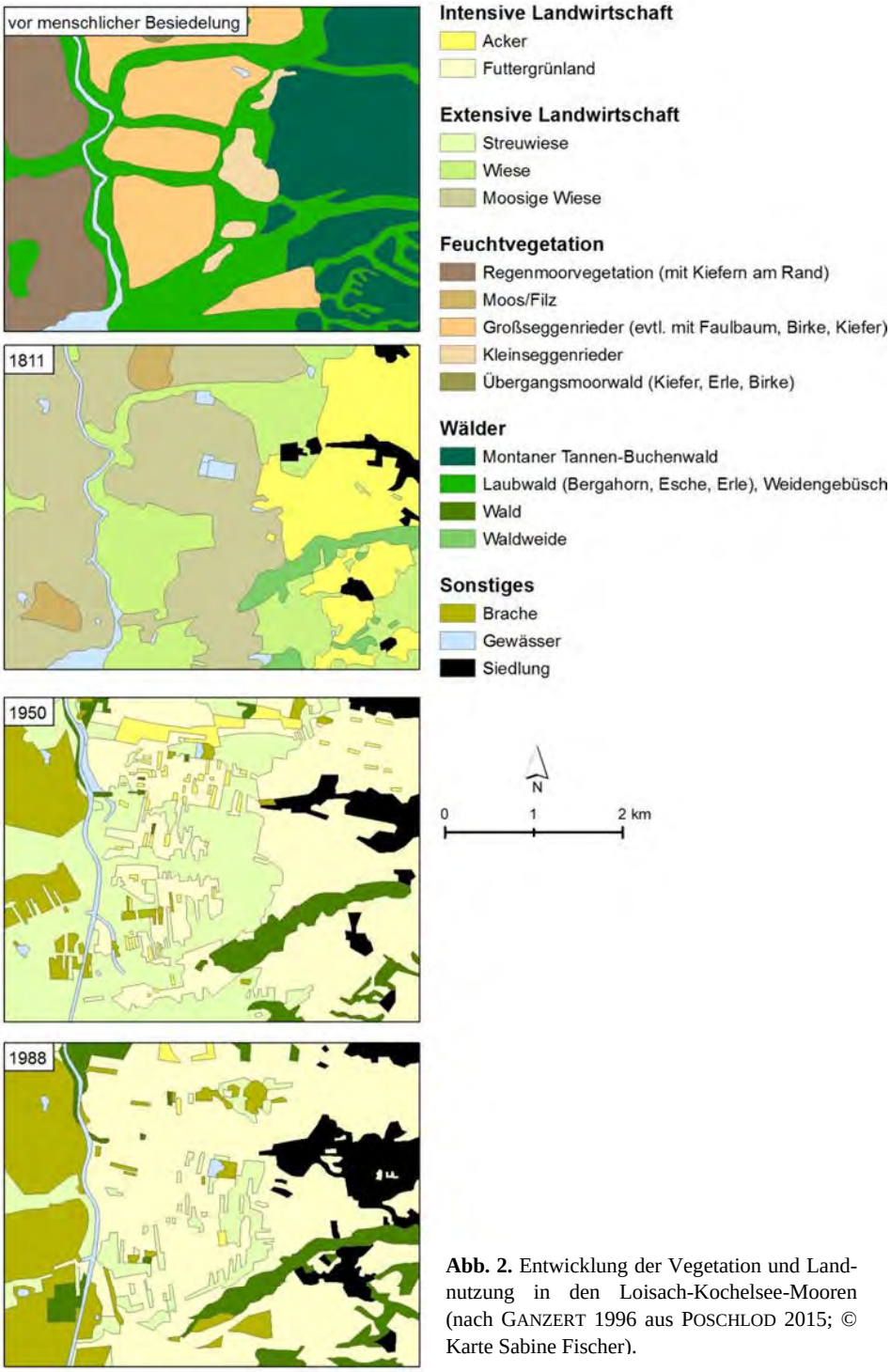

Abb. 2. Entwicklung der Vegetation und Landnutzung in den Loisach-Kochelsee-Mooren (nach GANZERT 1996 aus POSCHLOD 2015; © Karte Sabine Fischer).

