

Artenreiche Wälder des bayerischen Alpen-Nordrandes oberhalb von Benediktbeuern

Anton Fischer^{1,2}

¹Weiherweg 1, 85617 Aßling;

²Fachgebiet Geobotanik, TUM School of Life Sciences,

Hans-Carl-von-Carlowitz-Platz 2, 85354 Freising

E-mail: antonf@t-online.de

Zusammenfassung

Der Nordrand der Bayerischen Alpen wird zum einen (oft) von Flysch-Gesteinen gebildet mit abgerundeten Bergen von Mittelgebirgscharakter sowie nach Süden folgend von Kalkalpin, oft Wettersteinkalk mit markanten, scharf geformten Bergen (z. B. Benediktenwand, 1800 m NN). Im Gegensatz zum vorgelagerten Flachland sind die Niederschläge ganzjährig hoch, an der Benediktenwand bis deutlich über 2000 mm. Des kleinräumigen geologischen Wechsels und des ausgeprägten Reliefs wegen ändert sich das vielseitige Standortmosaik oft auf kurze Distanz grundlegend. Hinzu kommen glaziale Geländestrukturen. Die Nordflanke der Benediktenwand einschließlich der Vorbergzone ermöglicht auf kurzer Wanderstrecke einen Einblick in die vielseitigen Waldgesellschaften des Nordrandes der Bayerischen Alpen. Zum Abschluss der Exkursion Diskussion der möglichen Änderungen des Vegetationsmosaiks im Zuge des Klimawandels auf Basis aktueller Modellierungen.

Geologische Merkmale: Reissenbildung in glazialen Staubeckensedimenten, ehemalige Fernmoräne, ehemalige Lokalmoräne, Kössener Schichten des Flysch, Wettersteinkalk, Hochmoor.

Folgende Waldgesellschaften werden im Rahmen der Exkursion vorgestellt:

- Karbonat-Bergmischwald (*Lonicero alpigenae-Fagetum*) in verschiedenen Ausbildungen (incl. früherem *Aceri-Fagetum*)
- Labkraut-Tannenwald (*Galio rotundifolii-Abietetum equisetetosum*)
- Moor-Fichtenwald (*Bazzanio-Piceetum*)
- Spirken-Hochmoor (*Pino-Sphagnetum*)
- *Carex remota*-*Alnus incana*-Gesellschaft (*Alno-Ulmion*)
- Bergmischwald auf saurem Substrat (*Luzulo-Abietetum*)
- Bei Tutzingen Hütte: *Seslerio-Caricetum sempervirentis*, *Rumicetum alpini*

1. Einführung in das Exkursionsgebiet

Exkursionsgebiet: Nördlich der Benediktenwand oberhalb von Benediktbeuern

Vegetationstypen: Waldgesellschaften des Alpennordrandes, 1000–1325 m NN

1.1 Lage und Geographie

Deutschland hat nur einen sehr kleinen Anteil an den Alpen, aber immerhin gehört der südlichste Teil Bayerns zu den Alpen. Die markanten Berge der von Norden aus gesehen ersten Bergreihe wie Kampenwand, Wendelstein und Benediktenwand werden von



Abb. 1. Die markante Wettersteinkalk-Steilwand der Benediktenwand (1800 m NN), gesehen von der Eibelsfleckalm aus (Foto: A. Fischer, 1989).



Abb. 2. Blick von der Benediktenwand nach Süden über die Hauptdolomitzone zum Karwendelgebirge (erneut Wettersteinkalk) (Foto: A. Fischer, 1989).

Wettersteinkalk (oft zusammen mit Hauptdolomit) gebildet. Südlich daran anschließend, meist schon zu Österreich gehörend, folgt großflächig der Hauptdolomit, der im Gegensatz zum Wettersteinkalk meist weniger schroffe Berge bildet (Abb. 1 und 2).

Diesen Bergen aus kalkalpinem Material vorgelagert ist eine sog. Vorbergzone, gebildet aus Gesteinen des Flysch; sie bleibt deutlich niedriger und vermittelt den Charakter kleiner, abgerundeter Berge eines Mittelgebirges, z. B. der Dandelberg südlich von Rosenheim oder der Blomberg westlich von Bad Tölz.

