

Oberes Loisachtal zwischen Eschenlohe und Oberau

Jörg S. Pfadenhauer¹, Jörg Ewald², Alfred & Ingrid Wagner³

¹Am Wörth 33, 85354 Freising;

²Professur für Botanik, Vegetationskunde und Gebirgsökosysteme, Institut für Ökologie und Landschaft, Hochschule Weihenstephan-Triesdorf, Hans-Carl-von-Carlowitz-Platz 3, 85354 Freising;

³Kappelweg 1, 82497 Unterammergau

Zusammenfassung

Das Exkursionsgebiet befindet sich im Oberen Loisachtal südlich des Talausgangs bei Eschenlohe. Im langjährigen Mittel liegt die Jahrestemperatur um 7 °C, der Jahresniederschlag liegt zwischen 1300 und 1400 mm.

Pleistozäne Gletscher haben das tektonisch vorgezeichnete Alpenquertal trogartig ausgeschürft (Tiefe unter der heutigen Talsohle ca. 450–550 m). Im Spät- und Postglazial wurde es mit Bergschutt, Fluss- und Seesedimenten wieder aufgefüllt. In der Talfüllung entstanden mehrere, durch Tonlinsen voneinander getrennte, artesisch gespannte Grundwasserstockwerke, die die Landeshauptstadt München zur Ergänzung ihrer Wasserversorgung nutzt.

Die Talzüge mit den niedrigen Pässen im Süden erleichterten Transfluenzen von Gletschern und Wanderbewegungen von Pflanzen im ausgehenden Pleistozän. So kommen hier z. B. einige südalpin verbreitete Taxa wie *Luzula nivea*, *Helictotrichon parlatorei* und *Carex baldensis* vor. Die Vegetation an den Talhängen des Exkursionsgebiets besteht vorwiegend aus artenreichen Bergmischwäldern des Typs Alpenheckenkirschen-Tannen-Buchenwald auf basenreichen Böden aus Karbonatgestein mit zahlreichen präalpiden Florenelementen. Oberhalb von 1400 m NN treten subalpine Fichtenwälder und Latschenfelder auf (mit den nördlichsten Zirbelkiefern der Bayerischen Alpen). Die Tallagen sind großflächig vermoort (Pfrühlmoos); hier findet man ombrotrophe Regenwassermoore in kompletter Zonierung vom Lagg (mit Fadenseggenried, Erlen- und Fichtenbruchwald), Randgehänge (mit *Pinus rotundata*) und baumfreier Hochmoorweite, unterschiedliche Typen der Kleinseggenriede (u. a. Kopfbinsen- und Davallseggenried), orchideenreiche Pfeifengraswiesen als Streuwiesen. Die Moorflächen sind von ausgesprochen hoher Bedeutung für den botanischen Artenschutz (u. a. Groß-Populationen von *Eriophorum gracile* und *Liparis loeselii*). Der ungewöhnlich artenreiche Talraum beherbergt auch das einzige Vorkommen der Blaugrünen Weide (*Salix caesia*) in Deutschland. Bemerkenswert sind ferner Primärsukzessionen auf Felsrippen, Dolomitschuttfächern (mit *Stipa calamagrostis* und zahlreichen Arten der alpinen Stufe) und Bergstürzen, wo es unter Wald zur Bildung von Tangelhumus kommt.

1. Einführung in den Naturraum

Das Exkursionsgebiet der Nachexkursion ist ein Teil des Naturraums Niederwerdenfelser Land, benannt nach der Burg Werdenfels bei Garmisch-Partenkirchen, das bis zur Säkularisation der kirchlichen Besitztümer im Jahr 1803 im Besitz des Erzbistums Freising war. Der Naturraum umfasst das Mittenwalder Becken, das Obere Loisachtal von Griessen (an der Grenze zwischen Bayern und Tirol) über Garmisch-Partenkirchen bis zum Talausgang bei Eschenlohe sowie die verbindenden Talzüge dazwischen. Er wird im Süden von den vorwiegend aus Wettersteinkalk und alpinem Muschelkalk aufgebauten Kalkhochalpen des

Karwendel- und Wettersteingebirges (Zugspitze, 2962 m NN) sowie im Westen von den Ammergauer Alpen begrenzt. Östlich ragt das Estergebirge mit Gipfelhöhen von bis zu 2086 m NN (Krottenkopf) schroff über dem Loisachtal auf; über einem Sockel aus Hauptdolomit bildet der Plattenkalk ausgedehnte Karstplateaus. Die Höhenlage des Talraums fällt von 760 m NN bei Grainau und 640 m NN bei Eschenlohe ab. Im langjährigen Mittel liegt die Jahrestemperatur um 7 °C, der Jahresniederschlag zwischen 1300 und 1400 mm.

Alle Talzüge waren im Pleistozän von Gletschern erfüllt, und zwar sowohl Ferngletscher aus dem Zentralalpin, als auch von lokalen Gletschern. Das tektonisch vorgezeichnete, von SW nach NO streichende Loisachtal (als Alpenquertal) wurde dabei trogartig ausgeschürft. Nach dem Abschmelzen der Gletscher entstanden hintereinander geschaltete, tiefe Seebecken, die als Sedimentfallen wirkten und mit Deltaschottern und feinkörnigen Seesedimenten in spätriß- bis frühwürmglazialer Zeit aufgefüllt wurde (FRANK 1979). Die jüngsten Talfüllungen stammen aus dem Würm-Spät- und Postglazial; aus dieser Zeit stammen die in Abbildung 3 dargestellten oberen, 100 bis 200 m mächtigen Talverfüllungen. Hier liegen in einer Matrix aus Schutt mehrere, durch Seetonlinsen voneinander getrennte Grundwasserstockwerke, die sich die Landeshauptstadt München zur Ergänzung ihrer Wasserversorgung zunutze macht. Die Mächtigkeit der gesamten Talfüllung wird auf rund 500 m geschätzt.

