

Jahrbuch 2023

Verein zum Schutz der Bergwelt



88. Jahrgang



Besondere Ausprägungen des Lebensraumtyps „Kalkreiche Niedermoore“ im Oberen Isartal unterhalb Vorderriß

Von Burkhard Quinger

Keywords: Schotterplatten-Quellmoor-Vegetation, Flutrinnen-Quellmoor-Vegetation, *Saxifraga mutata*, Naturschutz, Wildflusslandschaft.

Die vorliegende Arbeit befasst sich mit zwei intakt erhaltenen und heute sehr seltenen Ausprägungen des FFH-Lebensraumtyps „Kalkreiche Niedermoore“ (LRT 7230) im naturnahen Abschnitt der Isar zwischen Vorderriß und Sylvensteinspeicher: ein Schotterplatten-Quellmoor sowie Flutrinnen mit Kalkquellmoor-Vegetation auf mineralischem Substrat.

Das Schotterplatten-Quellmoor befindet sich am Südrand des Talbodens und schmiegt sich unmittelbar an den Böschungsfuß einer gut drei Kilometer langen und bis zu 1 km breiten, im Spätglazial vom Rißbachtal aus erfolgten Terrassenschotterablagerung an. Es erhält seine Wasserspeisung aus diesem steil ins Isartal abfallenden Terrassenschotterkörper. Umrahmt wird das Schotterplatten-Quellmoor von Schneeheide-Kiefernwäldern auf der Böschung und von licht mit Kiefern bestockten, Orchideen-reichen Kalkmagerrasen auf trockenen Schotterablagerungen.

Wenige Meter nordöstlich des Schotterplatten-Quellmoores befinden sich in den rezent regelmäßig umgelagerten Isar-Alluvionen Flutrinnen mit bemerkenswerter Kalkquellmoor-Vegetation. Die Wasserspeisung erfolgt unmittelbar aus dem Bodenwasserstrom der Alluvialschotter, wobei die Bodenwasserstände offenbar direkt mit den Pegelständen der Isar korrelieren: Die tiefsten Rinnen weisen annähernd vegetationsfreie Sohlen auf; ihre Flanken sind von Rostrotem Kopfried (*Schoenus ferrugineus*) bewachsen. In benachbarten, weniger tief eingegrabenen Flutrinnen erstrecken sich die *Schoenus ferrugineus*-Bestände auch in die Rinnensohlen hinein.

Von 2009 bis 2021 nahm der Gehölz-Aufwuchs der Schotterflächen, in welchen die untersuchten Flutrinnen liegen, deutlich zu. Die Ursachen für diese Entwicklung sind zu klären. Deponierung und Entnahme von Geschiebematerial stellen an der Oberen Isar zwischen Vorderriß und Sylvensteinspeicher nach wie vor ein Problem dar.

Special characteristics of the habitat type „Alkaline fens” in the Upper Isar Valley below Vorderriß

Keywords: gravel slab spring fen vegetation, flood channel spring fen vegetation, *Saxifraga mutata*, nature conservation, wild river landscape.

The present work describes two intact and now very rare categories of the European Union habitat type „Alkaline fens (7230)“ in the near-natural section of the Isar between Vorderriß and Sylvenstein reservoir: a gravel slab spring fen and flood channels with calcareous spring fen vegetation. The gravel slab spring fen is located at the southern edge of the valley floor and nestles directly at the foot of the slope of terrace gravel deposit which was deposited from the Reißbach valley in the late glacial period. It receives its water supply from this terrace gravel body that slopes steeply down into the Isar valley. The gravel slab spring fen is surrounded by snow heath pine forests on the slope and by sparsely with pine trees covered, orchid-rich calcareous grasslands on dry gravel deposits. A few meters northeast of the gravel slab spring fen, there are flood channels with remarkable lime spring fen vegetation in the recently regularly relocated Isar alluvions. Water is supplied directly from the soil water flow of the alluvial gravel, with soil water levels directly correlating directly with water levels of the Isar River: The deepest channels have beds nearly free of vegetation; their flanks are covered by head reed (*Schoenus ferrugineus*) stands. In neighboring, less deeply dug flood channels, *Schoenus ferrugineus* stands also extend into the channel bottoms.

From 2009 to 2021, the growth of trees and shrubs in the gravel areas in which the investigated flood channels are located increased significantly. The reasons for this development need to be clarified. Deposition and removal of bedload material continues to be a problem on the upper Isar between Vorderriß and Sylvenstein reservoir.

I. Einleitung

Das Obere Isartal zwischen Krün und Sylvensteinspeicher stellt – trotz der im Jahr 1924 errichteten Ausleitung zum Walchensee – auf Grund seiner Ausstattung mit hochwertigen Biotop- und Vegetationstypen den heute wohl noch am besten erhaltenen Abschnitt einer Gebirgswildfluss-Landschaft auf deutschem Staatsgebiet dar.

In besonderer Weise gilt dies für den knapp vier Kilometer langen Abschnitt zwischen der Reißbachmündung bei Vorderriß und der Stauwurzel des Sylvensteinspeichers. Hier kompensiert die hohe Feststofffracht des Reißbachs wenigstens teilweise die durch die Isarwasser-Ausleitung reduzierte Feststofffracht und -dynamik (JUSZCZYK et al. 2020). Etwa in der Mitte dieses Abschnitts kommen im Isartal bisher kaum beachtete, jedoch naturkundlich außerordentlich hochwertige, dem Lebensraumtyp „Kalkreiche Niedermoore“ nach Anhang I der FFH-Richtlinie zuordenbare Vegetationstypen vor, die im Folgenden beschrieben werden:

- **„Schotterplatten-Quellmoore“** nach der hydrogenetischen Einteilung der bayerischen Moortypen nach RINGLER (2005: 52 ff.), die heute in Bayern nur noch sehr selten in einem guten bzw. wenig degradierten Erhaltungszustand anzutreffen sind.
- **„Flutrinnen mit Quellmoor-Vegetation“** in sehr gutem Erhaltungszustand und in unterschiedlichen Altersstadien, die aufgrund ihrer hydrologischen und floristischen Eigenschaften zum – heute nach RINGLER (2005: 50 f.) ebenfalls sehr seltenen – Typ der „Alluvialen, flussbegleitenden Quellmoore“ zugeordnet werden können. Sie kommen meist über mineralischen Nassböden vor (keine Quelltorfe!) und gehören daher nicht zu den „Quellmooren“ im edaphischen Sinn.

Eine Übersicht, wie sich die Teilrückleitung auf einzelne Vegetationstypen der Isarauen oberhalb des Sylvensteinspeichers auswirkte, findet sich bei SCHAUER (1998). Die Vegetation „nasser Mulden und Altwasserrinnen“ wird in diesem Zusammenhang nur kurz gestreift (s. S. 138). In einem weiteren Beitrag von JÜRGING & SCHAUER (1998) im selben Jahrbuch des Vereins zum Schutz der Bergwelt, das sich mit der gesamten Isar befasst, wird die Vegetation an der gesamten Oberen Isar zwischen Scharnitz und München zusammenfassend dargestellt. Dabei werden die Seggen- und Kopfbinsenerieder an der Oberen Isar am Beispiel der Vorkommen in der Ascholdingen und Pupplinger Au kurz beschrieben (s. S. 67), jedoch ohne auf die spezifischen Eigenschaften der Vorkommen im Isartal oberhalb des Sylvensteinspeichers einzugehen. Diese Lücke soll die vorliegende Studie nun schließen.

Im Jahr 2021 fanden Untersuchungen zum für den Artenschutz bedeutsamen Kies-Steinbrech (*Saxifraga mutata*) nach dem „Botanischen Artenhilfsprogramm Bayern“ durch den Autor dieses Beitrags und Gabriela Schneider/Hausham im Auftrag des Bayerischen Landesamts für Umwelt, Abt. 5, statt (QUINGER & SCHNEIDER 2021: 67ff.). Aus diesen Untersuchungen ergab sich die Anregung für die Erstellung der vorliegenden Studie. In diesem Zusammenhang wurden die hier beschriebenen, räumlich nahezu miteinander verwobenen Quellmoortypen und mithin dieser für das deutsche Staatsgebiet wohl einzigartige Vegetationskomplex entdeckt.

2. Methodische Hinweise

Die wissenschaftliche und deutsche Nomenklatur der Gefäßpflanzen richtet sich nach ROTHMALER (2021), die wissenschaftliche der Moose nach CASPARI et al. (2018). Die Benutzung syntaxonomischer Termini lehnt sich an OBERDORFER (1977/1978/1983/1992) an. Vegetationsaufnahmen erfolgten nach der bekannten Methode von BRAUN-BLANQUET (1964). Die Stufe „2“ wurde dabei nach REICHELT & WILMANN (1973) in drei Unterstufen differenziert. Bei einigen ausgewählten Arten wurde zu jedem Zählpunkt ein GPS-Wert erhoben.

3. Das Untersuchungsgebiet

3.1 Lage und Topografie

Der untersuchte Vegetationskomplex befindet sich im Tal der Oberen Isar ca. zwei Kilometer östlich bzw. flussabwärts der Gastwirtschaft Vorderriß („Whs“ in Abb. 1) zwischen 767 und 772 m ü. NHN und ist Teil des NSG „Karwendelgebirge“ sowie des FFH-Gebiets „Oberes Isartal (Nr. 8034-

371)“. Im Untersuchungsgebiet fallen die schwach geneigten Niederterrassenschotter der „Grammersau“ in einer steilen Böschung nach Norden bzw. zur Isar hin ab. Das Schotterplatten-Quellmoor zwischen ca. 770 bis 773 m ü. NHN schmiegt sich nördlich an den Fuß dieser steilen Böschung an. Oberhalb der Böschung verläuft nach Westen ansteigend die Trasse der B 307 in einer Höhe von 794-797 m ü. NHN. Die untersuchten Flutrinnen mit Quellmoorvegetation befinden sich gut 200 Meter ostnordöstlich des Zusammenflusses der beiden Abflussrinnen des Schotterplatten-Randquellmoores in den rezenten Umlagerungsschottern der Isar.

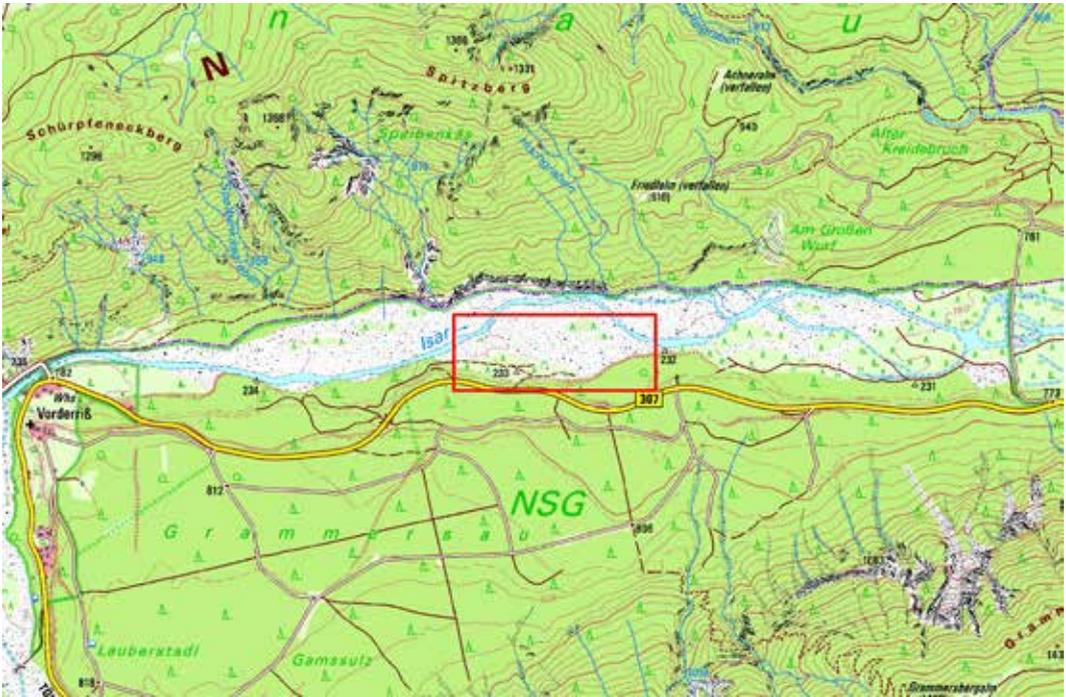


Abb. 1: Lage des untersuchten Vegetationskomplexes (rot umrandet) im Isartal östlich/flussabwärts von Vorderriß und nördlich der Grammersau. Kartengrundlage: TK 25 Blatt 8434 Vorderriß; Geobasisdaten: © Bayerische Vermessungsverwaltung.