Weiter nördlich schließt der Molasse-Trog an, der bis zur Schwäbischen und Fränkischen Alb reicht. In der Nähe der Alpen ist davon aber nur an wenigen Stellen etwas unmittelbar sichtbar, denn in den Eiszeiten reichten die Gletscher bis weit ins Alpenvorland hinaus und hinterließen mächtige Grundmoränen, die der Molasse aufliegen. Die Endmoränen der letzten (Würm-)Eiszeit sind im Gelände noch heute deutlich als langgestreckte Hügelketten zu erkennen, so zwischen Starnberg und Gauting (ehemaliger Isar-Loisach-Gletscher) sowie bei Aying oder Eglharting (ehemaliger Inn-Gletscher). In der vorletzten Eiszeit (Riss) reichten die Gletscher noch etwas weiter nach Norden; diese aus lockerem Moränenmaterial bestehenden ehemaligen Hügelketten sind mittlerweile weitgehend abgetragen, so dass sich nur noch leichte Stufen im Gelände finden, z. B. bei Zorneding.

Beim Aufschieben südlicher Gesteinsmassen nach Norden wurde die nahe gelegene Molasse faltenartig aufgeworfen und wird als Faltenmolasse bezeichnet. Ein solches Band der Faltenmolasse beginnt am Kochelsee und erstreckt sich von dort Richtung Osten bis Bad Tölz.

Wo beginnen also die Alpen? – Das hängt von der Definition ab! Geologisch könnte man die Alpen mit den kalkalpinen Gesteinen Hauptdolomit und Wettersteinkalk beginnen lassen, geomorphologisch mit dem Anstieg der Berge aus dem Alpenvorland (wobei die Vorbergzone einbezogen wäre), oder dynamisch mit den ersten sichtbaren Folgen der Alpenauffaltung, also mit der Faltenmolasse.

Im Bereich der Benediktenwand (1800 m NN) bei Benediktbeuern ist die gesamte Abfolge von Faltenmolasse über Flysch bis zum Kalkalpin auf kurzer Distanz beieinander. Das auf der Exkursion zu Fuß zu erkundende Gebiet reicht von 1025 m NN auf Flysch bis auf 1325 m NN auf Wettersteinkalk und bezieht zahlreiche glaziale Formen mit ein.

Das Gebiet wird forstlich genutzt (Forstbetrieb Bad Tölz). Ziel ist es, wertvolles Holz zu erzeugen, dabei aber stets die natürlichen Grenzen zu beachten, also nachhaltig zu wirtschaften. Dazu gehört auch, die Wildbestände so zu regulieren, dass sie die spontane Waldregeneration nach Holzernte nicht stören. Das scheint, wie die Exkursion zeigen wird, auch tatsächlich zu funktionieren.

1.2 Geologie

Die komplizierte Geologie der Alpen und des Alpenvorlandes ist in der „Geologischen Karte von Bayern 1:500.000“ (BAYERISCHES GEOLOGISCHES LANDESAMT 1981) dargestellt und erläutert; darauf bezieht sich die stark vereinfachte und schematisierte Darstellung in Abbildung 3.

Molasse

Beim nordwärts Schieben der Afrikanischen auf die Europäische Kontinentalplatte wurde letztere im Eozän und Oligozän (Tertiär) abgesenkt. Der sich bildende Trog wurde sukzessive mit Erosionsmaterial der sich auftürmenden Alpen verfüllt. Der geologische Sedimenttrog erstreckt sich von den Alpen bis nördlich an die Schwäbische und Fränkische Alb und vom