Das durchgängige und vergleichsweise niedrig gelegene Talnetz des Niederwerdenfelser Lands wurde schon in vorrömischer Zeit für Handelswege genutzt. Die historisch bedeutsame Römerstraße *Via Raetia* führte von Bozen durch das Eisacktal und über den Brenner nach Teriolae (Zirl) und über den Seefelder Sattel und die römischen Straßenstationen Scarbia (Scharnitz, Tirol) und Partanum (Partenkirchen) weiter nach Augusta Vindelicorum (Augsburg). Sie ergänzte ab dem 2. Jahrhundert n. Chr. die von Kaiser Augustus begonnene und von Claudius fertiggestellte römische Transversale, die Via Claudia Augusta (Bozen, Vinschgau, Reschenpass, Fernpass, Reutte, Füssen). Die Talzüge mit den niedrigen Pässen im Süden erleichterten Transfluenzen von Gletschern und Wanderbewegungen von Pflanzen im ausgehenden Pleistozän. So kommen z. B. einige südalpin verbreitete Taxa wie *Luzula nivea*, *Helictotrichon parlatorei*, *Hippocrepis emerus* und *Carex baldensis* am Nordrand der Alpen nur im Niederwerdenfelser Land vor.

Die Vegetation an den Talhängen des Exkursionsgebiets besteht vorwiegend aus artenreichen Bergmischwäldern des Typs Alpenheckenkirschen-Tannen-Buchenwald auf basenreichen Böden aus Karbonatgestein mit zahlreichen präalpiden Florenelementen, Oberhalb von 1400 m NN treten hochmontane Fichtenwälder und subalpine Latschenfelder auf (mit den nördlichsten Zirbelkiefern der Bayerischen Alpen). Die Tallagen sind großflächig vermoort (Pfrühlmoos); hier findet man ombrotrophe Regenwassermoore in kompletter Zonierung, unterschiedliche Typen von Klein- und Großseggenrieden, orchideenreiche Pfeifengraswiesen als Streuwiesen. Die Moorflächen sind von ausgesprochen hoher Bedeutung für den botanischen Artenschutz, u. a. ausgedehnte Populationen von *Eriophorum gracile* und *Liparis loeselii*. Der ungewöhnlich artenreiche Talraum beherbergt auch das einzige Vorkommen der Blaugrünen Weide (*Salix caesia*) in Deutschland (WAGNER & WAGNER 2001). Bemerkenswert sind ferner Primärsukzessionen auf Felsrippen, Dolomitschuttfächern (mit *Stipa calamagrostis* und zahlreichen Arten der alpinen Stufe) und Bergstürzen, wo es unter Wald zur Bildung von Tangelhumus kommt.

2. Exkursionsroute

Die Exkursion beginnt an einem Aussichtspunkt auf dem Schwemmkegel der Eschenlaine südlich der Ortschaft Eschenlohe, eines aus dem Estergebirge kommenden Wildbachs, von dem aus man den Talraum gut überblicken kann (Abb. 1). Die folgende Wanderung verläuft am Ostrand des Pfrühlmooses am Fuß des Estergebirges entlang eines Forstwegs bis zur Brücke über den Lauterbach (Abb. 2). Von diesem Weg aus können wir sowohl die verschiedenen Waldtypen an den Berghängen als auch die Abfolge von Moorstandorten besuchen. Wir kommen an den „Sieben Quellen“ mit Calciumsulfat-haltigem Quellwasser, an mehreren Bergstürzen und Muren mit unterschiedlich alten Wiederbesiedlungsstadien, an den ausgedehnten Moorwäldern, Kleinseggenrieden und Pfeifengraswiesen vorbei. Ein kleinerer Teil der Exkursionsgruppe kann Randlagg, Randgehänge mit Moorkiefernwäldern und die Hochmoorweite zu Fuß erkunden. Am nördlichsten Brunnen (Nr. 6) der Münchner Wasserversorgung werden wir über die Auswirkungen der Grundwasserentnahme auf die Vegetation diskutieren.



Abb. 1. Blick vom Schwemmkegel der Eschenlaine bei Eschenlohe über den Mühlbach und das Pfrühlmoos zum Wettersteingebirge mit Zugspitze (2996 m NN). Links Estergebirge, rechts Kramer Spitze (1985 m NN). Hinter dem Pfrühlmoos ist die unbewaldete Mure der Schindlerlaine zu erkennen (Foto: J.S. Pfadenhauer, ca. 1984).

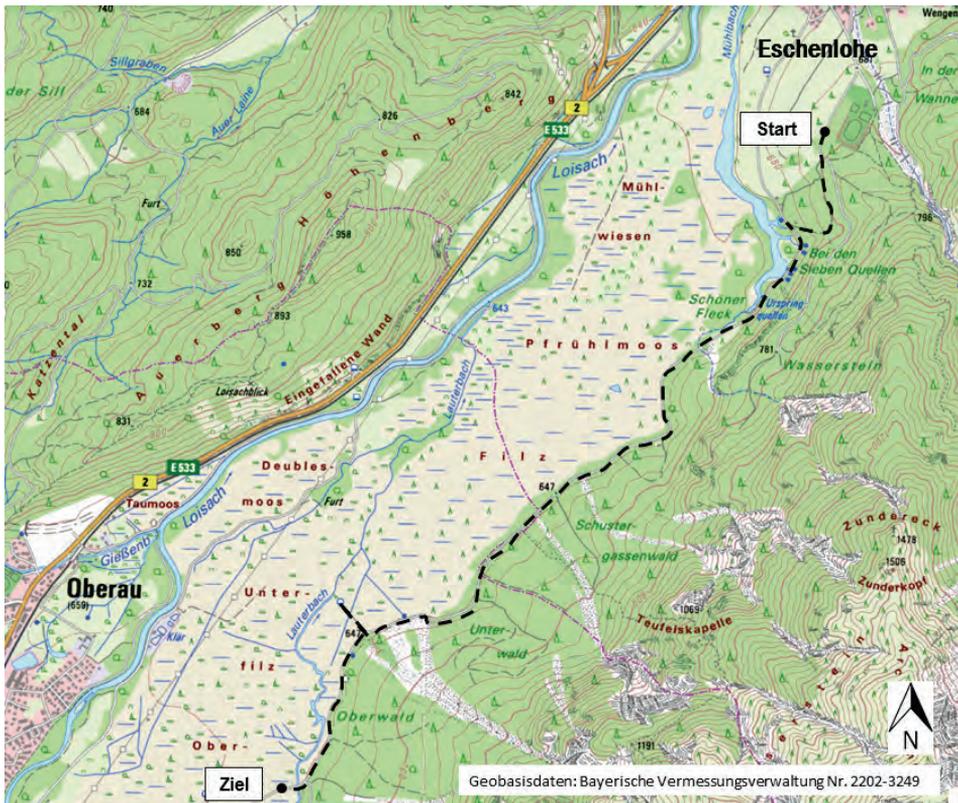


Abb. 2. Karte des Oberen Loisachtals zwischen Oberau und Eschenlohe mit der Exkursionsroute.