Begünstigt wurde der Entwicklungsprozess der Streuwiesenkultur auch durch die zunehmende Erkenntnis der Schädlichkeit des Streurechens in den Wäldern (FISCHBACH 1864, NEY 1869, RADLMAIER et al. 1999) und die beginnende Stallhaltung. Treffend beschreibt diese Situation schreibt WALZ (1850): „*Die Uebergänge aus der Weidwirthschaft in die Stallfütterung waren häufig viel zu rasch, ja ich kenne selbst Gemeinden, wo der Gemeinderath im Herbst den Beschluß faßte, im nächsten Sommer in der Gemeinde die Stallfütterung einzuführen, ohne daß auch nur ein Morgen Klee in der Brache angebaut war! Da entstand dann sogleich Streunoth … Man predigte diesen Leuten lange: ‚behaltet euer Vieh im Stalle, es vertragt euch ja beim Weidgang allen Dünger!‘ Zuletzt glaubten sie's und führten auf obige Weise Stallfütterung ein*“.

Tatsächlich ist der Begriff „Streuwiese“ sehr jung. Er wurde erst Mitte des 19. Jahrhunderts geprägt (HÄFENER 1847). STEBLER (1897) definiert ihn folgendermaßen: „*Streuwiesen sind solche Wiesen, bei welchen der Ertrag zur Einstreu unter das Vieh verwendet wird …*“. Ende des 19. Jahrhunderts waren aufgrund des Landnutzungswandels die Streuwiesen zudem häufig die wertvollsten landwirtschaftlichen Flächen überhaupt. So schreibt STEBLER (1898) in seinem Zeitdokument *Die besten Streuepflanzen*: „*Die Spitzsegge* (= Schlank-Segge, *Carex acuta*, alter Name *C. gracilis*) *ist eine der ergiebigsten und besten Streuepflanzen der tiefer gelegenen, periodisch überschwemmten oder künstlich bewässerten Streuewiesen*“. Und weiter: „*Die wertvollsten Streuewiesen der Schweiz, die wir kennen, sind Spitzseggenwiesen. Es sind das die an der Straße unterhalb des Dorfes Gossau (Kanton Zürich) gelegenen Streuewiesen, welche künstlich bewässert werden*“. Und: „*Der Jahresertrag wird per Juchart auf 150–200 Ctr. dürre Streue berechnet. Dementsprechend sind diese Wiesen höher gewertet als selbst die besten Futterwiesen und werden auch demnach bezahlt*“. Es war daher nur zu verständlich, dass die Landwirte des Alpenvorlandes die Anlage von Streuwiesen förderten. Streuwiesen wurden, wo nur möglich, künstlich angelegt. So ließ man z. B. in Oberschwaben zu diesem Zweck zahlreiche Weiher ab und richtete auf deren Grund Streuwiesen ein. Der Entwicklung der Streuwiesenvegetation wurde durch Bodenbearbeitung, Bewässerung, aber auch Einsaat und Setzen von Stecklingen nachgeholfen (POSCHLOD 2015). Auch die Umwandlung von Futterwiesen in Streuwiesen wurde beschrieben (STEBLER 1898): „*Diese Umwandlung kann auf mehrfache Weise erreicht werden:*

1. Durch mehrere Jahre hindurch fortgesetzten späten Schnitt.
2. Durch Unterlassung der Düngung.
3. Durch Bewässerung.
4. Durch Nachsaat von Samen.
5. Durch Nachpflanzung von Streuesetzlingen“.

Letztere Vorgehensweise ist detailliert für die Schlank-Segge (*Carex acuta*) beschrieben: „*Die Anzucht aus Samen ist nicht zu empfehlen, da der Samenansatz sehr gering ist, diese sehr leicht abfallen und schwer keimfähig sind. … Da sich die Keimpflanzen nur sehr langsam entwickeln, werden sie vom Unkraut leicht unterdrückt … Dagegen ist die Vermehrung durch Teilung älterer Stöcke leicht. Früh im Frühjahr werden zu diesem Behufe ältere Stöcke ausgegraben, zerteilt und solche Teilstöcke in Entfernungen von etwa 1 Meter ausgepflanzt. Es ist dies durchaus keine zeitraubende Arbeit.*“ Auch andere Autoren beschrieben, dass „*für die Einführung einer rationellen Streukultur … die Anlegung einer Seggenschule eine wesentliche Vorbedingung*“ sei (NOWACKI 1887). Stebler schrieb weiter: „*Thatsächlich werden diese Wege zur Anlage von Streuewiesen auch schon vielfach angewendet.*“ Folgende Erfahrungen mit diesen Verfahren werden aus verschiedenen Orten berichtet, wie etwa aus Mühlau: „*Wenn in alten Rasen Riedsamen gesät und dieser mit Kettenegge eingeeggt*