3.2 Geologische, geomorphologische, edaphische und hydrologische Bedingungen

Der untersuchte Vegetationskomplex befindet sich im Sohlenbereich des „glazial übertieften“ (zum Begriff s. SEILER 1977) Isartales, das nach DOBEN (1993: 21 ff., genaue stratigraphische Darstellung s. S. 23) nahe Vorderriß eine bis 362 Meter mächtige, quartäre Füllung mit Ablagerungen aus der Rißeiszeit (unten), der Würmeiszeit (Mittelteil) und des Holozäns (Umlagerungsschotter, oben) aufweist. In die Talfüllungen aus Kiesen und Sanden können Schichten aus Karbonatschluff abgesetzt sein, die in den während des Quartärs wiederholt entstehenden Talseen sedimentierten (DOBEN 1993).

3.2.1 Schotterplatten-Quellmoor

Am südlichen Talrand der Isar befindet sich in der Grammersau ein gut drei Kilometer langer, bis zu einem Kilometer breiter sowie bis zu ca. 35 Meter mächtiger Niederterrassen-Schotterkörper, der vom würmeiszeitlichen Rißbach abgelagert wurde (DOBEN 1993: 21). Darin schnitt sich später die Isar bis zu 30 Meter tief ein, wobei steile, nach Norden gerichtete Böschungen entstanden. Am Fuße der Böschung im Untersuchungsgebiet befinden sich Quellaustritte, die zur Entstehung eines Quellbaches mit begleitender Quellmoorvegetation geführt haben. Dieser Quellbach schmiegt sich auf ca. 350 Meter Länge fast unmittelbar an den spätwürmeiszeitlichen Schotterkörper der Grammersau an und erhält hauptsächlich aus diesem seine Wasserspeisung.

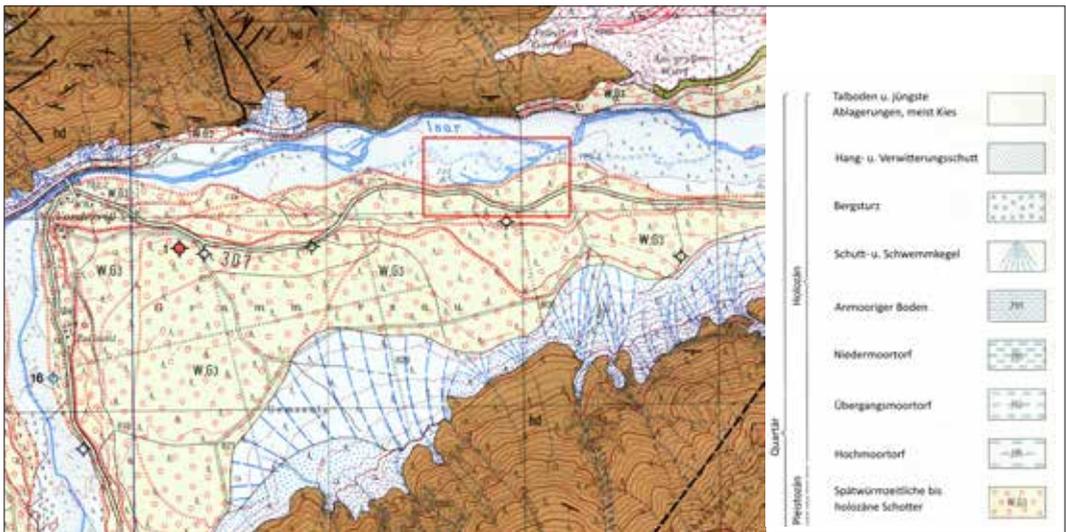


Abb. 2: Geologie und Hydrologie des untersuchten Schotterplatten-Quellmoores (rot umrandet) am Terrassenrand einer mächtigen spätwürmglazialen Schotter-Ablagerung, in die sich die Isar später eingeschnitten hat. Die eingetragenen Pfeile zeigen auf den Quellbach am Terrassenrand, der zur Isar hin entwässert (Quellbach fehlt in TK bzw. Abb. 1). Nördlich und südlich des Isartals steht in diesem Talabschnitt Hauptdolomit an (braun, Signatur „hd“). Kartengrundlage aus DOBEN (1993), © Bayerisches Geologisches Landesamt.

Das Niederschlagswasser und auch das Bodenwasser, das von Süden in diesen Schotterkörper aus den angrenzenden Schwemmkegeln¹ einströmt, sickert bis zu einer dort offenbar eingelagerten undurchlässigen Schicht² durch und tritt als Quellwasser konzentriert am Rand dieses Schotterkörpers in derart ergiebigen Mengen aus, sodass der Quellbach bereits nach 250 Metern eine Breite von mehreren Metern und eine Tiefe von mehreren Dezimetern erreicht. In seinem Mittelteil durchfließt der Quellbach einen permanenten Quelltümpel von annähernd 40 Metern Länge, bis zu gut 4 Meter Breite und gut einen halben Meter Tiefe mit etlichen eingestreuten Tümpelquellen (Limnokrene). Der Quelltümpel wird von einem mehrere Meter breiten Streifen mit Kalkniedermoor-Vegetation

1 Die Schwemmkegel wurzeln im oberhalb anstehenden Hauptdolomit des Großköpfl-Grammersberg-Massivs (Grottenthaler & Pötschl 1993).

2 Zur Stratigraphie der würmglazialen Rißbach-Schotterablagerung finden sich bei Doben (1993) keine Angaben.

umrahmt. In seinen hydrologischen Eigenschaften entspricht dieser Komplex aus Quellbach, Quelltümpeln und Quellmoorvegetation in Randlage zum vom spätwürmglazialen Reißbach aufgeschütteten Schotterkörper einem, wenn auch sehr kleinem Schotterplatten-Quellmoor nach RINGLER (2005: 52 ff.). Dieser Quellmoortyp verdankt seine Entstehung den Quellaustritten der „Fontanizonen“ (zum Begriff s. JERZ 1993: 36) würmglazialer Schotter-Ablagerungen.

Nördlich des Quellbachs entspringt in etwa 50 Meter Abstand zur Terrassenböschung ein zweiter Gießen-artiger Quellstrom³ mit Wurzel in einer gut dreiviertel Meter tiefen Quellgumpe. Der Ursprung dieses nördlichen Quellstroms liegt bereits in einer Schotterablagerung des Talbodens. Diese Schotterablagerung ist nahezu flächendeckend mit Kalkmagerrasen bewachsen. Ihre Oberfläche liegt etwa gut einen halben bis einen Meter erhöht gegenüber den weiter nördlich befindlichen, rezenten Umlagerungsschottern der Isar, die nur schütter bewachsen oder fast vegetationsfrei sind und wesentlich häufiger bei Hochwasserereignissen in das Umlagerungsgeschehen einbezogen werden. Beim nördlichen Quellstrom könnte ebenfalls noch eine (Teil-)Speisung aus dem spätwürmglazialen Talschotterkörper (wohl von weiter aus dem Süden einströmend) vorliegen, möglicherweise sind dort bereits die Grundwasserströme der rezenten Alluvialschotter der Isar an der Wasserspeisung zumindest mitbeteiligt.

Der nördliche Quellstrom fließt südostwärts und mündet in den entlang des Böschungsfusses fließenden Quellbach. Aus dem Zusammenfluss beider Bäche geht ein über fünf bis sieben Meter breites und einen halben Meter tiefes Gerinne mit hellbau-kristallklarem Wasser hervor, das weiterhin unmittelbar entlang der Terrassenböschung strömt und von dieser offenbar auch noch weiter flussabwärts unterirdisch mit Quellwasser gespeist wird.

3.2.2 Flutrinnen mit Quellmoorvegetation

Die hier beschriebenen Flutrinnen mit Quellmoorvegetation befinden sich im Sohlenbereich des Isartales in Umlagerungsschottern, die dort erst in jüngerer oder jüngster Zeit deponiert wurden. Die Sohlen der Flutrinnen können einige Dezimeter liegen höher als die Sohle des tieferen Isargerinnes, das im Untersuchungsgebiet den nördlichen Randbereich des Isar-Talbodens passiert.

Sicher weit überwiegend, wenn nicht sogar (fast) ausschließlich werden die „Flutrinnen mit Quellmoorvegetation“ durch die Grundwasserströme gespeist, die durch die Schotterflächen des glazial übertieften Isartales streichen (vgl. WROBEL 1993: 49). Die Pegelstände der Flutrinnen und das Volumen des Grundwassers, das in den Flutrinnen die Bodenoberfläche erreicht, sind dabei direkt mit der Hydrodynamik der Isar gekoppelt: Die Pegelhöhen der Flutrinnen unterscheiden sich nur geringfügig (allenfalls wenige dm) von den jeweiligen Pegelständen der Isar.

Auf jüngere Umlagerungen bzw. ein geringes Alter dieser Flutrinnen weist das Fehlen der für Alpenflüsse typischen Auenvegetation wie Uferreitgras-Fluren, Tamarisken- und Lavendelweiden-Gebüsche hin, die auf den benachbarten, etwas erhöht liegenden und daher etwas grundwasserferneren und seltener von Umlagerungsprozessen bei Hochwasser betroffenen Standorten zu beobachten ist.

3 Als „Gießen“ werden aus Terrassenschottern gespeiste Quellbäche bezeichnet, in denen Quellen unter der Wasseroberfläche (sog. „Limnokrenen“), oft als „Quelltrichter“ geformt, austreten.

In den beschriebenen Flurinnen mit Quellmoorvegetation haben sich schluffige Feinsande und Sande mit hohen Kalziumcarbonat-Gehalten akkumuliert. Es handelt sich um Mineralböden mit niedrigen, stets weit unter Anmoor-Niveau liegenden Gehalten an organogenem Material.

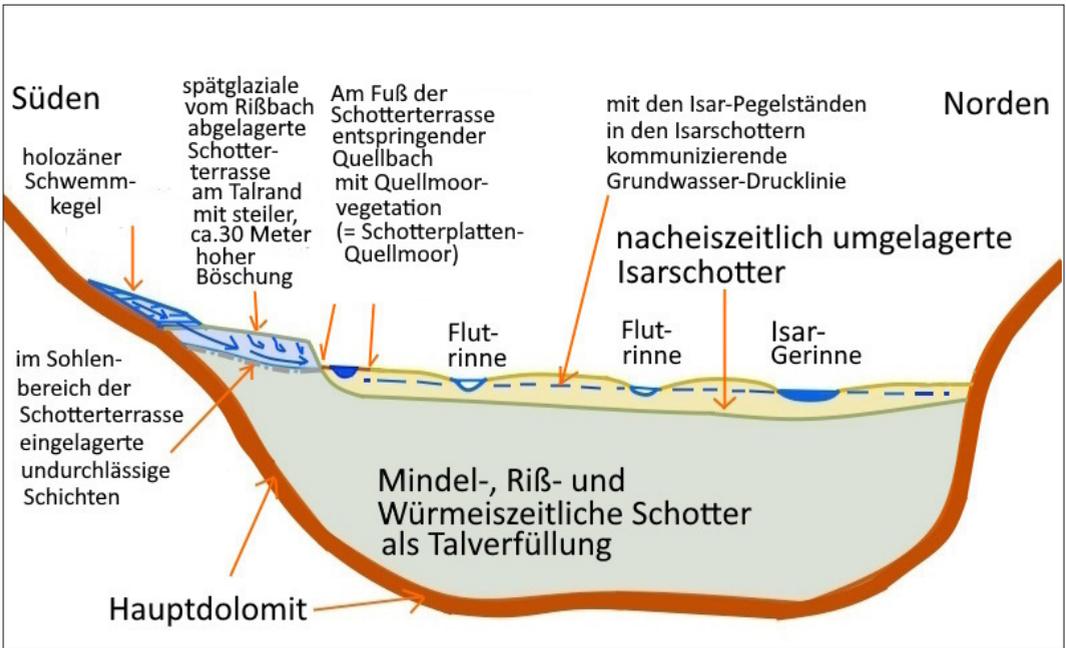


Abb. 3: Schematischer, nicht maßstabgerechter Querschnitt des Isartaales auf Höhe des untersuchten Vegetationskomplexes. Das Schotterplatten-Quellmoor am südlichen Talrand erhält seine Wasserspeisung aus holozänen Schwemmkegeln und der spätwürmglazial vom Rißbach abgelagerten Schotterterrasse. Die Pegelstände der Flutrinne in den rezenten Umlagerungsschottern der Isar korrespondieren offenbar eng mit den Pegelständen dieses Flusses (Skizze erstellt v. Verfasser).