3. Hydrologie

Die Loisach entwässert mit ihren Zuflüssen den Westen des Niederwerdenfelser Lands zwischen dem Ehrwalder Kessel (zwischen Wetterstein und Mieminger Gebirge) und Eschenlohe. Ihr Einzugsgebiet beträgt 392 km² bis Garmisch und 467 km² bis Eschenlohe. Der mittlere Abfluss (Pegel Eschenlohe) beträgt rund 18 m³ s⁻¹, variiert aber beträchtlich zwischen den Jahreszeiten und zwischen den Jahren. Bei Spitzenhochwasser (über 200 m³ s⁻¹) tritt der Fluss im Exkursionsgebiet über die Ufer und flutet Teile oder gar den gesamten Talraum mit Ausnahme der Hochmoorinseln im Pfrühlmoos. Im Exkursionsgebiet verläuft die Loisach nahe dem westlichen Talrand; sie nimmt dabei mehrere Seitenbäche auf, die zum großen Teil über Quellaufbrüche aus dem Grundwasser (Lauterbach, Röllerbach u. a.), aber auch aus Karstquellen des Estergebirges (Mühlbach) gespeist werden.

Unterhalb von Farchant, also etwa 6 km nördlich von Garmisch-Partenkirchen, teilt sich der die Loisach begleitende Grundwasserstrom in ein frei fließendes oberes und ein gegen den Talausgang zunehmend unter artesischer Spannung gelangendes unteres Grundwasserstockwerk (Abb. 3). Beide sind durch mehrere, sich überlappende Seetoninseln voneinander getrennt; wo diese aneinandergrenzen, kommt es zu Grundwasseraufbrüchen, welche die o. g. Quellbäche speisen. Bei Eschenlohe verengt sich das Tal, sodass es zu einem Rückstau im unteren Aquifer kommt. Die artesischer Spannung nimmt deshalb mit Annäherung an den Talausgang zu.

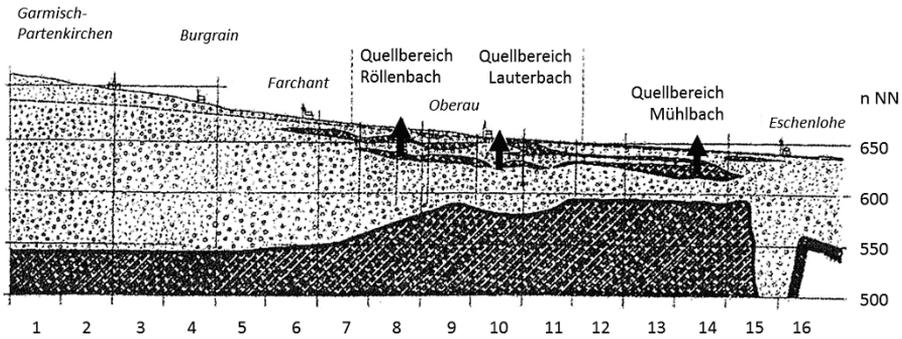


Abb. 3. Längsschnitt durch das Obere Loisachtal zwischen Garmisch-Partenkirchen und Eschenlohe (nach WROBEL 1970, verändert). Über einer mächtigen spätpleistozänen Seetonschicht (dunkle Schraffur) lagert ein Gemenge aus Flussgeröll und Gebirgsschutt (helle Schraffur) mit wenige Meter dicken Seetonlinsen, die den Grundwasserstrom in ein oberes und unteres Stockwerk aufteilen.

Diese Situation war Anlass, das Tal schon in den 1950er Jahren als potentielles Wassergewinnungsgebiet für den damals prognostizierten dramatisch steigenden Wasserbedarf der Stadt München zu bestimmen, und zwar zusätzlich zu den bestehenden Einrichtungen im Mangfalltal und in der Münchner Schotterebene. Vorgesehen war die Entnahme von $2,5 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ aus insgesamt sechs Vertikalfilterbrunnen, die das Wasser aus dem zweiten Stockwerk entnehmen sollten und 1965 gebaut wurden. Nach erheblichen Protesten der Anrainergemeinden Garmisch-Partenkirchen, Farchant und Oberau („Wasserkrieg“) wurden mehrere Pumpversuche durchgeführt. Der letzte, sog. Großpumpversuch dauerte von Januar bis Dezember 1978 (kontinuierliche Entnahme $2,5 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$). Die Ergebnisse zeigten, dass trotz der artesischen Spannung im zweiten Stockwerk sowohl die Bäche zeitweise trockenfielen, als auch die oberflächennahen Grundwasserstände stellenweise absanken. In einem 1984 erlassenen Wasserrechtsbescheid wurde die Wasserentnahme auf maximal $1,5 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ und auf die Brunnen 2 bis 6 mit von Süd nach Nord abnehmender Fördermenge beschränkt und ein Beweissicherungsverfahren zunächst für die folgenden 10 Jahre beschlossen; Richtwertpegel an Bächen und an der Loisach sowie im oberen und unteren Grundwasserstockwerk, vegetationskundliche Kartierungen sowie Dauerbeobachtungsflächen sind dargestellt in PFADENHAUER (1979), BRAUN & HEINZMANN (1988) und KÜHN & PFADENHAUER (1995). Zwar wurden in den ersten zehn Jahren im Schnitt lediglich 54 % der bewilligten Fördermenge von $1,5 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ entnommen, trotzdem zeigten sich vor allem im Ober- und Unterfilz Austrocknungserscheinungen in der Vegetation, die auch seltene Arten wie *Eriophorum gracile* betrafen. Relevant war hier besonders der Brunnen 6, der bereits am Rand des Pfrühlmooses liegt und während der Exkursion besucht wird. In 2015 wurde vom Landratsamt Garmisch-Partenkirchen ein wasserrechtlicher Bescheid erlassen, der bis 2045 gilt und eine maximale Fördermenge von $1,1 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ aus den Brunnen 2 bis 5 gestattet (Landratsamt Garmisch-Partenkirchen, pers. Mitt.). Aus Brunnen 6 wird dank der Ergebnisse des Beweissicherungsverfahrens nicht mehr gefördert.