wird, so entsteht eine Streuewiese. Der Erfolg ist befriedigend, wenn der Boden gut." Oder aus Mettendorf: „*Wenn das Heugras nicht gemäht wird, so nimmt das eigentliche Streuegras von Jahr zu Jahr überhand und geht das Futtergras weg. Es werden so Erträge erzielt, die sich im Werte höher stellen, als geringes Futter*."

Daher ist es nicht verwunderlich, dass nun auch über die Zucht geeigneter Streuepflanzen (Tab. 1) nachgedacht wurde. In Bayern wurden noch in den 30er-Jahren des 20. Jahrhunderts an der Bayerischen Landesanstalt für Moorforschung Pfeifengräser verschiedener Herkunft angebaut, um „*eine vorteilhafte Rasse ausfindig zu machen*" (PAUL 1934). Nach KONOLD & HACKEL (1990) stand das Pfeifengras zu diesem Zeitpunkt an der Schwelle zur Kulturpflanze. STEBLER (1898) schrieb dazu: „*Es ist das Verdienst luzernischer Landwirte, das Besenried* (= Pfeifengras, *Molinia caerulea*; Anm. d. Aut.) *zuerst in Kultur genommen zu haben, namentlich des Richters Franz Ottiger in Wahligen bei Rothenburg und des Großrates Sigrist in Inwil. Ersterer hat das Gras seit 1872 in Kultur und letzterer pflanzt es seit etwa zwanzig Jahren. Das Besenried ist diejenige Streueart, welche in bei Weitem ausgedehntestem Maße in Kultur ist und auf allen Bodenarten, welche nicht bewässert werden können und nicht sauer sind, den größten Ertrag abwirft. Die Kultur ist außerordentlich einfach und der Betrieb mit den denkbar geringsten Spesen verbunden*" (STEBLER 1898). Und weiter: „*Die Kultur des Besenriedes geschieht durch Aussaat von Samen*". Die Bedeutung der Streuwiesenkultur wird auch durch die Nennung von Streuwiesenunkräutern (Tab. 2) und deren Bekämpfungsmöglichkeiten unterstrichen, so bei der Kultur der „Spitzseggenwiese": „*Die schädlichsten Unkräuter der Spitzseggenwiese sind das Moos und die ‚Filzgräser', wie das gemeine Rispengras* (*Poa trivialis*) *und das kriechende Straußgras* (*Agrostis stolonifera*) *genannt werden. … Durch scharfes Eggen könnte man der Entwicklung etwas Einhalt thun.*"

Tabelle 1. Streuewert und Ertrag der „wertvollsten Streuepflanzen" nach STEBLER (1898) aus POSCHLOD (2015).

Deutscher Name	Wissenschaftlicher Name	Streuewert	Ertrag
Zweizeilige Segge	*Carex disticha*	vorzüglich	gut
Steife Segge	*Carex elata*	vorzüglich	gut
Schlank-Segge	*Carex acuta*	vorzüglich	sehr gut
Buxbaum-Segge	*Carex buxbaumii*	vorzüglich	ziemlich gut
Schnabel-Segge	*Carex rostrata*	vorzüglich	ziemlich gut
Blasen-Segge	*Carex vesicaria*	vorzüglich	ziemlich gut
Sumpf-Segge	*Carex acutiformis*	vorzüglich	gut
Ufer-Segge	*Carex riparia*	vorzüglich	gut
Wald-Simse	*Scirpus sylvaticus*	gut	ziemlich gut
Schmalblättriges Wollgras	*Eriophorum angustifolium*	gut	ziemlich gut
Stumpfblütige Binse	*Juncus subnodulosus*	vorzüglich	gut
Rohrglanzgras	*Phalaris arundinacea*	vorzüglich	gut
Gewöhnliches Schilf	*Phragmites australis*	gut	gut
Wasser-Schwaden	*Glyceria maxima*	vorzüglich	gut
Pfeifengras	*Molinia caerulea*	vorzüglich	gut
Adlerfarn	*Pteridium aquilinum*	gut	mittel

Tabelle 2. Ausgewählte „pflanzliche Schädlinge“ in Streuwiesen nach STEBLER (1898: „*Als Unkräuter am schädlichsten sind auf Streuwiesen folgende Pflanzenarten*“) und empfohlene Maßnahmen der Bekämpfung (aus POSCHLOD 2015).