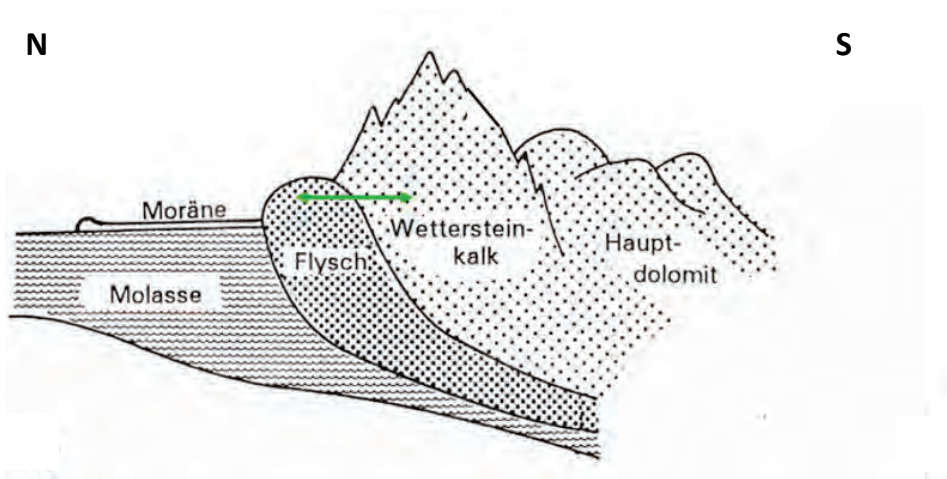


Abb. 3. Schematisierter Überblick über die Geologie und Geomorphologie des Alpennordrandes (verändert nach BAYERISCHES GEOLOGISCHE LANDESAMT 1981). Grün markiert: Exkursionsbereich.

Bodensee bis nach Passau. Teils wurden die Sedimente in Süßwasser abgelagert, teils war der Trog Teil eines Meeres (Süßwasser- bzw. Meeresmolasse). Die Molasse-Sedimente sind deshalb sehr vielgestaltig mit Schottern, Sanden und Lehmen verschiedenster Ausdehnung, unterschiedlicher Verdichtung und chemischer Zusammensetzung. Die älteren Molasse-Ablagerungen nahe des damaligen Alpenrandes wurden von den von Süden her nordwärts drängenden Gesteinspaketen überfahren, so dass sie in Bohrungen unter(!) dem Kalkalpin nachweisbar sind. Im Prozess des nordwärts Schiebens wurde die Molasse nahe des Alpenrandes gestaucht und gefaltet, aufgeschlossen z.B. am Einschnitt der Autobahn A95 wenig nördlich von Sindelsdorf. Im Tertiärhügelland, z. B. bei Freising, bildet die Molasse die aktuelle Hügellandschaft.

Flysch

Als Flysch bezeichnet man Ablagerungen in einem Trog, der sich bereits zu Beginn der Kreidezeit einzusenken begann. Flysch-Material wurde von der Kreide bis ins Alttertiär abgelagert. Es ist einerseits stärker gesteinsartig verfestigt als die Molasse, andererseits vielgestaltiger. Oft karbonatreich, gibt es aber auch schiefrig-silikatische sowie mergelige Bereiche. Einige Ablagerungen verwittern leicht zu schwerem Ton (Kössener Schichten). Der Begriff „Flysch“ stammt aus der Schweiz und bezeichnet schiefrig zerbröckelndes, leicht verwitterbares Material. Entsprechend dieser Charakteristik sind Flysch-Berge stets abgerundet.

Kalkalpin

Noch älter ist das Kalkalpin, also Ablagerung ab Trias (ältester Abschnitt des Erdmittelalters) über Jura bis beginnende Kreide. In den Bayerischen Alpen flächig bedeutsam sind Wettersteinkalk und Hauptdolomit. Wettersteinkalk (benannt nach dem Wettersteingebirge, wo er besonders mächtig ansteht) besteht überwiegend aus Kalziumcarbonat und zeigt deshalb Verkarstungsmerkmale. Im Exkursionsgebiet besteht die markante Nordwand der Benediktenwand aus Wettersteinkalk. Beim Hauptdolomit ist Kalziums teilweise durch Magnesium

ersetzt; das Gestein ist ausgesprochen spröde und hart, erosionsbeständig und wegen geringerer Löslichkeit weniger zur Verkarstung neigend. Im erweiterten Exkursionsgebiet schließt der Hauptdolomit südlich an den Wettersteinkalk an; er hat dort eher Mittelgebirgscharakter. Vom Gipfel der Benediktenwand aus blickt man nach Süden über diese Hauptdolomit-Zone, an die sich am Horizont das Profil des Karwendelgebirges anschließt, welches wiederum aus Wettersteinkalk besteht (Abb. 2).