3.3 Klima

Das langjährige Niederschlagsmittel für Vorderriß liegt bei 1598 mm pro Jahr (Periode 1931–1960; WROBEL 1993: 50) und damit zwischen den Werten für Mittenwald und der Jachenau (1328 bzw. 1717 mm, gleicher Zeitraum; Daten des Bayerischen Landesamts für Wasserwirtschaft, wiedergegeben von WROBEL 1993: 50).

Da das Schotterplatter-Quellmoor in seinem Wasserhaushalt in erster Linie von Quellwasser aus dem im Süden angrenzenden Schotterkörper bestimmt wird, spielt die Niederschlagshöhe für diese Vegetationsausprägung nur eine indirekte Rolle. Die Speisung der Flutrinne mit Quellmoorvegetation in den Alluvialschottern steht in unmittelbarem Zusammenhang mit den Pegelständen der Isar und wird daher wesentlich von den Niederschlagsmengen bestimmt.

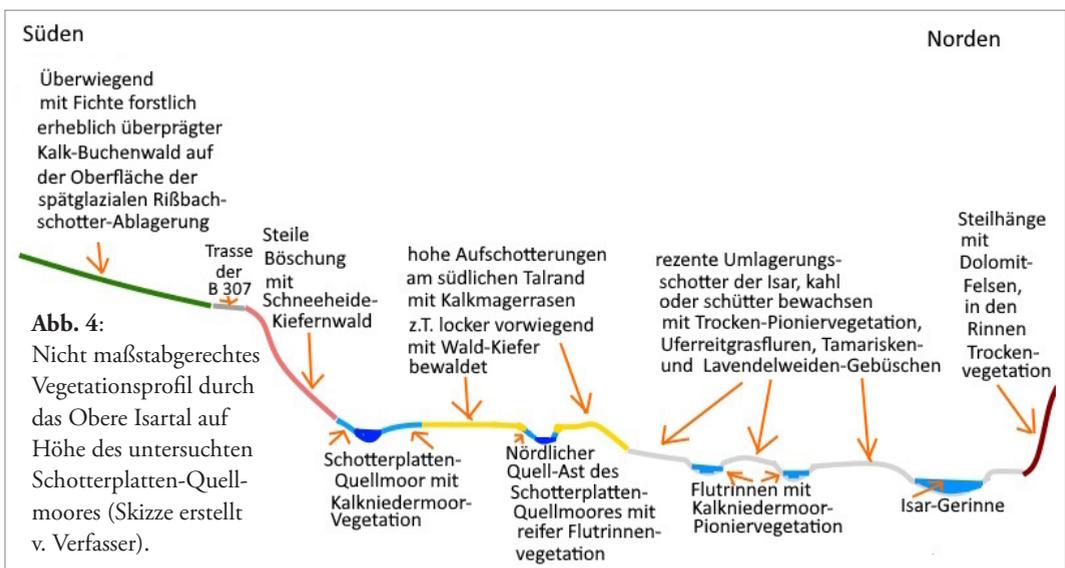
Die Jahresmitteltemperatur beträgt für den Zeitraum 1961 bis 1990 nach BAYFORKLIM (1996: Karte 2) 6–7 °C. Als Folge des Klimawandels dürfte sich die Jahresmitteltemperatur um 1–2 °C seit den warmen 2010er-Jahren erhöht haben.

4. Vegetation

4.1 Vegetationsprofil des Isartals

Ein Vegetationsprofil durch das Isartal auf Höhe des untersuchten Vegetationskomplexes zeigt von Süden nach Norden seine Einbettung in folgende Vegetationstypen (Abb. 4)

- In der Grammersau südlich der Trasse der B307 sind auf den spätglazialen, meist nur wenige Grad geneigten spätglazialen Ablagerung der Reißbachschotter mit Fichte überprägte Kalk-Buchenwälder anzutreffen, deren Böden stellenweise Moderhumusaufgaben aufweisen und in ihren obersten Bodenschichten entkalkt sein können. Wald-Kiefer und Berg-Ahorn sind einzeln eingestreut. In der Bodenvegetation dominiert häufig die Weiße Segge (*Carex alba*), darüber hinaus sind am Aufbau der Grasschicht Arten wie Finger-Segge (*Carex digitata*), Nickendes Perlgras (*Melica nutans*) und Buntes Reitgras (*Calamagrostis varia*) beteiligt. Eingestreut ist der Zwergbuchs (*Polygala chamaebuxus*) zu beobachten. Auf stellenweise entkalkte Oberböden weisen kalkmeidende Arten wie die in Herden auftretende Heidelbeere (*Vaccinium myrtillus*), Wald-Wachtelweizen (*Melampyrum sylvaticum*) und das häufige Auftreten der Moos-Art *Hylocomium splendens* hin.
- Vielfach nur wenige Meter nördlich der Trasse der B 307 fällt die spätglaziale Reißbachschotter-Ablagerung plötzlich in eine steil nach Norden gerichtete, etwa 30 bis 35 Meter hohen Böschung ab. Oberhalb des großen Quelltümpels des Schotterplatten-Quellmoores wird dieser Böschungshang von lichthem Buntreitgras-Kiefernwald (*Calamagrostio-Pinetum*) eingenommen, einer Gesellschaft im Verband Schneeheide-Kiefernwälder (*Erico-Pinion*), die unter anderem an frischen bis mäßig trockenen, rutschigen Hängen gedeiht (HÖLZEL 1996: 84 ff.). Der vorliegende Bestand enthält einige seltenere Arten der Schneeheide-Kiefernwälder wie Amethyst-Schwingel (*Festuca amethystina*), Heideröschen (*Daphne cneorum*) und Geschnäbeltes Leinblatt (*Thesium rostratum*).
- Unmittelbar an den Böschungsfuß schmiegt sich das Schotterplatten-Quellmoor an, das in Kap. 4.2 näher beschrieben wird.



- Auf das Schotterplatten-Quellmoor folgen weitgehend ebene Schotterablagerungen, die anscheinend nur noch sehr selten bei Spitzenhochwassern wie etwa im August 2005 überschwemmt werden. Auf ihnen sind überwiegend bisher nur locker mit Wald-Kiefer (*Pinus sylvestris*), bisweilen auch mit Berg-Kiefer (*Pinus x rotundata*) und Fichte (*Picea abies*) bestockte, floristisch außerordentlich reichhaltige Kalkmagerrasen ausgebildet, deren standörtliches Spektrum von wechselfrisch bis recht trocken reicht. Bei ungelenkter Entwicklung bzw. fortschreitender Sukzession ist hier mit der Entstehung von (zunächst noch) lichten *Erico-Pinion*-Wäldern zu rechnen.

Bestandsbildende Gräser sind Felsen-Fiederzwenke (*Brachypodium rupestre*), Buntes Reitgras (*Calamagrostis varia*) und in deutlich niedrigerer Deckung Aufrechte Trespe (*Bromus erectus*). Beigemischt sind teils mit recht hoher Abundanz unter anderem Schillergras (*Koeleria pyramidata*), Amethyst-Schwengel (*Festuca amethystina*), Blaugras (*Sesleria caerulea*), Horst-Segge (*Carex sempervirens*), an flachgründigen Stellen auch Erd-Segge (*Carex humilis*) und die seltene Heide-Segge (*Carex ericetorum*). Bisweilen lässt sich die hochalpine Polster-Segge (*Carex firma*) feststellen, die auf den Alluvionen des Isartals nach Norden nur bis zum Alpenrand zu beobachten ist.

An bemerkenswerten krautigen Pflanzen und Zwergsträuchern kommen vor: Golddistel (*Carlina vulgaris*), Kriechendes Gipskraut (*Gypsophila repens*), Silberwurz (*Dryas octopetala*), Schneeheide (*Erica carnea*), Kreuzbuchs (*Polygala chamaebuxus*), Heideröschen (*Daphne cneorum*), Geschnäbeltes Leinblatt (*Thesium rostratum*), Grauer Löwenzahn (*Leontodon incanus*), Clusius Enzian (*Gentiana clusii*), Frühlings-Enzian (*Gentiana verna*) sowie als Zeiger für Wechselfrische bis Wechselfeuchte Dorniger Moosfarn (*Selaginella selaginoides*), Gelbe Spargelerbse (*Lotus maritimus*), Schlauch-Enzian (*Gentiana utriculosa*) und Fliegen-Ragwurz (*Ophrys insectifera*) sowie sogar einige Kalkniedermoor-Arten wie Kelchsimsenlilie (*Tofieldia calyculata*), Traunsteiners Knabenkraut (*Dactylorhiza traunsteineri*) und Gewöhnliches Fettkraut (*Pinguicula vulgaris*).

An weiteren Orchideen-Arten wurden Wohlriechende und Gewöhnliche Händelwurz (*Gymnadenia odoratissima* et *G. conopsea*), Großes Zweiblatt (*Listera ovata*) und Wald-Hyazinthe (*Platanthera bifolia*) notiert, wodurch sich eine Zuordnung dieser Schotter-Kalkmagerrasen zu dem nach Anhang I der FFH-Richtlinie prioritären Lebensraumtyp „Kalkmagerrasen mit Orchideen (Code: 6210*)“ ergibt.

Eingehende Beschreibungen der Kalkmagerrasen speziell der Alluvionen des Oberen Isartals sind der „klassischen Studie“ zu diesem Gebiet von SCHRETZENMAYR (1950: 41 ff.) zu entnehmen.

- Auf die Vegetation des nördlichen Quellastes des Schotterplatten-Quellmoores einschließlich seiner Böschungen wird in Kap. 4.2.1 eingegangen.
- Es folgen die Schotterablagerungen, die rezent noch ± regelmäßig bei ca. 10-jährigen Hochwassern von der Isar umgelagert werden. Die dort flächenmäßig recht ausgedehnten trockeneren Kuppen-Bereiche zeichnen sich durch eine vergleichsweise schütter entwickelte Vegetation aus, die nach Luftbildvergleichen (Jahre 2009 u. 2021, s. Kap. 6) hinsichtlich ihrer Dichte allmählich zunimmt. Regelmäßig eingestreut sind dort Lavendel-Weiden (*Salix eleagnos*) in meist nur geringer Wuchshöhe zu beobachten. Relativ dichte und gleichmäßig entwickelte Bestände der Silberwurz (*Dryas octopetala*) sind am Aufbau der Pioniervegetation wesentlich beteiligt. Vereinzelt kommen Kriechendes Gipskraut (*Gypsophila repens*) und auch die Erd-Segge (*Carex humilis*) vor.

- Im Bereich der rezent bei Hochwassern umgelagerten Schotterbänke sind Flutrinnen ausgebildet, die bei ausreichender Tiefe fast stetig mit Bodenwasser aus den angrenzenden Schotterablagerungen gespeist werden, das an den Rinnensohlen abfließt und die Bildung einer initialen Kalkniedermoor-Vegetation ermöglicht. Eine nähere Beschreibung dieser Rinnenvegetation findet sich unter Punkt 4.3.
- In diesem Abschnitt befindet sich das Isargerinne nah am Nordrand der rezent bei Hochwassern umgelagerten Schotterbänke.