Deutscher Name	**Wissenschaftlicher Name**	**Bekämpfung**
Sumpf-Läusekraut	*Pedicularis palustris*	„Streueteufel“; Ausreißen der Pflanzen vor dem Samenabfall oder Abschneiden
Kleiner Klappertopf	*Rhinanthus minor*	Ausreißen, frühzeitiges Abmähen oder Abweiden, Bewässerung
Gewöhnlicher Augentrost	*Euphrasia officinalis*	Bewässerung
Echtes Mädesüß	*Filipendula ulmaria*	Schnitt zur Blütezeit; Einsaat von Rohrglanzgras; Umbruch und frischer Bebau mit Streuepflanzen
Riesen-Goldrute	*Solidago gigantea*	„Streuepest“; mehrmalige Mahd im Sommer
Weidenblättriger Alant	*Inula salicina*	Keine Angaben
Teufelsabbiß	*Succisa pratensis*	Keine Angaben
Kratzdistel (Sumpf-, Bach-, Kohl-K.)	*Cirsium* spp. (*C. palustre*, *C. rivulare*, *C. oleraceum*)	Keine Angaben
Moose	*Calliergonella cuspidata*, *Bryum* spp., *Aulacomnium palustre*, *Polytrichum commune* u. a.	Auseggen, Düngung mittels Kalk oder phosphorsäure- und kalireichen Düngemitteln

Diese Entwicklung wurde schließlich in den 60er-Jahren des 20. Jahrhunderts wieder umgekehrt. Mit der Verbilligung des Erdöls als Energieträger konnte der Mineraldüngereinsatz und damit auch der Futterwert und die Schnittzahl in den Futterwiesen erhöht werden. Diese Steigerung der Nutzungsintensität ging mit dem Wechsel von Fest-/Stallmistdüngung zur Gülledüngung und mit Änderungen in der Stallhaltung einher (POSCHLOD 2015). Die Einstreu in den Ställen wurde durch die Einrichtung von Spaltenböden (Teil- oder Vollspaltenböden) abgelöst (METHLING & UNSHELM 2002). Damit war der Rückgang der Streuwiesenkultur eingeleitet, der zu ihrem fast vollkommenen Zusammenbruch führen sollte (siehe Karte 1988, Abb. 2; vgl. dazu auch ABT 1991). Der größte Teil der Streuwiesenflächen wurde in Futterwiesen umgewandelt. Einen weiteren Teil ließ man brachfallen, und zahlreiche Flächen wurden auch aufgeforstet (ABT 1991).

Im Exkursionsgebiet wurde diesem Trend in gewissem Umfang durch die Gründung von Landschaftspflegehöfen, die vom Zentrum für Umwelt und Kultur (ZUK) am Kloster Benediktbeuern, das 1988 von der Ordensgemeinschaft der Salesianer Don Boscos initiiert wurde, entgegen gesteuert. So haben seit 1992 drei Familien auf der Grundlage eines umfassenden Pflege- und Entwicklungskonzeptes im Auftrag der Regierung von Oberbayern und der Landkreise Bad Tölz-Wolfratshausen, Weilheim und Garmisch-Partenkirchen entweder als Eigentümer oder als Pächter im Loisach-Kochelsee-Moor über 160 ha Streuwiesen wieder in Pflege genommen. Ein weiterer Schwerpunkt, der vom ZUK betreut wird, ist die teilweise Renaturierung (z. B. Wiedervernässung von Regenmoorflächen, Aushagerung von intensiv genutzten Futterwiesen; siehe http://www.zuk-bb.de/zuk/landschaft/) des Klosterlandes in den Loisach-Kochelsee-Mooren (LOY 2008).