4. Vegetation des Talgrunds

Zwischen Oberau und Eschenlohe dominieren Feuchtgebiete unterschiedlichster Ausdehnung und Trophie: Die größten Flächen nehmen Grundwasser-(Nieder-)moore ein; sie reichen vom Südrand des Pfrühlmooses bis fast nach Oberau, sind aber durch Jahrhunderte andauernde landwirtschaftliche Nutzung stark verändert: Die ursprüngliche Vegetation, verschiedene Bruch- und Moorwälder, ist weitgehend verschwunden und hat sekundären (anthropogenen) Seggenrieden Platz gemacht. Im Süden des Exkursionsgebiets kommen ausgesprochen artenreiche Kleinseggen-Rasen und Pfeifengraswiesen mit Übergängen zu Magerrasen übergehen vor. Alle diese Flächen sind ursprünglich durch Beweidung und ab Mitte des 19. Jahrhunderts durch Streunutzung entstanden. Den Norden des Exkursionsgebiets beherrscht das Pfrühlmoos, eine auf dem Niedermoor aufliegende, etwa 85 ha große Hochmoorkalotte. Die zentralen Bereiche sind sehr nass; *Calluna vulgaris* und andere Arten mäßig nasser Regenwassermoore kommen fast nicht mehr vor, Torfmoos-Bult-Bereiche im Wechsel mit Schlenken (*Scheuchzeria palustris*, *Sphagnum cuspidatum*, vereinzelt auch *Rhynchospora fusca*) sind prägend. An Stellen, an denen gespanntes Grundwasser aus dem Untergrund aufsteigt und im Randlagg, finden sich Zwischenmoore unterschiedlicher trophischer Prägung. Hier kommen zahlreiche wertgebende Arten, wie *Carex chordorrhiza*, *C. dioica*, *Eriophorum gracile* oder die Moosarten *Calliargon trifarium*, *Cinclidium stygium* und *Meesia triquetra* vor. Im Westen Richtung Loisach grenzen Seggenriede und Auwälder an, im Osten reicht das Hoch- und Zwischenmoor-Areal bis nahe an die steilen Flanken des Estergebirges; dort wird das Moor regelmäßig von Karbonatschlamm und -geröll aus der Schindlerlaine und anderen Murenrinnen überschüttet (BRAUN 2009). Bemerkenswert sind ferner die klaren, kalkoligotrophen Quellbäche wie der grundwassergespeiste Lauterbach, der das Exkursionsgebiet schräg von Süd nach Nord durchquert und westlich des Pfrühlmooses in die Loisach mündet (z. B. mit Vorkommen von *Groenlandia densa* und der flutenden Form von *Juncus subnodulosus*). Der Mühlbach entspringt dagegen aus mehrere Karstquellen am Fuß des Estergebirges („Bei den Sieben Quellen“); sein hoher Sulfatgehalt ($> 300 \text{ mg l}^{-1}$) stammt aus den gipshaltigen Raiblerschichten in der Tiefe des Estergebirges.

Die größeren Moore des Alpenvorlands und des Alpenrands sind in der Regel nach einem einheitlichen Schema aufgebaut (Abb. 4): Die Basis bilden minerotrophe Nieder-(Grundwasser-)moore, die aus Durchströmungs- (Talränder), Verlandungs- (in der Umgebung von Seen) und/oder Überflutungsmooren (im Einflussbereich von Fließgewässern) aufgebaut sind und deren Entstehungszeit bis in das frühe Postglazial zurückreicht. Darauf entwickelten sich seit Beginn des kühlen und perhumiden Subboreals über Mikrowasserscheiden inselartig Regenwassermoore, die aus dem mineralstoffreichen Untergrund herauswuchsen und, je weiter sie sich vom mineralischen Grundwasser entfernten, immer mehr ombrotrophen Charakter annahmen. Sie sind mehr oder minder stark aufgewölbt, häufig (dem unebenen Untergrund geschuldet) asymmetrisch und weisen die charakteristische Gliederung in Randlagg, bewaldetes Randgehänge und überwiegend baumfreier Hochmoorweite mit Bulten und Schlenken auf.

Im Rahmen des Beweissicherungsverfahrens wurde die Vegetation des Talgrunds durch die Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft im Maßstab 1:10 000 kartiert (BRAUN 1984, 1996). Ein stark aggregierter Auszug ist in Abbildung 5 wiedergegeben. Danach wird etwa die Hälfte des Kartenausschnitts von der Hochmoorkalotte des Pfrühlmooses eingenommen. Hier dominiert größtenteils die als *Sphagnetum magellanici* (Malcuit 1929) Kästner et Flößner 1933 bezeichnete Rote Torfmoosgesellschaft ombrotrophen Charakters, locker, aber gegen

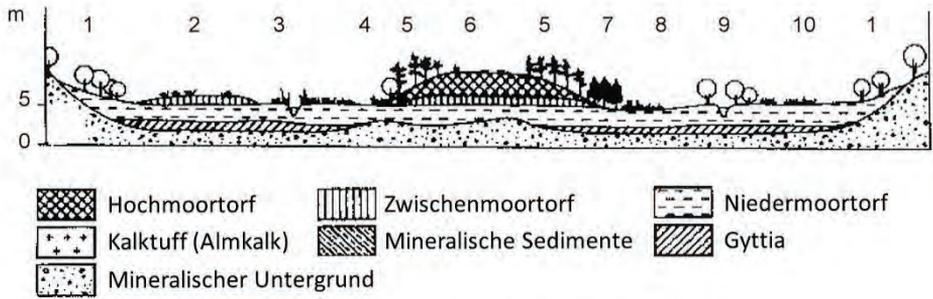


Abb. 4. Schema eines voralpinen Moorkomplexes am Nordrand der Alpen mit Verlandungs- und Durchströmungsniedermooren sowie schwach (Übergangsmoore, „Hochmoorembryo“, 2) und stark aufgewölbten Hochmooren (5, 6) auf Mikrowasserscheiden (aus PFADENHAUER 1997). 1 = Quellmoor, 2 = Initialstadium eines Hochmoors (zeitlich: Übergangsmoor), 3 = Röhrichte und Großseggenriede entlang eines Bachlaufs, 4 = mesotropher Randlagg, häufig mit *Carex lasiocarpa*, 5 = Randgehänge, mit *Pinus uncinata* ssp. *uliginosa* (= *Pinus* × *rotundata*; WFO 2022) bewachsen, 6 = Hochmoorweite, 7 = Fichtenbruchwald (*Bazzanio-Piceetum*), 8 = Seggenriede, 9 = Auwald und 10 = primäres Davallseggenried (kalkoligotroph).