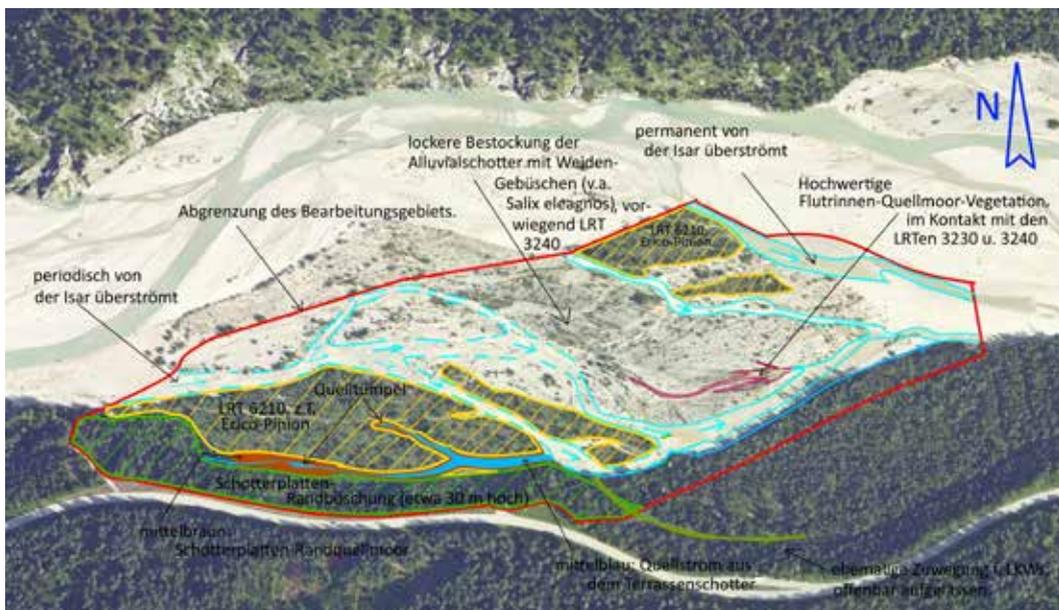


Abb. 5: Schotterplatten-Quellmoor und im Alluvialschotter der Isar befindliche Flutrinnen mit Quellmoor-vegetation östlich von Vorderriß (Abb.-Grundlage: Geobasisdaten © Bayerische Vermessungsverwaltung):

	1) Schotterplatten-Quellmoor.
	2) Abflussrinnen des Schotterplatten-Quellmoores (mittelblau, stets wasserführend). Deren Böschungen werden vorwiegend von Kopfried-Beständen eingenommen (braunfarbene Umrahmung).
	3) Mit Kopfried-Beständen ausgekleidete Flutrinnen im Alluvialschotter der Isar (überwiegend Oberflächenwasser führend).
	4) Flutrinnen im Alluvialschotter (in trockneren Perioden i.d.R. nicht wasserführend)
	5) Bewaldete Randböschung der „Grammersau“-Schotterablagerung
	6) Vergleichsweise hoch liegende Schotterbänke mit Orchideen-reichen Kalkmagerrasen und initialen Erico-Pinion-Wäldern.
nicht gefärbt!	7) Lockere Bestockung trockener Alluvialschotter der Isar mit Lavendel-Weide
	8) Abgrenzung des Untersuchungsbereichs.
	9) Lage der Vegetationsaufnahmen 1–4 der Tabelle 1 im Bereich und in der näheren Umgebung der Einheit 3 (siehe auch roter Pfeil).

- An der Nordseite des Isartales reichen Hauptdolomit-Felshänge bis unmittelbar an die bei Hochwassern umgelagerten Schotterbänke der Isar heran. Die Felsen sind vegetationsarm. In konsolidierten Schuttrinnen zwischen den Felsen befinden sich im Rahmen dieser Studie nach Fernglasbeobachtung von dem Verfasser nicht näher besehene Kalkmagerrasen-artige Vegetationsbestände. Südexponierte Dolomitfelshänge oberhalb der Isar zwischen Wallgau und Vorderriß mit einer den alpin geprägten Kalkmagerrasen zuordenbaren Vegetation sind bei RÖSLER (1997: 122 ff.) näher beschrieben.

4.2 Lebensraumtyp „Kalkreiche Niedermoore (7230)“

Die nachstehend beschriebenen Kopfried-Bestände und kalkreichen Kleinseggenrieder gehören dem Lebensraumtyp „Kalkreiche Niedermoore“ nach Anhang I der FFH-Richtlinie an, auch wenn es sich in edaphischer Hinsicht vielfach nicht um „Niedermoore“ handelt. Dieser Lebensraumtyp ist durch seine floristische Zusammensetzung definiert (s. BAYERISCHES LANDESAMT FÜR UMWELT 2022: 97 f.).

4.2.1 Das Schotterplatten-Quellmoor

Das Schotterplatten-Quellmoor wird vom Rostroten Kopfried (*Schoenus ferrugineus*) als Hauptbestandsbildner geprägt. Innerhalb der Kopfried-Bestände sind im Oberboden teilweise Quellantorfe (keine Quelltorfe!) ausgebildet, entlang der abfließenden Quellbäche besiedeln diese auch rein mineralische Substrate.

An Vegetations- und Strukturtypen des Schotterplatten-Quellmoores wurden vorgefunden:

- Wassergefüllte Abflussrinnen: Nahezu vegetationsfrei, sehr klares, azurblaues Wasser. Im trockenheißen Juni 2023 in der Quellgumpe übermäßige Algenentwicklung (infolge nicht ausreichender Durchströmung?). Am Uferstrand sind zerstreut Poster des Fetthennen-Steinbrechs (*Saxifraga aizoides*) etabliert.
- Kopfried-Bestände: Bestandsbildend vorwiegend Rostrot Kopfried (*Schoenus ferrugineus*), beigemischt sind Saum-Segge (*Carex hostiana*), Gelbfrüchtige Schuppen-Segge (*Carex lepidocarpa*), Davall-Segge (*Carex davalliana*, spärlich!), Alpen-Binse (*Juncus alpinoarticulatus*); außerdem Pfeifengras (*Molinia caerulea*), Hirse-Segge (*Carex panicea*), Blaugras (*Sesleria caerulea*) und Zittergras (*Briza media*).

Dazwischen treten die krautigen Kalkniedermoorarten Kelchsimsenlilie (*Tofieldia calyculata*), Sumpfstendelwurz (*Epipactis palustris*), Sumpferzblatt (*Parnassia palustris*) und Gewöhnliches Fettkraut (*Pinguicula vulgaris*), außerdem die Alpenpflanzen Mehlsprimel (*Primula farinosa*), Alpen-Fettkraut (*Pinguicula alpina*), Clusius Enzian (*Gentiana clusii*), Berg-Hahnenfuß (*Ranunculus montanus*) und Alpen-Maßliebchen (*Aster bellidiastrum*) auf.

Darüber hinaus sind die außerhalb der Alpen in Quellmooren heute sehr selten anzutreffenden Arten Aurikel (*Primula auricula*), Blaugrüner Steinbrech (*Saxifraga caesia*) und Fetthennen-Steinbrech (*Saxifraga aizoides*) angesiedelt. Der noch in der ersten Hälfte der 2010-er Jahren dort zerstreut auftretende und ganz generell stark gefährdete Kies-Steinbrech (*Saxifraga mutata*) als dritte Steinbrech-Art konnte zuletzt im Juni 2023 nicht mehr bestätigt werden. In den Uferbereichen

des abfließenden Quellbachs kommt der Bunte Schachtelhalm (*Equisetum variegatum*) vor. An weiteren für den Artenschutz bedeutsamen Arten des Schotterplatten-Quellmoores können zudem Schlauch-Enzian (*Gentiana utriculosa*) und Fliegen-Ragwurz (*Ophrys insectifera*) beobachtet werden. An Moosarten der Kalkniedermoore wurden *Scorpidium cossoni* und *Campylium stellatum*, stellenweise als Kalkzeiger auch *Ctenidium molluscum* notiert.



Abb. 6: Schotterplatten-Quellmoor mit bestandsbildendem Rostrotten Kopfried. In der rechten Bildhälfte ist der Quellwasser-Abfluss mit der großen Quellgumpe zu erkennen, am Bildrand rechts schließt die steile, mit Kiefernwäldern (Erico-Pinion) bewachsene Böschung an. Blickrichtung Ost (Foto: B. Quinger, 06.08.2021).



Abb. 7: Große Quellgumpe mit Tümpelquellen (Limnokrenen) im untersuchten Schotterplatten-Quellmoor (Foto: B. Quinger, 04.05.2023).



Abb. 8: Südliche Abflussrinne des Schotterplatten-Quellmoores. An den Uferrändern gedeihen Moosrasen aus überwiegend *Scorpidium cossoni* und *Campylium stellatum*, in welchen bevorzugt die Steinbrech-Arten vorkommen. Auf dem Foto ist ein Polster des Fetthennen-Steinbrechs (*Saxifraga aizoides*) zu erkennen. Blickrichtung West (Foto: B. Quinger, 06.08.2021).

Etwa 50 Meter nördlich des Hangfußes der Böschung entspringt als zweiter der nördliche Quellbachast des Schotterplatten-Quellmoores. Dessen Wasserspeisung könnte wie bei den weiter im Norden folgenden Flutrinnen mit Quellmoor-Vegetation (s. Kap. 4.2.2) bereits aus den Isar-Flussschottern herrühren. In der Vegetationsausstattung der beiden Quellbachäste ergeben sich kaum floristische Unterschiede.



Abb. 9: Zusammenfluss der beiden großen Abflussrinnen des Schotterplatten-Quellmoores. Man beachte das kristallklare aus dem Niederterrassenschotter-Körper stammende Wasser (Foto: B. Quinger, 22.06.2017).

Schotterplatten-Quellmoore gehören heute zu den „stärkst-reduzierten Moortypen Bayerns und Deutschlands“ (Ringler 2005: 53). Insofern stellt das zwar nur sehr kleinflächig ausgebildete, aber offenbar weitgehend hydrologisch intakte Vorkommen im Oberen Isartal östlich Vorderriß eine naturkundliche Besonderheit von überregionaler Bedeutung dar.

Ausgedehnte Schotterplatten-Quellmoore gehen entlang des abströmenden Wassers nach RINGLER (2005: 52) in Durchströmungsmoore über. Dies ist bei den Vorkommen bei Vorderriß allenfalls angedeutet der Fall und reicht nicht über eine Strecke von wenigen Metern hinaus.