5. Stickstoffeinträge führen zur Bewaldung der Regenmoore im Alpenvorland

Die Bewaldung der Regenmoore ist ein seit längerer Zeit beschriebenes Phänomen und wurde bisher Entwässerungsmaßnahmen, meist zum Zwecke des Torfabbaus seit dem 19. Jahrhundert, zugeschrieben (POSCHLOD 1990). Dies wird auch am Beispiel des Schemer Filzes deutlich.

Abb. 3. Luftbilder des Schemer Filzes aus den Jahren 1945 (oben) und 2009 (unten). (© Luftbild und Orthophoto Bayerische Vermessungsverwaltung).

Die zentrale Hochmoorweite, die durch offene Schlenken (u. a. mit *Drosera anglica* und *Lycopodiella inundata*) und einzelne kleine Schwingrasenflächen gekennzeichnet ist, geht zum Rand hin in ausgedehnte, mehr oder weniger dichte Bestände der Latsche (*Pinus mugo*) über; in den äußeren Randbereichen kommen daneben auch Moorkiefern/Spirken (*Pinus* x *rotundata*) vor. Der Moorrand bzw. das bis zu 5 m hohe Randgehänge, das v. a. im Süden stark ausgeprägt ist, ist durch Fichten besiedelt.

Während der in Privathand liegende westliche Teil des Moores nur durch eine „Nord-Süd verlaufende Schotterstraße“ gestört wurde, der einen vergleichsweise geringen Einfluss auf das Moor hat, führte im östlichen Teil, der im Besitz der Staatsforsten ist, ein heute weitgehend verfallenes Entwässerungssystem in Form von neun 20 bis 350 m langen Gräben (Abstand voneinander 25 m) in West-Ost-Richtung, das wahrscheinlich in den 1920er Jahren zur Nutzbarmachung (ob Torfabbau?) angelegt wurde (LAFORCE & SCHUCH 1991), zu einer zunehmenden Bewaldung. Dies wurde durch eine vergleichende Luftbildauswertung aus den Jahren 1945, 1983 und 2009 deutlich (Abb. 3, 4). Im Gegensatz dazu weist der westliche Teil noch immer die gleiche räumliche Verteilung der Baumschicht wie heute auf (Abb. 4).

Anders sieht die Situation in den Regenmooren aus, die im Gegensatz zu dem Schemer Filz, das sich nur von Wald umgeben in einem engen Talzug befindet, in einer intensiv genutzten Agrarlandschaft des Alpenvorlandes liegen. Selbst in unentwässerten Mooren ist seit den 1950er Jahren eine starke Zunahme der Bewaldung bzw. der Gehölzbesiedlung zu beobachten. Dies geht mit einer gesteigerten Zuwachsrate der Bäume in den Moorzentren einher, die in mehreren Mooren, aber nicht dem Schemer Filz (mit Ausnahme der entwässerten Flächen), nachgewiesen wurde. Diese Zuwachsrate weist höher signifikante Korrelationen mit dem Einsatz des Stickstoffdüngers in der Landwirtschaft auf, als mit den mittleren Niederschlägen und Temperaturen während der Vegetationsperiode (unveröff. Daten). Im Schemer Filz, in dem sich die Zuwachsraten bis 1950 zurückverfolgen lassen, sind die Zuwachsraten dagegen zu Beginn erhöht und nehmen seither kontinuierlich ab, was zum Teil auf den zunehmenden Verfall der Entwässerungsgräben zurückzuführen ist.