das Randgehänge zu auch dichter mit *Pinus rotundata* und *Pinus mugo* bewachsen („ombrotrophe Bergkiefern-Hochmoorgesellschaft“ = *Vaccinio-Pinetum rotundatae* Oberd. 1934; mit *Sphagnum magellanicum*, *Eriophorum vaginatum* u. a. ombrotrophanten Arten; zur Nomenklatur der aufrechten Moorkiefern s. u. a. BUSINSKÝ 2002), stellenweise von Bulten (*Polytrichum strictum*, *Calluna vulgaris*) und Schlenken (*Sphagnum cuspidatum*, *Rhynchospora alba*, *Carex limosa*) durchzogen. Im Randgehänge und in der Umgebung von Aufbrüchen des mineralischen Grundwassers gedeihen die von WAGNER et al. (1997) und WAGNER (2000) ökologisch und syntaxonomisch beschriebenen minerotrophen Spirkenfilze (*Carex lasiocarpa*-*Pinus rotundata*-Gesellschaft, u. a. mit *Carex lasiocarpa*). Erlenbruchwälder (*Carici elongatae-Alnetum* W. Koch 1926 ex R. Tx, 1937), nasse mesotrophe Fadenseggenriede (*Comaro-Caricetum lasiocarpae* Bal.-Tul. et Hübl 1985) mit Übergangsmoorcharakter (mit *Comarum palustre*, *Scheuchzeria palustris*, *Menyanthes trifoliata*, *Eriophorum angustifolium*, randlich auch mit *Carex elata*), Steifseggenriede (*Scorpidio-Caricetum dissoluta* Braun 1968 mit *Carex elata* in einer rasenartig wachsenden Form) sowie auf den weniger nassen, Gley- und Anmoor-Böden Erlen-Eschenwälder (*Pruno-Fraxinetum* Oberd. 1953) bilden den Rand des Pfrühlmooses gegen Loisach im Westen und gegen das Estergebirge im Osten. Primär auf saurem, durch natürliche Sackung verdichtetem Torf im Randgehänge, sekundär in der Umgebung von Entwässerungsgräben dominiert *Trichophorum cespitosum* (Rasenbinsenmoor; *Scirpetum austriaci* Oswald 1923 em. Steiner 1992).

Im Westen fällt die Hochmoorkalotte, wohl bedingt durch die erosive Kraft der Loisach, steil ab. Dort gibt es, ebenso wie im Einflussbereich der Murenrinnen am Fuß des Estergebirges, und vor allem großflächig im Süden (Brunnen 6) ausgedehnte Bestände verschiedener Pflanzengemeinschaften der Kalkkleinseggenriede (*Tofieldietalia* Preisling apud Oberd. 1949), u. a. mit Davallseggenried (*Caricetum davallianae* Dutoit 1924) und Mehlprimel-Kopfbinsenried (*Schoenetum ferruginei* Du Rietz 1925). Beide zeichnen sich durch einen hohen Anteil konkurrenzschwacher Blütenpflanzen aus, wie *Primula farinosa*, *Tofieldia calyculata*, *Eriophorum latifolium*, *Dactylorhiza incarnata*, die Rote-Liste-Art *Liparis loeselii*, die carnivoren Lentibulariaceen *Pinguicula alpina* und *P. vulgaris*,

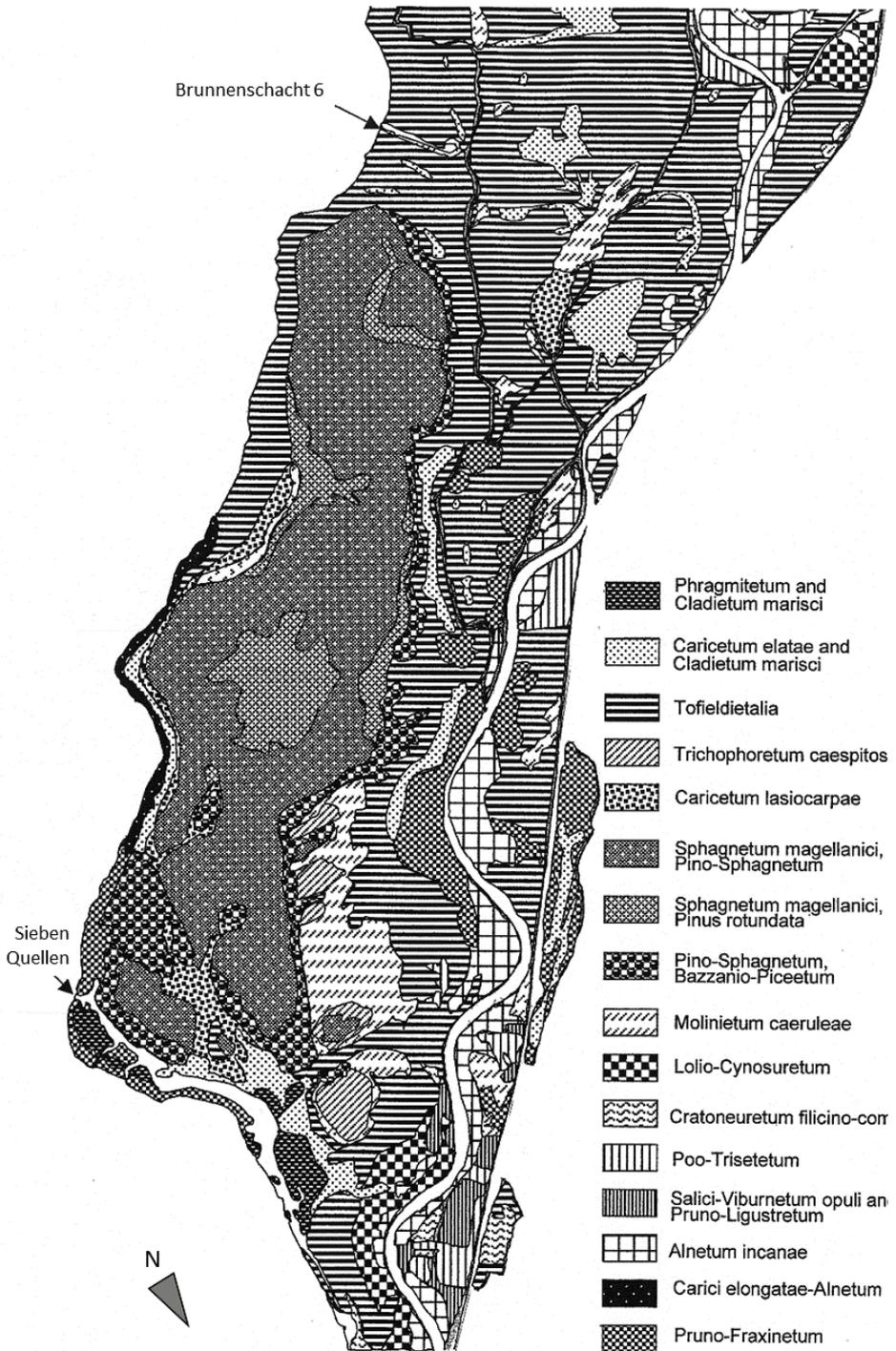


Abb. 5. Ausschnitt aus der Vegetationskarte des Oberen Loisachtals zwischen Eschenlohe (unten; Mühlbach-Gebiet) und Oberau (oben) mit dem Brunnen 6 der Förderanlage. Nach Unterlagen des Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft (BRAUN 1984 n.p.).