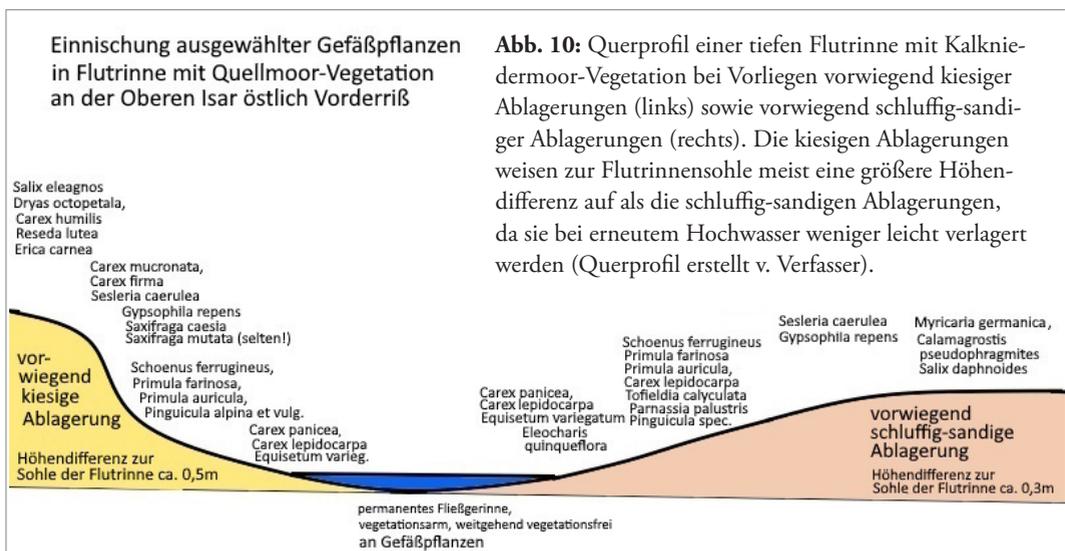
Im benachbarten, noch vergleichsweise moorreichen Naturraum „Ammer-Loisach-Hügelland“ (s. RATHJENS 1953: 92 f.) befinden sich naturnah erhaltene Beispiele dieses Quellmoortyps nur noch in der Sohle des „Ettinger Bachtals“ nördlich und südlich von Etting (s. ausführliche Beschreibung im Grundlagenteil zum Managementplan zum FFH-Gebiet „Ettinger Bach“, Gebiets-Nr. DE8132302; REGIERUNG VON OBERBAYERN 2013). Ein weiteres, noch teilweise erhaltenes Vorkommen dieses Quellmoor-Typs existiert im Benninger Ried bei Memmingen mit der weltweit nur in diesem Gebiet vorkommenden Ried-Nelke oder Purpur-Grasnelke (*Armeria maritima* subsp. *purpurea*). Die ehemaligen Groß-Vorkommen dieses Quellmoortyps im Erdinger und Dachauer Moos sind heute allesamt zur Gänze tiefgreifend degradiert.

4.2.2 Flutrinnen mit Quellmoorvegetation

In den untersuchten Flutrinnen wurde Quellmoor-Vegetation in den Sohlen, Unter- und Mittelhangbereichen vorgefunden. Die Sohlen der tiefen, mit Ausnahme langwieriger Trockenperioden kontinuierlich mit fließendem Wasser gefüllten Fließrinnen sind hingegen arm oder frei an Gefäßpflanzen.

Auf den Ablagerungsrücken zwischen den Flutrinnen können an der Oberfläche vor allem im Strömungs-Luv kiesige und grobkiesige Substrate vorherrschen. Ihre Kammbereiche und Hochflächen stellen vergleichsweise trockene Standorte dar, auf denen die Vegetationsdecke nur schütter ausgebildet ist. Arten wie Lavendel-Weide (*Salix eleagnos*), Silberwurz (*Dryas octopetala*), Schneeheide (*Erica carnea*) und somit trockenheitsertragende Pflanzenarten bestimmen das Erscheinungsbild. Stellenweise ist dort die Erd-Segge (*Carex humilis*) zu beobachten.

Im Strömungs-Lee derartiger Ablagerungen können schluffig-sandige Substrate dominieren und die Ansiedelung des Ufer-Reitgrases (*Calamagrostis pseudophragmites*), der Artenschutz-bedeutsamen Deutschen Tamariske (*Myricaria germanica*) sowie der Reif-Weide (*Salix daphnoides*) ermöglichen. Diese bevorzugte Wuchsposition dieser drei Arten beschrieb bereits MOOR (1958: 284) am Beispiel schweizerischer Flussauen, wonach insbesondere die Deutsche Tamariske auf eine stete Durchfeuchtung ihres Wurzelraumes angewiesen ist.



In den Unterhang- und Mittelhang-Bereichen der Flutrinnen herrschen Pflanzenarten der Kalkniedermoores und der Kalksümpfe (Verband *Caricion davallianae*) vor. In weniger tiefen Flutrinnen, in denen die Bodenwasserstände zeitweise unter Flur absinken, besiedeln die Kalkniedermoor-Arten auch die Sohlen der Flutrinnen. Somit handelt es sich bei den beschriebenen Flutrinnen (ebenso wie basenreiche Braunmoos-Übergangsmoores) um natürliche Primärstandorte dieser Arten im Alpenvorland und in den Alpenräumen – im Unterschied zu den Vorkommen in nutzungsabhängigen Streuwiesen oder auch Moorweiden.

Wichtigster Grasmatrix-Bildner der Quellmoorvegetation in der unteren Hälfte der Flutrinnenflanken ist das Rostrote Kopfried (*Schoenus ferrugineus*). In weniger tiefen Flutrinnen, in denen die Bodenwasserstände in Trockenperioden ca. 1–2 dm unter Flur absinken, können die Flutrinnensohlen durchgehend mit Rostrotten Kopfried besiedelt sein. Als für Kalkniedermoores besonders bemerkenswertes Sauergras ist die gegenüber Austrocknung des Wurzelraumes sehr empfindliche und deshalb nur in hydrologisch unversehrten Kalk-Quellmooren zu beobachtende Armblütige Sumpfbirse (*Eleocharis quinqueflora*) an nassen Stellen der Flutrinnen etabliert, die dort mehrere m² große Dominanzbestände ausbildet.

Als weitere beigemischte Gräser und Grasartige des Kalkniedermoores sind Alpen-Birse (*Juncus alpinoarticulatus*), Gelbfrüchtige Schuppen-Segge (*Carex lepidocarpa*) und Davall-Segge (*Carex davalliana*) vertreten, darüber hinaus sind Blaugras (*Sesleria caerulea*), Zittergras (*Briza media*), in den Randbereichen zu den trockeneren Aufschotterungen insbesondere auf vorwiegend sandigem Substrat hin und wieder auch das Ufer-Reitgras (*Calamagrostis pseudophragmites*) beigemischt.



Abb. 11: Hinsichtlich ihres Abflusses ergiebigste Flutrinne mit Kalkniedermoor-Vegetation bei Niedrigwasser. Die Strömungsmittelpunkt der Flutrinne ist arm an Gefäßpflanzen. Im Randbereich sind an Stellen mit Rückströmungen Bestände der Armblütigen Sumpfbirse (*Eleocharis quinqueflora*), des Bunten Schachtelhalms (*Equisetum variegatum*) und die Hirseseggen-Gelbseggen-Gesellschaft mit Gelbfrüchtiger Schuppen-Segge (*Carex lepidocarpa*) etabliert (auf dem Foto zwischen den blauen Linien). An Stellen, die weniger stark der Strömung ausgesetzt sind, kommen Kopfried-Bestände vor (auf dem Foto vorwiegend zwischen blauer und orangefarbener Linie) (Foto: B. Quinger, 04.05.2023).

An typischen krautigen Pflanzen der Kalkquellmoore sind Mehl-Primel (*Primula farinosa*), Kelchsimonslilie (*Tofieldia calyculata*), Gewöhnliches Fettkraut (*Pinguicula vulgaris*), Sumpf-Herzblatt (*Parnassia palustris*) sowie auch die Sumpf-Stendelwurz (*Epipactis palustris*) mit eingestreut. Als bemerkenswerte krautige Pflanzenarten sind dort Bunter Schachtelhalm (*Equisetum variegatum*) und Alpen-Aurikel (*Primula auricula*) sowie analog wie im Schotterplatten-Quellmoor Fetthennen-Steinbrech (*Saxifraga aizoides*, sehr häufig!) und Blaugrüner Steinbrech (*Saxifraga caesia*) anzutreffen, die den Hangquellmooren des Alpenvorlands und der Alpentälräume gewöhnlich fehlen. Nicht nachgewiesen werden konnte leider das sehr selten gewordenen Knotige Mastkraut (*Sagina nodosa*), welches der Verfasser dieser Studie in den späten 1980er-Jahren noch in Flutrinnen mit Kalkniedermoor-Vegetation beobachten konnte.



Abb. 12: Flutrinne mit blühender Alpen-Aurikel (*Primula auricula*) zwischen Rostrotter Kopfried (*Schoenus ferrugineus*). Die Vergesellschaftung der Aurikel mit dem Rostrotter Kopfried existierte früher in der Münchener Ebene im Dachauer und im Erdinger Moos. Derartige Vorkommen kommen heute in Deutschland nur noch an wenigen Stellen in den Alpen v. a. im Oberen Isartal vor (Foto: B. Quinger, 15.05.2017).

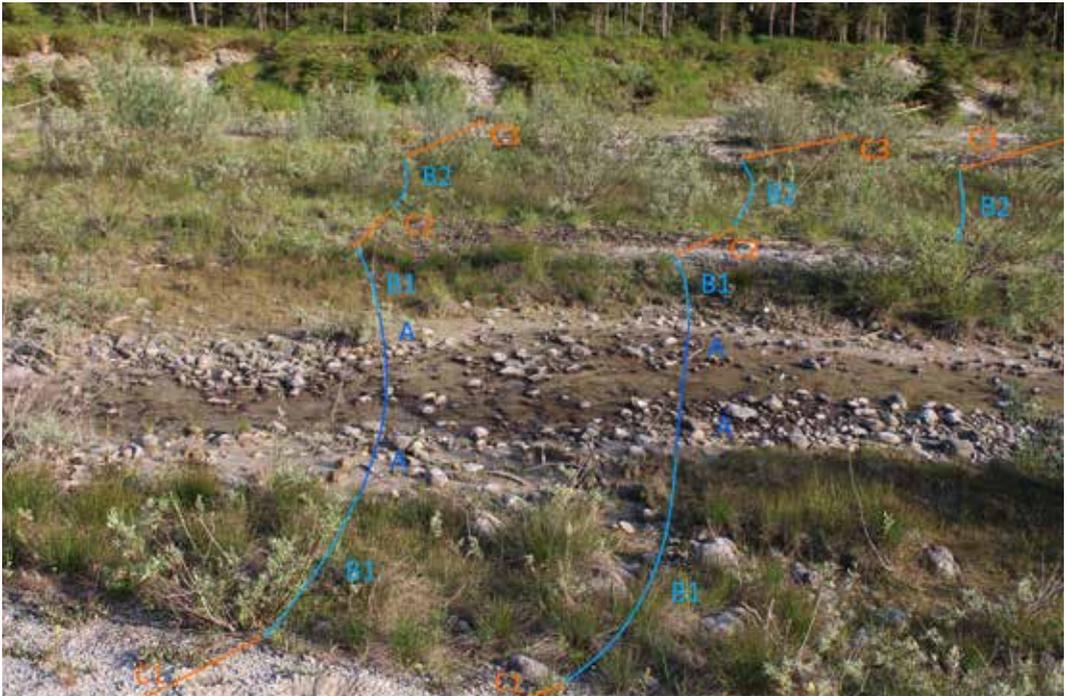


Abb. 13: Aneinanderreihung von Flutrinnen mit Quellmoorvegetation, Fließrichtung von rechts nach links. Im Vordergrund eine fast stets mit Oberflächenwasser beschickte tiefe Flutrinne („A“, Tab. 1: Vegetationsaufnahme 01) mit Kopfried-Beständen an den Flanken („B1“); im Mittelgrund eine weniger tiefe Flutrinne mit Quellmoorvegetation auch in der Rinnensohle („B2“, Vegetationsaufnahme 02). Zwischen den Flutrinnen die gegenüber den Rinnensohlen etwa 3 bis 5 dm erhöht liegenden Ablagerungen („C1“ bis „C3“; „C1“: Vegetationsaufnahme 04, „C3“: Vegetationsaufnahme 03) (Foto: B. Quinger, 17.06.2023).

Tab. 1: Vegetationsaufnahmen in den untersuchten Flutrinnen. Ein „M“ hinter dem Artnamen kennzeichnet Moos-Arten. Aufnahmen von B. Quinger am 03.07.2023, Lage s. Abb. 5.

Aufnahme 1: Unterhang- und Sohlen-Bereich der tiefen Flutrinne mit vegetationsfreiem Hauptgerinne.

Aufnahme 2: Flutrinne von etwa 1–2 dm geringerer Tiefe mit Vegetation des Rostroten Kopfrieds im Sohlenbereich.

Aufnahme 3: In vorwiegend sandig-schluffigen Ablagerungen zwischen den untersuchten Flutrinnen.

Aufnahme 4: In vorwiegend kiesigen Ablagerungen zwischen den untersuchten Flutrinnen.