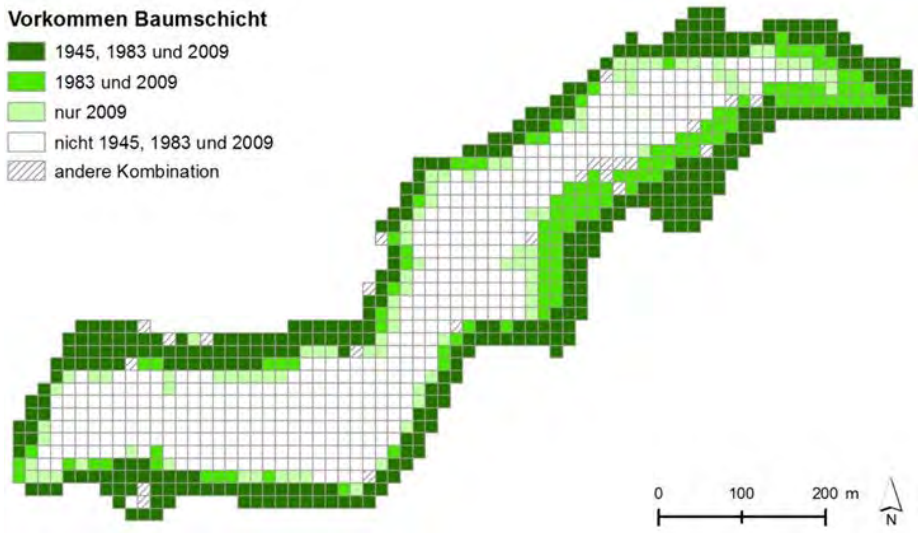

Abb. 4. Veränderung der Baumschicht im Schemer Filz zwischen 1945 und 2009 (© Karte Sabine Fischer).

Die Vermutung, dass die Stickstoffeinträge für die zunehmende Gehölzbesiedlung der Regenmoore die wesentliche Verantwortung tragen, wurde bereits von FRANKL et al. (2003) geäußert. Unterstützt wird diese Vermutung durch die Tatsache, dass sich das Schmalblättrige Torfmoos (*Sphagnum angustifolium*) in den Regenmooren ausbreitet. Anfang des 20. Jahrhunderts kam es ausschließlich auf bewaldeten oder dicht mit Gehölzen bestandenen Flächen vor (PAUL & RUOFF 1932). Heute wächst es bereits in vergleichsweise offenen Beständen in der zentralen Regenmoorweite und kann in Gehölzbeständen bis über 30 % Deckung erreichen! Im Gegensatz zu dem Haupttorfbildner in den Regenmooren des Alpenvorlandes, *Sphagnum magellanicum* (PAUL & RUOFF 1932), ist es erst bei höheren Stickstoffeinträgen phosphorlimitiert (LÜTKE-TWENHÖVEN 1992, siehe auch LIMPENS et al. 2003, HÁJEK & ADAMEC 2009). So zeigte LÜTKE-TWENHÖVEN (1992), dass das zum gleichen Aggregat (*Sphagnum recurvum* agg.) gehörende *Sphagnum fallax* sich bei atmosphärischen Stickstoffdeposition auf Kosten von *S. magellanicum* ausbreitet (siehe auch LIMPENS et al. 2003). Schließlich besitzt *Sphagnum angustifolium* ein wesentlich geringeres Wasserhaltevermögen und trocknet bei ausbleibendem Niederschlag etwa doppelt so schnell aus wie *Sphagnum magellanicum* und kann damit das Wachstum und die Etablierung von Gehölzen fördern (unveröff. Daten).

Moorrenaturierungen sollten deshalb eher in großflächigen Moorkomplexen durchgeführt werden. Grundsätzlich sollte aber die Landnutzung der Umgebung, die zu den atmosphärischen Stickstoffeinträgen in großem Umfang beiträgt, in die Planung mit einbezogen werden bzw. diese mittelfristig extensiviert werden. Nur dann können die Arten, die auf entsprechend offene Moorstandorte angewiesen sind, langfristig erhalten werden.

Literatur

ABSP (1997): Arten- und Biotopschutzprogramm – Landkreisband Bad Tölz-Wolfratshausen. – Bayerisches Landesamt für Umwelt, Augsburg.

ABT, K. (1991): Landschaftsökologische Auswirkungen des Agrarstrukturwandels im württembergischen Allgäu. Studien zur Agrarökologie 1. – Verlag Dr. Kovač, Hamburg.

BADER, K.S. (1973): Rechtsformen und Schichten der Liegenschaftsnutzung im mittelalterlichen Dorf. Studien zur Rechtsgeschichte des mittelalterlichen Dorfes, Dritter Teil. – Wien, Köln, Graz: Hermann Böhlaus Nachf.

BAUER, S. & MOY, N. (1998): Die Kochelseebahn. Geschichte und Perspektiven. – Pro Bahn Verlag und Reisen GmbH, München.

BAYERISCHE STAATSREGIERUNG (2001): Schutz des Europäischen Netzes „Natura 2000“. Bekanntmachung der der EU gemeldeten FFH-Gebiete und der Europäischen Vogelschutzgebiete Bayerns. Bekanntmachung des Bayerischen Staatsministeriums für Landesentwicklung und Umweltfragen. Vom 15. Oktober 2001 Nr. 62a–8645.4–2001/2. Allgemeines Ministerialblatt der Bayerischen Staatsregierung Nummer 14 (11): 541–614.