Glaziale Strukturen und Materialien

Die Bayerischen Alpen sowie deren Vorland waren in den Eiszeiten zu erheblichen Teilen vergletschert. Auch im Exkursionsgebiet sind die Lagen unter gut 1000 m NN glazial geprägt, und in der Mulde der heutigen Tutzingener Hütte nördlich der Benediktenwand-Steilwand lag ein Lokalgletscher.

Die landschaftsprägende glaziale Erscheinung im Exkursionsgebiet war der Isar-Loisach-Gletscher, der über das Walchenseebecken, die Kesselbergstufe und das Kochelseebecken nach Norden ins Alpenvorland austrat und sich dabei östlich weit ausbreitete. Er reichte im Exkursionsgebiet bis in eine Höhe von gut 1000 m NN. Die Eis- und Geröllmassen des Gletschers „plombierten“ den Talzug nördlich der Benediktenwand auch noch während des Abschmelzens. Alle Sedimente, die an der Benediktenwand-Nordseite entstanden, blieben hinter diesem Gletscherpfropfen gefangen und lagerten sich als Staubeckensedimente ab. Das heutige Lainbachtal hat sich in dieses lockere Schuttmateriale eingefressen. Mit Beginn der Landnutzung nach der Gründung des Klosters Benediktbeuern (Holznutzung, Waldweide) kam es zu massiver Erosion in diese Staubeckensedimente, sogenannte „Reissenbildung“. Der Gurnberg zwischen Gurnmoos und Eibelsfleckalm ist ein Teil der Seitenmoräne des Gletschers.

An zwei Stellen sind die heutigen Pässe zwischen Isar-Loisach-Tal einerseits und Inntal andererseits so niedrig, dass der Innigletscher am Fernpass und Seefelder Sattel über sie hinüberreichen konnte (letzterer maßgeblich für das Exkursionsgebiet). Auf den Isar-Loisach-Gletscher (der kalkige Sedimente transportierte) legte sich also Gletschermaterial, das aus den Zentralalpen stammte und Sedimente aus den Zentralalpen mitbrachte: Gneise und Granite.

Die Benediktenwand (wie weitere Berge der bayerischen Nördlichen Kalkalpen) oberhalb gut 1000 m NN ragte aus diesem überregionalen Gletschernetz heraus. Es gab oberhalb dieses „Ferneismeres“ lokale Gletscher, die des geringen Einzugsgebiets wegen nur kurze Gletscherzungen bildeten und z. T. nicht einmal den Ferngletscher erreichten. Im Alpenvorland waren mächtige Gletscherloben entwickelt, die zum Beispiel bis nördlich von Starnberg reichten. Das anstehende Material ist deshalb dort Grundmoräne.

1.3 Klima

Zur Veranschaulichung der klimatischen Situation Bayerns und insbesondere des bayerischen Alpenrandes siehe BAYFORKLIM (1996).

Niederschlag

Vom Norden Bayerns nach Süden steigen die Niederschläge schrittweise an: Würzburg 560 mm, Nürnberg 743 mm, München 935 mm, Benediktbeuern 1581 mm (CLIMATE-DATA.ORG o. J.). Grund ist die Alpenkette, die sich den oft aus nordwestlicher Richtung kommenden Luftmassen als Hindernis entgegenstellt: die Luftmassen müssen aufsteigen, kühlen dabei ab und regnen aus. An der Eibelsfleckhütte (1035 m NN) gibt es etwa 2200 mm

Jahresniederschlag (EWALD & FISCHER 1993), unmittelbar an der Steilwand der Benediktenwand können es bis zu 2900 mm sein (Geographisches Institut LMU, mündliche Mitteilung). Selbst in Benediktbeuern in 640 m Meereshöhe fallen von März bis September monatlich über 100 mm Niederschlag, in den Sommermonaten Mai bis August sogar über 175 mm (CLIMATE-DATA.ORG o. J.). Dabei kann es zu lokalen Extremniederschlägen kommen. Am 3. Juni 1990 fielen im Bereich der Nordseite der Benediktenwand über dem Einzugsgebiet des kleinen Lainbachs in 15 bis 30 min etwa 100 mm Niederschlag; im Lainbachtal wurden daraufhin Blöcke von 200 Zentnern transportiert (mündliche Mitteilung des Geographischen Instituts LMU, das damals dort Erosionsstudien durchführte).