Bellidiastrum michelii sowie Arten kalkalpiner Rasen wie *Gentiana clusii*, *G. utriculosa* und *Bartsia alpina*. Kalkkleinseggenriede sind ebenso wie bodensaure Braunseggenriede im Gebiet meistens sekundär, also durch Beweidung und spätere Streumahd aus Nass- und Feuchtwäldern entstanden. Sie sind deshalb baumfähig und bedürfen, wie auch Pfeifengraswiesen (s. unten), einer regelmäßigen (herbstlichen) Mahd. Primär gibt es sie im Exkursionsgebiet nur in der Umgebung von Quellaustritten.

Die Vegetation der Quellgebiete, beispielsweise im Bereich der Sieben Quellen und entlang des Mühlbachs sowie im Quellbereich des Lauterbachs und anderer grund- bzw. karstwassergespeisten Bäche ist artenarm, aber hoch spezialisiert. Sie besteht im Wesentlichen aus kalktuffbildenden Moosen wie *Palustriella commutata*, Beständen aus *Glyceria plicata*, *Nasturtium officinale* (auf wassergesättigtem Kies) sowie *Juncus subnodulosus*, stellenweise ausgedehnten, schilfdurchsetzten Schneidriedröhrichten (*Mariscetum serratae* Zobrist 1935) sowie den o.g. primären Kalkkleinseggenrieden, die durch *Schoenus nigricans* gekennzeichnet sind.

Neben den oben beschriebenen sekundären Seggenrieden im Ober- und Unterfilz sind vor allem die Pfeifengraswiesen nordwestlich und südlich des Pfrühlmooses traditionell streugenutzt. Die meist im Herbst gemähten Pflanzenbestände wachsen auf schwach entwässertem, meist karbonatreichem, wegen der regelmäßigen Überflutung durch die Loisach mit mineralischen Sedimenten (meist kalkhaltiger Schluff oder Feinsand) durchsetztem Niedermoortorf (in Loisachnähe auch auf Gley) und sind sehr artenreich. Basenreiche Pfeifengraswiesen kommen als Duftlauch- (*Allio suaveolentis-Molinietum caeruleae* Görs ex Oberd. 1983), als Enzian- (*Gentiano asclepiadeae-Molinietum* Oberd. 1957 em. Oberd. et al. 1987) und als Knollendistel-Pfeifengraswiese (*Cirsio tuberosi-Molinietum arundinaceae* Oberd. et Philippi ex Görs 1974) vor, letztere mit Übergängen zu Halbtrockenrasen. Kennzeichnende und wertgebende Arten sind u. a. *Allium suaveolens*, selten *Carex hartmanii*, *Cirsium tuberosum*, *Galium boreale*, *Gentiana pneumonanthe*, *Herminium monorchis*, *Laserpitium prutenicum*, *Serratula tinctoria*. Arten der Trespen- und Blaugras-Halbtrockenrasen wie *Buphthalmum salicifolium*, *Gymnadenia odoratissima*, *Orchis ustulata* und *Seseli libanotis* sind beteiligt.

Historisch betrachtet erreichte die Streunutzung der Seggenriede und Pfeifengraswiesen für die Stalleinstreu im Alpenvorland und am Alpenrand ab Mitte des 19. Jahrhunderts ihren Höhepunkt, als der strohliefernde Ackerbau zugunsten der Viehhaltung zurückzugehen begann. Das im Spätsommer/Herbst gewonnene Mähgut eignet sich als Stalleinstreu besonders gut: Es ist nährstoffarm, strohig und ausreichend saugfähig für die Aufnahme der Ausscheidungen der Tiere, und fault nicht. Grund ist die Fähigkeit von *Molinia* und der beteiligten *Carex*-Arten, möglichst viel der im Frühjahr und Sommer aufgenommenen Nährstoffe (v. a. Phosphor) auf den phosphorarmen Moorböden am Ende der Vegetationszeit in Sprossbasen und Rhizome zu verlagern, um im Frühjahr, vor der Erwärmung der nassen Böden, rasch Nährstoffe für den Wiederaustrieb zur Verfügung zu haben (Nährstoff-Gebrauchseffizienz; PFADENHAUER 1989).

Im Gebiet kommen zahlreiche weitere Pflanzengesellschaften unterschiedlicher Verbände vor, z.B. das Steifseggenried mit großen Beständen von *Dactylorhiza incarnata* ssp. *ochroleuca* und vereinzelt auch *Pedicularis sceptrum-carolinum*; für das Alpenvorland typische Nasswiesen (*Calthion*) mit *Cirsium rivulare*, *Dactylorhiza majalis* (mit reichem Spektrum an deren Hybriden) und *Trollius europaeus*, Nassweide-Flächen mit *Apium repens* und *Trifolium fragiferum*, an nicht befestigte, stauwasser gebundene Zwergbinsen- (*Nanocyperion*-)Fluren mit *Cyperus flavescens*, *C. fuscus* und *Anagallis minima*).

Bei der im Gebiet durchgeführten Kartierung für den FFH-Managementplan „Loisachtal“ (WAGNER & WAGNER 2019) wurden über 100 Gefäßpflanzen und ca. 25 Moos-Arten der Kategorien 1 bis 3 der Roten Liste Deutschland (METZING et al. 2018) nachgewiesen.