BAYKLIMFOR (BAYERISCHER KLIMAFORSCHUNGSVERBUND) (1996): Klimaatlas von Bayern. – München.

FISCHBACH, C. (1864): Die Beseitigung der Waldstreunutzung für Land- und Forstwirthe, insbesondere auch für die Gesetzgeber. – J.D. Sauerländer’s Verlag, Frankfurt a. M..

FRANKL, R., FETT, M. & SCHMEIDL, H. (2003): Zur Vegetationsentwicklung in zwei naturnahen südbayerischen Hochmooren – Welche Konsequenzen lassen sich für die Renaturierungspraxis ableiten? – Laufener Seminarbeitr. 1/03: 47–53.

GANZERT, C. (1990): Die Vegetation des Grünlandes in den Loisach-Kochelsee-Mooren. – Ber. Bayer. Bot. Ges. 61: 283–302.

GANZERT, C. (1996): Die Landwirtschaft zwischen Natur und Markt. – In: KONOLD, W. (Ed.): Naturlandschaft – Kulturlandschaft. Die Veränderung der Landschaften nach der Nutzbarmachung durch den Menschen: 77–98. ecomed, Landsberg.

GERNDT, S. (1978): Unsere bayerische Landschaft. Ein Naturführer. – Prestel, München.
GRIMM, J. & GRIMM, W. (1854–1960): Deutsches Wörterbuch. – S. Hirzel, Leipzig.
HÄFENER, F. (1847): Der Wiesenbau in seinem ganzen Umfange nebst Anleitung zum Nivellieren, zur Erbauung von Schleusen, Wehren, Brücken etc. – Carl Mäcken, Stuttgart.
HÁJEK, T. & ADAMEC, L. (2009): Mineral nutrient economy in competing species of *Sphagnum* mosses. – Ecol. Res. 24: 291–302.
KONOLD, W. & HACKEL, A. (1990): Beitrag zur Geschichte der Streuwiesen und der Streuwiesenkultur im Alpenvorland. – Zeitschrift für Agrargeschichte und Agrarsoziologie 38: 176–191.
LAFORCE, W. & SCHUCH, M. (1991): Die Moorvorkommen auf dem Kartenblatt Nr. 8335 Lenggries. – In: DOBEN, K. (Ed.): Geologische Karte von Bayern 1 : 25 000. Erläuterungen zum Blatt 8335 Lenggries: 55–74. München, Bayerisches Geologisches Landesamt.
LIMPENS, J., TOMASSEN, H.B.M. & BERENDSE, F. (2003): Expansion of *Sphagnum fallax* in bogs: striking the balance between N and P availability. – J. Bryol. 25: 83–90.
LOY, M. (2008): Politisch-historische Analyse des Ressourcenmanagements im Benediktbeurer Klosterland von 1648–1803. Nachhaltige Entwicklung im Wandel der Zeit. – Diss., TUM München.
LÜTKE TWENHÖVEN, F. (1992): Competition between two *Sphagnum* species under different deposition levels. – J. Bryol. 17: 71–80.
MAGES, E. (2010): Eisenbahn in Bayern. – In: Haus der Bayerischen Geschichte (Ed.): Eisenbahn in Bayern 1835–2010. Edition Bayern. Sonderheft 01: 54–93. – Haus der Bayerischen Geschichte, Augsburg.
METHLING, W. & UNSHELM, J. (2002): Umwelt- und tiergerechte Haltung von Nutz-, Heim- und Begleittieren. – Paul Parey, Berlin.
MEYER, R.K.F. & SCHMIDT-KALER, H. (2002): Wanderungen in die Erdgeschichte (9). Auf den Spuren der Eiszeit südlich von München – westlicher Teil., 2. Aufl. – Friedrich Pfeil, München.
NEY, E. (1869): Die natürliche Bestimmung des Waldes und die Streunutzung. Ein Wort der Mahnung an die Gebildeten. – Georg Laug, Dürkheim.
NOWACKI, A. (1887): Die Streunoth und die Mittel zu ihrer Abhülfe: mit besonderer Berücksichtigung der riet- und Moss-Streu. – Wirz-Christen, Aarau.
PAUL, H. (1934): Beobachtungen über Streuwiesen. – Landwirtsch. Jahrb. Bayern 24: 52–59.
PAUL, H. & RUOFF, S. (1932): Pollenstatistische und stratigraphische Mooruntersuchungen im südlichen Bayern. II. Teil: Moore in den Gebieten der Isar-, Allgäu- und Rheinvorlandgletscher. – Ber. Bayer. Bot. Ges. 20: 1–264.
POSCHLOD, P. (1990): Vegetationsentwicklung in abgetorften Hochmooren des bayerischen Alpenvorlandes unter besonderer Berücksichtigung standortkundlicher und populationsbiologischer Faktoren. – Diss. Bot. 152: 1–331.
POSCHLOD, P. (2015): Geschichte der Kulturlandschaft. – Ulmer, Stuttgart.
RADLMAIER, S., PLACHTER, H. & PFADENHAUER, J. (1999): Geschichte der landwirtschaftlichen Moornutzung im süddeutschen Alpenvorland. Ein Beitrag zur naturschutzfachlichen Leitbilddiskussion. – Nat. Landsch. 74: 91–98.
SCHUCH, M. & MEINDL, W. (1985):Die Moorvorkommen des Kartenblattes Nr. 8334 Kochel a. See. – In: DOBEN, K. (Ed.): Geologische Karte von Bayern 1 : 25 000. Erläuterungen zum Blatt 8334 Kochel a. See: 49–65. – München, Bayerisches Geologisches Landesamt.
STEBLER, F.G. (1897): Die Streuewiesen der Schweiz. – Landwirtsch. Jahrb. Schweiz 11: 1–84.
STEBLER, F.G. (1898): Die besten Streuepflanzen. Abbildungen und Beschreibungen derselben, mit einem einleitenden Teil über die Streuematerialien, einer Übersicht der wichtigsten Pflanzen der Streuewiesen und einem allgemein wirthschaftlichen Abschnitt über Produktion, Nutzung und Verwendung der Riedstreue. IV. Teil des schweizerischen Wiesenpflanzenwerkes. – K.J. Wyß, Bern.
WALZ, G. (1850): Ueber die Waldstreu. Zur Beherzigung für Land- und Forstwirthe. – J.G. Cotta'scher Verlag, Stuttgart.