Artnamen	Aufn. 01	Aufn. 02	Aufn. 03	Aufn. 04
Aufnahmefläche in m ²	30	40	40	40
Arten der Kalk-Niedermoore (<i>Caricion davallianae</i>):				
<i>Schoenus ferrugineus</i>	2a/2b	2b/3	+/1	+/1
<i>Eleocharis quinqueflora</i>	2m/2a	2m	.	.
<i>Carex lepidocarpa</i>	2a	2m	.	.
<i>Carex davalliana</i>		1		
<i>Juncus alpinoarticulatus</i>		2a		
<i>Sesleria caerulea</i>	.	1	2a	2a
<i>Primula farinosa</i>	2m	1	.	+

<i>Pinguicula alpina</i>	2m	+	.	+
<i>Parnassia palustris</i>	+	2m	+	+
<i>Tofieldia calyculata</i>	+	l	+	+
<i>Epipactis palustris</i>	+	l	.	+
<i>Scorpidium cossoni</i> M	.	2m	.	.
<i>Campylium stellatum</i> M	.	2m	.	.
Arten vorwiegend kiesiger Alluvionen alpiner Flüsse:				
<i>Carex mucronata</i>	.	.	.	+
<i>Gypsophila repens</i>	l	+	+	l
<i>Campanula cochlearifolia</i>	+	+	+	2m
<i>Saxifraga mutata</i> (2. Ex. in feuchtem Kies)	+	.	.	.
<i>Salix eleagnos</i> St	2a	2a/2b	2a	2a/2b
<i>Salix purpurea</i>			2a	+
Arten ± schluffig-sandiger Alluvionen alpiner Flüsse:				
<i>Calamagrostis pseudophragmites</i>	+	.	2a	.
<i>Equisetum variegatum</i>	2m	.	.	.
<i>Saxifraga aizoides</i>	2m	.	+	+
<i>Petasites paradoxus</i>	l	.	+	+
<i>Myricaria germanica</i> St	+	.	2b	l
<i>Salix daphnoides</i>	+	.	l	.
<i>Salix myrsinifolia</i>	.	.	l	.
<i>Alnus incana</i>	.	.	2a	l
Arten der Schneeheide-Kiefernwälder (Erico-Pinion):				
<i>Calamagrostis varia</i>	.	.	2a	2a
<i>Erica carnea</i>	.	.	+	l
<i>Thesium rostratum</i>	.	+	+	+
Arten der alpinen Grasheiden:				
<i>Carex firma</i>	.	.	.	+
<i>Primula auricula</i>	+	+	.	.
<i>Dryas octopetala</i>	.	.	l	2m/2a
<i>Saxifraga caesia</i>	2m	l	+	2m
Arten der Kalkmagerrasen:				
<i>Carex humilis</i>	.	.	.	l
<i>Prunella grandiflora</i>	.	.	+	l
<i>Bupthalmum salicifolium</i>	+	+	.	l
Arten der Pfeifengraswiesen:				
<i>Molinia caerulea</i>	.	2m	+	l
<i>Carex panicea</i>	2m/2a	.	.	2m
Sonstige:				
<i>Briza media</i>	.	.	l	2m
<i>Linum catharticum</i>	2m	.	.	+
<i>Reseda lutea</i>	.	.	.	+
<i>Potentilla erecta</i>	+	.	.	+
<i>Centaurea jacea</i>	.	.	.	l
<i>Hieracium piloselloides</i>	.	.	.	l



Abb. 14: Vordergrund: Deutsche Tamariske (*Myricaria germanica*) auf überwiegend sandig-feinkörnigen Ablagerungen. Links: Flutrinne mit Kopfried-Beständen (Foto: B. Quinger, 19.07.2023).

Die Moosarten der Kalkquellmoore sind an der Quellmoorvegetation der Flutrinnen nur in untergeordnetem Umfang beteiligt, offenbar werden die regelmäßig erfolgenden Übersedimentierungen von ihnen schlecht vertragen. Eingestreut in kleinen Rasenbildungen ließen sich die für Kalkniedermoore typischen Moos-Arten *Scorpidium cossoni* und *Campylium stellatum* zwischen den Kopfried-Horsten beobachten.

5. Floristische Besonderheiten

Im Untersuchungsgebiet sind eine Reihe bemerkenswerter und für den Naturschutz bedeutsame Pflanzenarten beobachtet worden:

Kies-Steinbrech (*Saxifraga mutata*):

Bei den Begängen in den Jahren 2001 bis 2003 wurden jedes Mal etwa 10 bis 20 blühende und durch ihre Wuchshöhe auffallende Pflanzen beobachtet. Genaue Zählungen der nur vegetativ vorhandenen Individuen erfolgten damals nicht. 22.06.2017: 16 blühende Pflanzen, 4 vegetative Pflanzen an insgesamt 11 Zählpunkten; 06.08.2021: 3 blühende Pflanzen, 4 vegetative Pflanzen an insgesamt drei Zählpunkten. 17.06.2023: Keine Nachweise im Bereich des Schotterplatten-Quellmoores, zwei kleine Exemplare im Bereich der Flutrinnenmoore.

Demnach bewegten sich die Bestände des Kies-Steinbrechs im Jahr 2017 auf einem vergleichbaren Niveau wie zu Beginn der 2000-er Jahre, nicht jedoch im Jahr 2021. Im Untersuchungsgebiet

in akuter Aussterbegefahr! An den ehemaligen Wuchsorten des Kies-Steinbrechs im Schotterplatten-Quellmoor kommt eine Verringerung der Quellspeisung als Ursache für das Erlöschen des Bestands in Frage. Zum Erhalt des Wuchsorts sind gezielte Erhaltungsmaßnahmen erforderlich (s. Text „Maßnahmen“).

Fetthennen-Steinbrech

(*Saxifraga aizoides*):

06.08.2021: Mehrere Polster entlang der Abflussrinnen des Schotterplatten-Quellmoores. In den Flutrinnen in den Isar-Alluvionen allgemein verbreitet und häufig.

Blaugrüner Steinbrech

(*Saxifraga caesia*):

06.08.2021: Polster an zwei Zählpunkten entlang der Abflussrinnen des Schotterplatten-Quellmoores. In den Flutrinnen in den Isar-Alluvionen häufig; dort nicht eigens erfasst.

Deutsche Tamariske

(*Myricaria germanica*):

Im Bearbeitungsbereich an neun Zählpunkten insgesamt 14 Sträucher von mehr als 0,5 Meter Höhe. Der ergiebigste Punkt mit mehreren Sträuchern (s. Abb. 14) befindet sich auf sandigen Alluvionen, unmittelbar südlich der Flutrinnen mit Alpen-Aurikel (*Primula auricula*).

Alpen-Aurikel (*Primula auricula*):

In den Flutrinnen mit Quellmoorvegetation im Jahr 2023 an mehreren Stellen. Bemerkenswerte Einnischung in Kopfried-Beständen (s. Abb. 12) **ähnlich** wie gewöhnlich die Mehl-Primel (*Primula farinosa*) in den sog. „Mehlprimel-Kopfbinsenriedern“ (Primulo-Schoenetum ferruginei).

Alpen-Fettkraut (*Pinguicula alpina*):

In den *Schoenus ferrugineus*-Beständen der Flutrinnen mit Quellmoor-Vegetation, stellenweise in sehr hohen Dichten (s. Abb. 16) auftretend.



Abb. 15: Kies-Steinbrech (*Saxifraga mutata*) am Ufer-saum der südlichen Ablaufrinne des Schotterplatten-Quellmoores in Vergesellschaftung mit Rostrotem Kopfried (*Schoenus ferrugineus*). Derzeit von den für den Artenschutz-bedeutsamen Pflanzenarten im Untersuchungsraum die akut am stärksten gefährdete Pflanzenart (Foto: B. Quinger, 25.06.2007).



Abb. 16: Das Alpen-Fettkraut tritt in stellenweise bemerkenswerter Dichte in der Flutrinne mit der an Gefäßpflanzen vegetationsarmen Sohle (s. Abb. 11 u. 13) auf (Foto: B. Quinger, 04.05.2023).



Abb. 17a: Nachweise der Steinbrech-Arten *Saxifraga mutata*, *S. aizoides* und *S. caesia* im Schotterplatten-Quellmoor im Jahr 2017. Der damalige Untersuchungsbereich ist hellblau umrahmt eingetragen. Man beachte die zahlreichen Vorkommen des Kies-Steinbrechs! Abb. entnommen aus Quinger et al. (2021: 80), Abb.-Grundlage: Geobasisdaten © Bayerische Vermessungsverwaltung 2015.

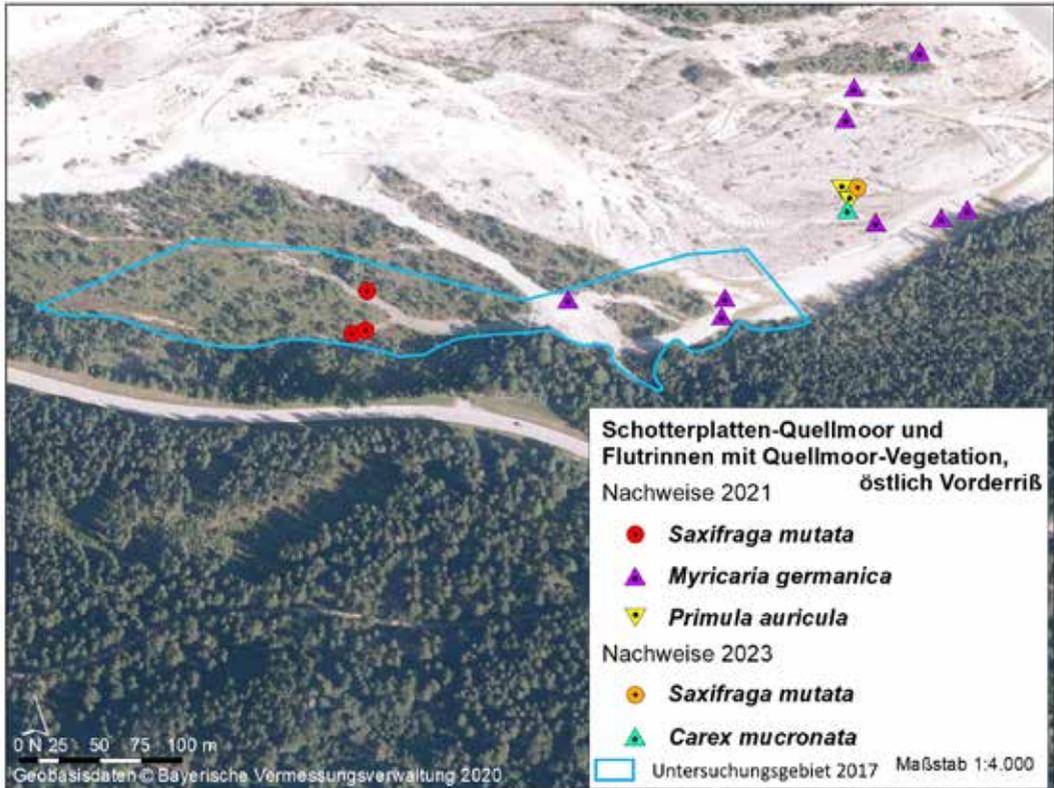


Abb. 17b: Nachweise des Kies-Steinbrechs (*Saxifraga mutata*) in den Jahren 2021 und 2023 (nur noch ein Aufnahmepunkt in 2023!) sowie der Deutschen Tamariske (*Myricaria germanica*), der Stachelspitzigen Segge (*Carex mucronata*) und der Alpen-Aurikel (*Primula auricula*) in den untersuchten Flutrinnen. Zum Vergleich ist der Untersuchungsbereich des Jahres 2017 wiedergegeben (vgl. Abb. 17a). Abb. entnommen aus Quinger et al. (2021: 81), aktualisiert um Daten des Jahres 2023; Abb.-Grundlage: Geobasisdaten © Bayerische Vermessungsverwaltung 2020.