5. Wälder der Talhänge

Unmittelbar südöstlich über dem vom Pfrühlmoos erfüllten Loisachtal (640 m NN) ragt das Estergebirge auf einer Horizontalstrecke von nur 3 km bis zu Gipfelhöhen von 2086 m NN (Krottenkopf) auf. Das Gebiet ist auf 6075 ha als FFH-Gebiet (8433-371) ausgewiesen. An diesem schroffen Hang lässt sich die Abfolge der Höhenstufen vom montanen Karbonat-Bergmischwald (*Aposerido-Fagetum* Oberd. 1950 ex Oberd. 1957) bis zu den hochsubalpinen Karbonat-Latschenbüschen (*Rhododendro hirsuti-Pinetum mugo* Br.-Bl. et al. 1939 nom. invers. popos.) gut erkennen. Auf morphologisch stabilen Standorten bilden sich Rendzinen, Lehmrendzinen und Terrae fuscae mit hohem Kalkgehalt und geringer bis mittlerer Wasserspeicherkapazität. Die Waldzusammensetzung ist durch selektiven Schalenwildverbiss zu Gunsten der Fichte überprägt. Daneben unterliegen die Wälder bis heute einer mehr oder weniger extensiven Beweidung durch Rinder (Almen der Karstplateaus) und Schafe (EHRIG 1977). Bis auf einen Anstieg der Latschengrenze in den Gipfellagen blieb die Verteilung von Wald und Offenland im Estergebirge im vergangenen Jahrhundert bemerkenswert konstant (ZELLERMAYR et al. 2021). Den Wäldern kommen wichtige Schutzfunktionen (gegen Schneegleiten, Massenbewegungen und Hochwasser) zu, die jedoch, anders als auf der gegenüberliegenden, dicht besiedelten Seite des Loisachtals, am Pfrühlmoos keinen direkten Objektschutz betreffen.

Hohe Reliefenergie und rezente Morphodynamik bedingen Abwandlungen von der idealtypischen Höhenzonierung der Waldgesellschaften – das pnV-Modell von REGER et al. (2014) trägt dem durch Modellierung von sogenannten „Sonderstandorten“ Rechnung. Der Fuß des Gebirges ist nicht nur von aus der periglazialen Frostverwitterung stammendem

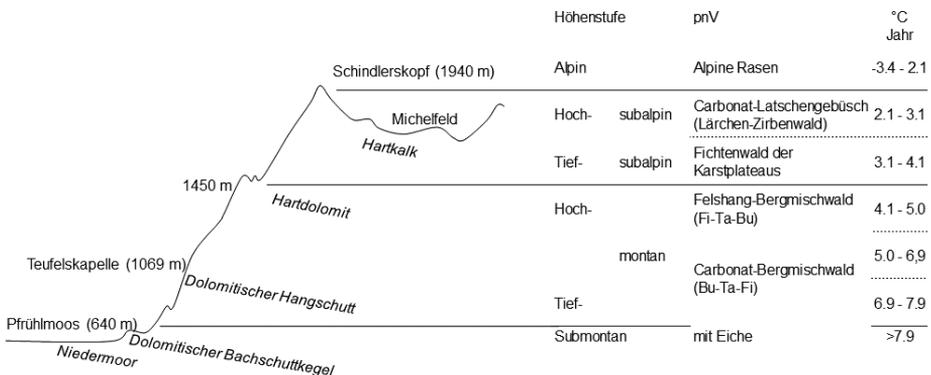


Abb. 6. Höhenstufen am Westabfall des Estergebirges; nach Daten von FLIRI (1975; Mittel für die Normalperiode 1931–1960) und EWALD et al. (2000).

Hangschutt (auf diesem reicht der Bergmischwald bis an den Moorrand), sondern von bis zur Gegenwart aktiven Bachschuttkegeln mit thermophilen Schuttfluren (*Stipion calamagrostis* Jenny-Lips ex Br.-Bl. et al. 1952) und Weidengebüschen (*Salicion eleagno-daphnoidis* (Moor 1958) Grass 1993) eingehüllt. Diese bei größerer Ausdehnung als „Griese“ bezeichneten Lebensräume (vgl. WAGNER & ZEHEM 2022) sind Trockenauen, die bei gebietstypischen Starkregenereignissen von Murbächen überschüttet werden. Die Liefergebiete dieser Schuttströme sind schroffe, von mosaikartigen Lichtwäldern (*Seslerio-Fagetum* Moor 1952, in Südexposition auch *Calamagrostio variaie-Pinetum sylvestris* Oberd. (1950) 1957) befestigte Felshänge (HÖLZEL 1996) aus anstehendem Hauptdolomit (zeitlich dem Keuper des Schichtstufenlandes entsprechend), der in den Nordalpen auf Grund tektonischer Zerrüttung grusig verwittert und weitgehend wasserundurchlässig ist. Oberhalb der Trogschultern setzt sich das schroffe Gelände fort und wird in der subalpinen Höhenstufe von so starken Schneebewegungen geprägt, dass die klimazonalen Fichtenwälder weithin durch Latschengebüsche ersetzt sind. Den Gipfelbereich des Estergebirges bildet der etwas jüngere, wasserdurchlässige Plattenkalk, auf dessen nach Osten abdachendem Karstplateau (Michelfeld, Wallgauer Alm) subalpine Hochwälder (*Adenostylo glabrae-Piceetum* M. Wraber ex Zukrigl 1973, *Vaccinio-Pinetum cembrae* (Pallmann et Haffter 1933) Oberd. 1962) erhalten sind.

Fels und Schutt ohne nennenswerte Mineralbodenentwicklung bilden im kühl-feuchten Klima der Randalpen eine Voraussetzung für die Bildung mächtiger Humusauflagen. Unter Latschengebüsch und Wald sind Auflagen von bis zu 1 m Mächtigkeit keine Seltenheit und stellen einen wichtigen Speicher für Kohlenstoff und Wasser dar (OLLECK et al. 2020). Ihre mosaikartige Verteilung führt in Waldgesellschaften der Karbonatstandorte zu einer innigen Durchdringung von Kalkzeigern, Säurezeigern und Magerkeitszeigern (EWALD 1999), die pflanzensoziologisch als *Asplenio-Piceetum* Kuoch 1954 und *Adenostylo glabrae-Abietetum* H. Mayer et A. Hofmann 1969 beschrieben sind und zu den pflanzenartenreichsten Waldgesellschaften Europas gehören (VEČEŘA et al. 2019).

Die Vegetationsentwicklung auf Felsen, Schuttströmen und stabilen Karbonatböden ist im Exkursionsgebiet im Bereich von Schustergassenwald und Teufelskapelle zu besichtigen.