Anschriften der Autorinnen und Autoren

Dr. Andre Baumann
Luisenstr. 7
68723 Schwetzingen
E-Mail: andre.baumann@nabu-bw.de

Dr. Claus Bässler
Nationalparkverwaltung Bayerischer Wald
Sachgebiet III: Naturschutz und Forschung
Freyunger Str. 2
94481 Grafenau
E-Mail: Claus.Baessler@npv-bw.bayern.de

Lukas Bogner
Nationalparkverwaltung Bayerischer Wald
Freyunger Str. 2
94481 Grafenau
E-Mail: Lukas.Bogner@npv-bw.bayern.de

Sabine Fischer
Lehrstuhl für Ökologie und Naturschutzbiologie
Institut für Pflanzenwissenschaften
Universität Regensburg
93040 Regensburg
E-Mail: sabine.fischer@ur.de

Petr Karlík
Department of Forest Ecology
Faculty of Forestry and Wood Sciences
Czech University of Life Sciences
Kamýcká 1176
165 21 Praha 6
Czech Republic
E-mail: PKarlik@seznam.cz

Prof. Dr. Peter Poschlod
Lehrstuhl für Ökologie und Naturschutzbiologie
Institut für Pflanzenwissenschaften
Universität Regensburg
93040 Regensburg
E-Mail: peter.poschlod@ur.de

Prof. Dr. Christoph Reisch
Lehrstuhl für Ökologie und Naturschutzbiologie
Institut für Pflanzenwissenschaften
Universität Regensburg
93040 Regensburg
E-Mail: christoph.reisch@ur.de

Josef Simmel
Lehrstuhl für Ökologie und Naturschutzbiologie
Institut für Pflanzenwissenschaften
Universität Regensburg
93040 Regensburg
E-Mail: josef.simmel@ur.de

Tobias Windmaißer
Hötzerreut 22
94157, Perlesreut
E-Mail: t.windmaisser@t-online.de