Bunter Schachtelhalm (*Equisetum variegatum*):

Vorwiegend auf schlammigen Substraten der Flutrinnen-Sohlen.

Stachelspitzige Segge (*Carex mucronata*):

Auf eher kiesigen Ablagerungen zwischen den Flutrinnen, etwa 3-4 dm über den Sohlen der tiefen Rinnen, zerstreut auftretend.

Polster-Segge (*Carex firma*):

Bemerkenswert tiefliegender Wuchsort dieser hochalpinen Seggen-Art, auf denselben Ablagerungen auftretend wie die Stachelspitzige Segge. Die Polster-Segge hat in den Alluvionen der Oberen Isar ihre tiefst gelegenen bekannten Wuchsorte in Bayern.

Armbtütige Sumpfbirse (*Eleocharis quinqueflora*):

Bemerkenswerte Primärbestände dieser seltenen Quellmoor-Art in den tief eingegrabenen Flutrinnen. Dort in tieferer Position als das Rostrote Kopfried an nasseren Standorten gedeihend.

6. Beeinträchtigungen und Gefährdungen

Der beschriebene, einzigartige Vegetationskomplex aus Schotterplatten-Quellmoor und Flutrinnen mit Quellmoorvegetation in rezent noch ± regelmäßig umgelagerten Alluvialschottern der Isar befindet sich derzeit noch in einem guten Erhaltungszustand. Abgesehen von lange zurückliegenden Alteingriffen wie etwa die in den 1920er-Jahren geschaffene Isarwasser-Ableitung, machen sich jedoch in jüngerer Zeit hinzugetretene Beeinträchtigungen und Gefährdungen deutlich bemerkbar:

Eingriffe in das Umlagerungsgeschehen der Isar, Entnahme und Deponierung von Geschiebe

Etwa 140 Meter nach dem Zusammenfluss der beiden Hauptabflüsse des Schotterplatten-Quellmoores wurde eine für LKWs befahrbare Brücke über den Bach errichtet (Abb. 18). In dieses Brückenbauwerk sind zwei Durchlassrohre eingebaut, die sich auf das Abflussverhalten des Bachs auswirken, in dem sie diesen künstlich verengen, was sich unterstromig auswirkt.

Zumindest die nähere Umgebung dieses Brückenbauwerks wird offensichtlich von schweren LKWs befahren, um dort Geschiebe aus anderen Abschnitten des Isartales zu deponieren. In jüngster Zeit sind Ablagerungen erfolgt (s. Abb. 18). Nach eigenen Beobachtungen aus dem Jahr 2018 (QUINGER et al. 2020: 60 ff.) erfolgen Geschiebe-Entnahmen oberhalb des Sylvensteinspeichers zur



Abb. 18: Überbrückung des Abflussbaches des Schotterplatten-Quellmoores mittels zweier Durchflussrohre und einer für LKWs befahrbaren Weganlage. In jüngster Zeit wurden im Umgebungsbereich dieser Brückenanlage erhebliche Mengen an Schottermaterial deponiert. Es ist abzuklären, ob das Material aus dem Bereich flussabwärts nahe der Stauwurzel des Sylvensteinspeichers) oder von anderer Stelle entnommen wird (Foto: B. Quinger, 17.06.2023).

Entlastung der Geschiebesperre oberhalb des Speichers. In den Jahren 2019 bis 2021 erfolgten dort offenbar keine Entnahmen mehr in dem Ausmaß des Jahres 2018. Es erhebt sich die Frage, wo das Material anschließend deponiert wird und ob dies teilweise in dem Bearbeitungsgebiet geschieht.

Die Entnahmen und Deponierungen greifen erheblich in die Morphodynamik dieses besonders wertvollen Abschnitts des Oberen Isartales ein. Diese wiederkehrenden Eingriffe verhindern sowohl an den unmittelbar betroffenen Stellen als auch in ihrer Umgebung, dass sich naturnahe Strukturen und Pflanzenbestände entwickeln.



Abb. 19: Entnahmefeld im Jahr 2018 (violett umgrenzt) für Kiese und Gerölle im Isar-Bett etwa 1,5 Kilometer östlich und flussabwärts des untersuchten Vegetationskomplexes. Rot umgrenzt sind die dort noch vorhandenen Flutrinnen-Strukturen am südlichen Talrand, die durch Veränderungen des Wasserhaushalts infolge der Entnahmetätigkeit erheblich beeinträchtigt sind. Abb. entnommen aus Quinger et al. (2000: 60 ff.). Abb. entnommen aus Quinger et al. (2021: 84); Abb.-Grundlage: Geobasisdaten © Bayerische Vermessungsverwaltung.

Gehölaufwuchs auf den Schotterflächen

Entlang der Isar zwischen Wallgau und der Reißbachmündung wird schon seit langem eine teils eklatante Zunahme der Gehölze auf den Kies- und Schotterbänke beobachtet (J. KUHN 1992 und 1993, zusammenfassend dargestellt 2010, SCHAUER 1998, JUSZCZYK et al. 2020, MAIER et al. 2021): Im Rahmen seiner Studien zur Fortpflanzungsbiologie der Erdkröte in der Wildflussau der Oberen Isar machte zunächst J. KUHN (1992 und 1993, zusammenfassend 2010) auf Veränderungen der Eigenschaften der Isarau aufmerksam: Während der Anteil der vegetationsarmen Kies- und Schotterbänke im Abschnitt zwischen Krün und der Reißbachmündung stark zurückging, nahmen Weiden-Gebüsche – hauptsächlich aus Lavendel-Weide (*Salix eleagnos*) und Purpur-Weide (*Salix purpurea*) – mit oft weitgehend geschlossener, teilweise deutlich eutraphenter Bodenvegetation deutlich zu. Diese Entwicklung wurde wiederholt dokumentiert, z.B. durch Fotovergleiche von SCHAUER (1998) und vor wenigen Jahren von JUSZCZYK et al. (2020).



Abb. 20: Offenbar nur wenige Wochen vor dem Aufnahmedatum erfolgten großflächige Entnahmen von Kiesen und Geröllen in dem Alluvialschotter-Gelände des Oberen Isartals etwa 1,5 km unterstromig und östlich des in dieser Studie behandelten Untersuchungsgebiets noch oberhalb des Sylvensteinspeichers. Die Abschiebetiefe beträgt ca. 3 bis 5 Dezimeter und umfasst eine Fläche von mehreren Hektar Ausdehnung (Foto: B. Quinger 17.11.2018).

Zwischen Reißbachmündung und der Stauwurzel des Sylvensteinspeichers ist diese Sukzession ebenfalls erkennbar, wobei hier die offenen Kiesbänke bisher noch in repräsentativerer Form erhalten sind als flussaufwärts (JUSZCZYK et al. 2020, MAIER et al. 2021). Seit dem Jahr 2009 lässt sich jedoch auch in diesem Isar-Abschnitt anhand von Luftbildvergleichen der Jahre 2009 und 2021 (Abb. 20) eine erheblich beschleunigte Zunahme der Bestockung belegen, vorwiegend mit Lavendel-Weide (*Salix eleagnos*) und Purpur-Weide (*Salix purpurea*). Leider etabliert sich dort auch die Grau-Erle (*Alnus incana*), die über ihre Wurzelknöllchen in unerwünschter Weise das pflanzenverfügbare N-Angebot erhöht.

Diese Entwicklung führt zu einer Verschlechterung der Gebieteigenschaften, wovon etliche für den Artenschutz bedeutsame Pflanzen- und Tierarten betroffen sein werden. Im Rahmen dieser Studie konnte allerdings nicht untersucht werden, welche Auenabschnitte zwischen der Reißbachmündung und der Stauwurzel des Sylvensteinspeichers von dieser Entwicklung seit Beginn der 2010er-Jahre bereits belegbar erfasst sind.

Um die Ursachen zu ermitteln, ist es notwendig, vorliegende Klimadaten (u.a. Jahres-Niederschlagssummen und Temperatur-Daten) der trocken-heißen Jahre seit etwa 2014 (DEUTSCHER WETTERDIENST 2023) zum Gebiet (dies gilt auch für die österreichische Seite des Karwendels) auszuwerten, um zu ermitteln, ob gegebenenfalls eine reduzierte Wasserspeisung von Isar und Reißbach und damit einhergehend reduzierte mittlere Bodenwasserstände in den Alluvialschottern diese Entwicklung begünstigt haben könnten. Zudem ist der Fragestellung nachzugehen, inwieweit sich Veränderungen der Eigenschaften des Isargerinnes (gilt gegebenenfalls für Lauffixierung, Sohlenein-

tiefung etc.) ergeben haben, die eine derartige Entwicklung befördert haben könnten. Hinsichtlich der Ursachen der erst seit 2009 deutlich zu beobachtenden Gehölzausbreitung besteht Klärungsbedarf als Voraussetzung dafür, um eventuell gegensteuern zu können.



Abb. 21 Der untersuchte Flutrinnenbereich (innerhalb der orangefarbenen Umrahmung liegend) im Jahr 2009 (links) und im Jahr 2021 (rechts) mit deutlich erhöhter Gehölz-Bestockung. Blickrichtung Isar-aufwärts von Osten (Bild unten) nach Westen (Bild oben). Luftbild-Grundlage: Google Earth Pro.

Freizeitbetrieb

Als vorteilhaft ist die unlängst erfolgte Stilllegung des Parkplatzes zu bewerten, der an der B 307 westsüdwestlich und etwa 30 Meter oberhalb des Schotterplatten-Quellmoores lag. Die Frequentierung des untersuchten, besonders wertvollen und empfindlichen Abschnitts der Oberen Isar durch Spaziergänger und Badegäste ist seither deutlich zurückgegangen.

7. Schlussfolgerungen, Maßnahmen

Ganz generell müssen sich Deponierung und Entnahme von Geschiebe auf Bereiche flussabwärts des Sylvensteinspeichers beschränken, um den noch am besten erhaltenen Abschnitt des FFH-Gebietes „Obere Isar“ nicht weiter zu schädigen.

Dies ist aus naturschutzrechtlichen Gründen erforderlich, da sich Eingriffe in Lebensraumtypen nach Anhang I der FFH-Richtlinie auf ein unumgängliches Maß beschränken müssen. Dies gilt für folgende in diesem Abschnitt des Isartales vorkommende Lebensraumtypen:

- „Alpine Flüsse mit krautiger Ufervegetation“ (LRT 3220)
- „Alpine Flüsse mit Ufervegetation mit *Myricaria germanica*“ (LRT 3230)
- „Alpine Flüsse mit Ufervegetation mit *Salix eleagnos*“ (LRT 3240)

- „Naturnahe Kalk-Trockenrasen und deren Verbuschungsstadien“ (LRT 6210), teilweise in der prioritären Ausbildung „besondere Orchideen-reiche Bestände“ (LRT 6210*)
- „Kalkreiche Niedermoore“ (LRT 7230), fehlt in der LRT-Karte des Managementplans (REGIERUNG VON OBERBAYERN 2022) zum FFH-Gebiet „Obere Isar“ (Gebiets-Nr.: DE8034371).

Wegen des einzigartigen Nebeneinanders gut erhaltener Schotterplatten-Quellmoore und Flutrinnen mit hochwertiger Kalkniedermoor-Vegetation gehört der in Abb. 5 wiedergegebene Ausschnitt des FFH-Gebiets zu den wertvollsten Teilabschnitten des Gebiets zwischen Mittenwald und dem Sylvensteinspeicher. Zum außergewöhnlichen Rang dieses Vegetationsgefüges tragen die primären Orchideen-reichen Kalkmagerrasen der trockenen Aufschotterungen am südlichen Talrand mit bei.