Literatur

- BRAUN, W. (1984): Ökologische Beweissicherung für das Fassungsgebiet der Wasserversorgung der Stadt München im Oberen Loisachtal. – Bayer. Landesanstalt für Landwirtschaft, München Unveröff. Gutachten.
- BRAUN, W. (1996): Ökologisches Situationsgutachten für die Jahre 1984 bis 1993. – Bayer. Landesanstalt für Landwirtschaft, München. Unveröff. Gutachten.
- BRAUN, W. (2009): Ein Niedermoor wächst über Hochmoortorf. Die Vegetationsentwicklung am Südostrand des Pfrühlmooses zwischen Oberau und Eschenlohe. – Ber. Bayer. Bot. Ges. 79: 127–146.
- BRAUN, W. & HEINZMANN, K. (1988): Auswirkungen der Münchner Trinkwassergewinnung im Oberen Loisachtal. – gwf Wasser + Abwasser 129: 135–146.
- BUSINSKÝ, R. (2002): *Pinaceae* Lindl. – In: KUBÁT K. (Hrsg.): Klíč ke květeně České republiky (Schlüssel der Flora der Tschechischen Republik) [in Tschechisch]: 94–100. Academia, Praha.
- EHRIG, F.R. (1977): Walddegradation und Waldsanierung im Raum von Garmisch-Partenkirchen. – Erdkunde 31: 33–44.
- EWALD, J. (1999): Relationships between floristic and microsite variability in coniferous forests of the Bavarian Alps. – Phytocoenologia 29: 327–344.
- EWALD, J., REUTHER, M., NECHWATAL, J. & LANG, K. (2000): Monitoring von Schäden in Waldökosystemen des bayerischen Alpenraumes. – Materialien 155. Bayerisches Staatsmin. für Landesentwicklung u. Umweltfragen, München: 255 pp.

- FLIRI, F. (1975): Das Klima der Alpen im Raume Tirols. Innsbruck: – Monographien zur Landeskunde Tirols I. – Universitätsverlag Wagner, Innsbruck: 454 pp.
- FRANK, H. (1979): Glazial überflutete Täler im Bereich des Isar-Loisach-Gletschers. – *Eiszeitalt. Ggw.* 29: 77–99.
- HÖLZEL, N. (1996): Schneeheide-Kiefernwälder in den mittleren Nördlichen Kalkalpen. – *Laufener Forschungsber.* 3. 1–192.
- KÜHN, N. & PFADENHAUER, J. (1995): 10 Jahre Grundwasserförderung und Beweissicherung im Oberen Loisachtal – Auswirkungen auf den Landschaftshaushalt. – *Umweltplanung, Arbeits- und Umweltschutz. Schriftenr. Hess. Landesanst. f. Umwelt* 196: 147–157.
- METZING, D., HOFBAUER, N., LUDWIG, G. & MATZKE-HAJEK, G. (2018): Rote Liste gefährdeter Tiere, Pflanzen und Pilze Deutschlands. Band 7: Pflanzen. – Bundesamt für Naturschutz, Bonn-Bad Godesberg: 784 pp.
- OLLECK, M., REGER, B. & EWALD, J. (2020): Plant indicators for Folie Histosols in mountain forests of the Calcareous Alps. – *Appl. Veg. Sci.* 23: 285–296.
- PFADENHAUER, J. (1979): Großpumpversuch 1978 bei Oberau im Tal der Oberen Loisach. Schlussbericht nach Beendigung des Versuches. Teil II. Ökologisches Gutachten. – Landkreis Garmisch-Partenkirchen. Unveröff. Gutachten.
- PFADENHAUER, J. (1989): Gedanken zur Pflege und Bewirtschaftung voralpiner Streuwiesen aus vegetationskundlicher Sicht. – *Schriftenr. Bayer. Landesamt Umweltschutz* 95: 25–42.
- PFADENHAUER, J. (1997): Vegetationsökologie – ein Skriptum. 2. Auflage. – IHW-Verlag Eching: 448 pp.
- REGER, B., HÄRING, T. & EWALD, J. (2014): The TRM model of potential natural vegetation in mountain forests. – *Folia Geobot.* 49: 337–359.
- VEČEŘA, M., DIVÍŠEK, J., LENOIR, J. ... CHYTRÝ, M. (2019): Alpha diversity of vascular plants in European forests. – *J. Biogeogr.* 46: 1919–1935.
- WAGNER, A. (2000): Minerotrophe Bergkiefernmoore im süddeutschen Alpenvorland – Die *Carex lasiocarpa-Pinus rotundata*-Gesellschaft. – Dissertation TU München: 185 pp.
- WAGNER, A. & WAGNER, I. (2001): *Salix caesia* Vill. – Erstnachweis für Deutschland. – *Ber. Bayer. Bot. Ges.* 71: 13–16.
- WAGNER, A. & WAGNER, I. (2019): Managementplan für das FFH-Gebiet Loisachtal zwischen Farchant und Eschenlohe (DE 8432-301). – Unveröff. Gutachten im Auftrag der Regierung von Oberbayern.
- WAGNER, A., WAGNER, I. & PFADENHAUER, J. (1997): Minerotrophe Bergkiefernmoore im süddeutschen Alpenvorland unter besonderer Berücksichtigung ihrer syntaxonomischen Stellung. – *Tuexenia* 17: 81–107.
- WAGNER, T. & ZEHEM, A. (2022): Das Friedergries – Sukzessionskomplex eines alpinen Dolomit-Schwemmfächers. – *Tuexenia, Beiheft* 14: 25–46.
- WFO (2022): The World Flora Online. – URL: <http://www.worldfloraonline.org> [Zugriff am 23.01.2022].
- WROBEL, J.-P. (1970): Hydrogeologische Untersuchungen im Einzugsgebiet der Loisach zwischen Garmisch-Partenkirchen und Eschenlohe/Obb. – *Abh. Bayer. Akad. Wiss. N.F.* 146: 1–87.
- ZELLERMAYR, A., SCHROTH, O. & EWALD, J. (2021): Verlichtung oder Verdichtung? Vergleich der Waldentwicklung in den Kalkalpen und der Flyschzone des Landkreises Garmisch-Partenkirchen. – *Jahrb. Ver. Schutz Bergwelt* 86: 187–216.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Tuexenia - Mitteilungen der Floristisch-soziologischen Arbeitsgemeinschaft](#)

Jahr/Year: 2022

Band/Volume: [BH_14_2022](#)

Autor(en)/Author(s): Pfadenhauer Jörg, Ewald Jörg, Wagner Alfred, Wagner Ingrid

Artikel/Article: [Oberes Loisachtal zwischen Eschenlohe und Oberau 143-154](#)