Zur Erhaltung des Kies-Steinbrechs (*Saxifraga mutata*), der nach Meinung des Verfassers in der Gefährdung nach der „RL Bayern gefährdeter Gefäßpflanzen“ mit lediglich „Gefährdet“ (SCHEUERER & AHLMER 2003: 220) zu niedrig eingestuft ist, sind umgehend direkte Hilfsmaßnahmen nicht nur im Untersuchungsgebiet, sondern im gesamten Isartal zwischen Mittenwald und Sylvensteinspeicher vorzunehmen. Diese beinhalten:

- Gezieltes Bestäuben generativer Pflanzen in den kommenden mindestens fünf Jahren.
- Ein Teil der Samen muss in den beiden Quellwasser-Abflüssen nahe der Wasserlinie (< 25 cm Abstand zur Mittelwasserlinie in den Moosrasen – vorwiegend aus *Drepanocladus cossoni*, z.T. auch *Campylium stellatum* bestehend – ausgebracht werden.
- Aus einem Teil der Samen sollten zunächst Jungpflanzen in Kultur gezogen werden und anschließend diese an geeigneten Mikrostandorten entlang der beiden Quellwasser-Abflüsse ausgepflanzt werden.

Um das Aussterben des Kies-Steinbrechs im Untersuchungsraum zu verhindern, sind diese Stützungsmaßnahmen dringend erforderlich. Darüber hinaus ist für das gesamte obere Isartal zwischen Wallgau und Sylvensteinspeicher zu klären, welche Vorkommen noch existieren. Die Art ist offenbar auch in den Alpen „stark gefährdet“, außerhalb der Alpen in Bayern „akut vom Aussterben bedroht“.

8. Literatur

- BAYERISCHES LANDESAMT FÜR UMWELT (2022): Kartieranleitung Biotopkartierung Bayern (inkl. Kartierung der Offenland-Lebensraumtypen der FFH-Richtlinie), Teil 2: Kartierung Biotoptypen. 237 S., Augsburg. Internet: https://www.lfu.bayern.de/natur/doc/kartieranleitungen/biotoptypen_teil2.pdf; abgerufen am 23.10.2023.
- BAYFORKLIM (1996): Klimaatlas von Bayern. 47 Seiten u. 58 Karten, München.
- BRAUN-BLANQUET, J. (1964): Pflanzensoziologie. 3. Aufl., Wien, New York.
- CASPARI, S., DÜRHAMMER, O., SAUER, M. & SCHMIDT, C. (2018): Rote Liste und Gesamtartenliste der Moose (Anthocerotophyta, Marchantiophyta und Bryophyta) Deutschlands. Naturschutz und Biologische Vielfalt 70 (7): 361–489, Bonn-Bad Godesberg.

- DEUTSCHER WETTERDIENST (2023): Jahre mit der höchsten Durchschnittstemperatur in Deutschland von 1881 bis 2022*(in Grad Celsius). – Internet: <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/164050/umfrage/waermste-jahre-in-deutschland-nach-durchschnittstemperatur>; abgerufen am 23.10.2023.
- DOBEN, K. (1993): Geologische Karte von Bayern, Erläuterungen zum Blatt Nr. 8434 Vorderriß. Hrsg. Bayerisches Geologisches Landesamt, 73 S., München.
- GROTTENTHALER, W. & PETSCHL, A. (1993): Die Böden. In: DOBEN, K. (1993): Geologische Karte von Bayern, Erläuterungen zum Blatt Nr. 8434 Vorderriß. Hrsg. Bayerisches Geologisches Landesamt: 57–66, München.
- HÖLZEL, N. (1996): Schneeheide-Kiefernwälder in den mittleren Nördlichen Kalkalpen. Laufener Forschungsberichte 3, 192 S., Laufen.
- JERZ, H. (1993): Geologie von Bayern II. Das Eiszeitalter in Bayern. 243 S., Stuttgart.
- JÜRGING, P. & SCHAUER, T. (1998): Die Vegetationsverhältnisse. In: KARL, J., MANGELSDORF, J., SCHEURMANN, K, LENHART, B., SEITZ, G., JÜRGING, P., SCHAUER, T., MISCHLER, T., HUBER, F., HENAUER, F., HAUSMANN, A., BINDER, W., GRÖBMAIER, W.: Die Isar – ein Gebirgsfluss im Wandel der Zeiten. Jahrbuch des Vereins zum Schutz Bergwelt 63: 1–129.
- JUSZCZYK, I., EGGER, G., MÜLLER, N. & REICH, M. (2020): Auswirkungen der Ausleitung der Oberen Isar auf die Auenvegetation. Auenmagazin 19: 18–27, Neuburg a. d. Donau.
- KUHN, J. (1992): Die Erdkröte *Bufo bufo bufo* in einer Wildflusssau. Herpetofauna 14 (8): 25–33, Weibheim.
- KUHN, J. (1993): Naturschutzprobleme einer Wildflusslandschaft: Anmerkungen zur „Teilrückleitung der oberen Isar“ (Oberbayern). Natur und Landschaft 68: 449–454, Stuttgart.
- KUHN, J. (2010): Amphibien in der Wildflusslandschaft der oberen Isar (Bayern): Auswirkungen der „Teilrückleitung“ seit 1990 und der Spitzenhochwassers 1999. Zeitschrift für Feldherpetologie 8: 43–46, Bochum.
- MAIER, F., BECKER, I., SPEER, F. & EGGER, G. (2021): Die Obere Isar – eine verlorene Wildflusslandschaft? Eingriffe und deren Auswirkungen sowie Renaturierungspotenziale der Oberen Isar vom Krüner Wehr bis Bad Tölz. Jahrbuch des Vereins zum Schutz der Bergwelt 86: 3–38, München.
- MOOR, M. (1958): Pflanzengesellschaften schweizerischer Flußauen. Mitteilung Schweizer. Anstalt für das forstliche Versuchswesen 34 (4): 221–360, Zürich.
- MÜLLER, N., & BÜRGER, A. (1990): Flußbettmorphologie und Auenvegetation am Lech im Bereich der Forchacher Wildflußlandschaft (Oberes Lechtal, Tirol). Jahrbuch des Vereins zum Schutz der Bergwelt 55: 43–74, München.
- OBERDORFER, E. (1977): Süddeutsche Pflanzengesellschaften, Teil I. 2. Aufl., 311 S.; Stuttgart, New York.
- OBERDORFER, E. (1978): Süddeutsche Pflanzengesellschaften Teil II. 2. Aufl., 355 S., Stuttgart, New York.
- OBERDORFER, E. (1983): Süddeutsche Pflanzengesellschaften, Teil III. 2. Aufl., 1050 S., Stuttgart.
- OBERDORFER, E. (1992): Süddeutsche Pflanzengesellschaften, Teil IV: Wälder und Gebüsch. 2. Aufl., 282 S., Jena, Stuttgart, New York.
- OBERDORFER, E. (2001): Pflanzensoziologische Exkursionsflora. 8. Aufl., 1.051 S., Stuttgart.

- QUINGER, B. & SCHNEIDER, G. (2021): Der Kies-Steinbrech (*Saxifraga mutata*) in Schotterplatten-Quellmooren und in Flutrinnen mit Quellmoor-Vegetation an der Oberen Isar bei Vorderriß. In: QUINGER, B., SCHNEIDER, G., RINGLER, A. & MARX, J.: Bearbeitung ausgewählter Wuchsorte hochgradig bedrohter Moorpflanzen, Dokumentation der Zustandsentwicklung, Planung von Maßnahmen. 101 S., unveröff. Gutachten im Auftrag des Bayerischen Landesamts für Umwelt (Artenschutzzentrum), Abt. 5, Augsburg.
- QUINGER, B., RINGLER, A., NIEDERBICHLER, N. & SCHNEIDER, G. (2020): Moorstandorte mit Vorkommen hochgradig bedrohter Moorpflanzen (teilweise Glazialrelikte in Bayern). 232 S., unveröff. Gutachten im Auftrag des Bayerischen Landesamts für Umwelt, Abt. 5, Augsburg.
- RATHJENS, J. (1953): Voralpines Hügel- und Moorland. In: MEYNEN, E., SCHMITHÜSEN, J., GELLERT, J., NEEF, E., MÜLLER-MINY, H. & SCHULZE, J.H. (1953–1962): Handbuch der naturräumlichen Gliederung Deutschlands, 1. Lieferung, S. 77–96, Bad Godesberg.
- REGIERUNG VON OBERBAYERN, SG 5 I [Hrsg.] (2013): Managementplan für das FFH-Gebiet „Ettlinger Bach (DE8132-302)“. Bearbeiter: Burkhard Quinger. https://www.lfu.bayern.de/natur/natura2000_managementplaene/8027_8672/index.htm?id=8132_302. Abgerufen am 24.10.2023.
- REGIERUNG VON OBERBAYERN, SG 5 I [Hrsg.] (2022): Managementplan für das FFH-Gebiet „Oberes Isartal (DE8034-301)“ mit dem Isar- und Reißbachanteil aus dem FFH- und SPA-Gebiet „Karwendel mit Isar (DE8433-301)“. Bearbeiter: Büro ARVE/Landsberg a. Lech. https://www.lfu.bayern.de/natur/natura2000_managementplaene/8027_8672/index.htm?id=8034_371. Abgerufen am 24.10.2023.
- REICHEL, G. & O. WILMANN (1973): Vegetationsgeographie. 210 S., Braunschweig.
- RINGLER, A. (2005): Moorentwicklungskonzept Bayern (MEK), Moortypen in Bayern. Schriftenreihe des Bayerischen Landesamtes für Umweltschutz 180, 103 S., Augsburg.
- RÖSLER, S. (1997): Die Rasengesellschaften der Klasse Seslerietea in den Bayerischen Alpen und ihre Verzahnung mit dem Carlino-Caricetum sempervirentis (Klasse Festuco-Brometea). Hoppea, Denkschriften der Regensburgischen Botanischen Gesellschaft 58: 5–215.
- ROTHMALER, W. (2021): Exkursionsflora von Deutschland, Gefäßpflanzen, Grundband. –22. Aufl.; Hrsg.: MÜLLER, F., RITZ, C.M., WELK, E. & WESCHE, K., 944 S., Heidelberg, Berlin.
- SCHAUER, T. (1998): Die Vegetationsverhältnisse an der Oberen Isar vor und nach der Teiltrückleitung. Jahrbuch des Vereins zum Schutz der Bergwelt 63: 131–183, München.
- SCHUEYERER, M. & AHLMER, W. (2003): Rote Liste gefährdeter Gefäßpflanzen Bayerns mit regionalisierter Florenliste. Schriftenreihe Bayerisches Landesamt für Umweltschutz 165, 372 S., Augsburg.
- SCHUEYERMANN, K., & KARL, J. (1990): Der obere Lech im Wandel der Zeiten. Jahrbuch des Vereins zum Schutz der Bergwelt 55: 25–41, München.
- SCHRETZENMAYR, M. (1950): Sukzessionsverhältnisse der Isarauen südlichen Lenggries. Berichte der Bayerischen Botanischen Gesellschaft 28: 19 – 63, Nürnberg.
- SEILER, K.P. (1977): Hydrologie glazial übertiefter Täler der Bayerischen Alpen zwischen Lech und Wössner Tal. Steirische Beiträge zur Hydrogeologie 29: 5–118, Graz.
- WROBEL, J.P. (1993): Hydrogeologische Verhältnisse. In: DOBEN, K. (1993): Geologische Karte von Bayern, Erläuterungen zum Blatt Nr. 8434 Vorderriß. Hrsg. Bayerisches Geologisches Landesamt: 45–51, München.

Danksagung

Für gemeinsame Begehungen und Diskussionen zum Untersuchungsgebiet danke ich Frau Gabriela Schneider/Hausham und Herrn Korbinian Weiss/München, für Diskussionen zur Hydrogeologie des Gebiets Herrn Alfred Ringler/Rosenheim, für Mitteilungen zu Problemen des Naturschutzes an der Oberen Isar Herrn Joachim Kaschek/Gaißach.

Herr Prof. Dr. Norbert Müller/Erfurt besuchte mit mir nach Einreichen des Manuskripts das Untersuchungsgebiet. Anschließend erfolgte von ihm und Frau Dr. Sabine Rösler/München eine kritische Durchsicht des Manuskripts, wofür ich beiden herzlich danke.

Anschrift des Verfassers

Burkhard Quinger
Strittholzstraße 39
D-82211 Herrsching
info@bquinger.de