Temperatur

In jedem Gebirge sinken die Temperaturen mit zunehmender Höhe. Die feucht-adiabatische Temperatursenkung beträgt 0,5 bis 0,6 °C pro 100 Höhenmeter. Benediktbeuern (rund 640 m NN) hat eine Jahresmitteltemperatur von 7,3 °C; daraus ergibt sich für die Eibelsfleckhütte (rund 1040 m NN) eine Jahresmitteltemperatur von 5,1 °C und für die Tutzingener Hütte (rund 1340 m NN) von 3,8 °C (das entspricht Joensuu in Südostfinland).

Konsequenzen für die Vegetation

Für die Vegetation bedeutet das:

- (1) Mit zunehmender Höhe wird es im Exkursionsgebiet (wie in allen Gebirgen) kälter. Der von Buche dominierte Wald Mitteleuropas außerhalb der Alpen wird am Alpenrand deshalb zunächst durch Tanne bereichert und dann zunehmend auch durch Fichte. Ebenso ist der Berg-Ahorn ein regelmäßiger Begleiter dieses aus vier Hauptbaumarten bestehenden Bergmischwaldes.
- (2) In der Vegetationsperiode regnet es häufig, und zwar je höher, desto mehr. Selbst in den Tieflagen des Exkursionsgebietes (bei Benediktbeuern) ist im Jahresverlauf nie mit einer längeren Trockenperiode zu rechnen, mit zunehmender Meereshöhe noch viel weniger. Trockenheit ist also für die Pflanzen des Bergmischwaldes kein Thema, und sie entwickeln daher relativ große und dünne Blätter, z. B. *Veronica urticifolia* und *Salvia glutinosa*.
- (3) Wo es bei niedrigen Temperaturen (= geringe Evapotranspiration) viel und häufig regnet, können sich an geeigneten Geländestrukturen (Mulden) Hochmoore bilden.
- (4) Im Exkursionsgebiet ist oberhalb des Bergmischwald-Gürtels mit einem Fichtenwald-Gürtel zu rechnen. Die Waldgrenze liegt im Westen der bayerischen Alpen bei 1600 bis 1700 m NN und steigt im kontinentaleren Osten Bayerns auf 1900 m NN (BAYERISCHE STAATSFORSTEN 2018); an der Benediktenwand dürfte sie um die 1800 m NN und damit gerade im Gipfelbereich liegen.

1.4 Böden

Wegen der Vielzahl an geologischen Substraten bei großer Variabilität an Exposition und Inklination auf kurzer Strecke und des steilen Höhengradienten kommt am Alpenrand eine Vielzahl verschiedener Bodentypen vor, oft räumlich unmittelbar benachbart. Sie reichen von verbraunten Rendzinen, Syrosemrendzinen und stellenweise Tangelrendzinen über Braunerden bis zu Hang- und Anmoorgleyen sowie Niedermoor und Hochmoor.

1.5 Waldgesellschaften im Landschaftsgefüge

Die Vegetation des Exkursionsgebiets ist Ausdruck der genannten abiotischen Standortfaktoren. Einige (wenigstens potentiell) flächig im bayerischen Alpenvorland und in den bayerischen Kalkalpen vorkommenden Waldgesellschaften, die für das Exkursionsgebiet und seine weitere Umgebung kennzeichnend sind, werden in Abbildung 4 zusammengestellt erläutert. Eine ausführliche Darstellung der Vegetation des Exkursionsgebietes geben EWALD & FISCHER (1993; hierauf beziehen sich auch einige der Darstellungen der Exkursionspunkte), eine ausführliche Darstellung der Bergmischwälder der Bayerischen Alpen EWALD (1997) und eine systematisierte Übersicht über die natürlichen Waldgesellschaften Bayerns WALEN-TOWSKI et al. (2004).

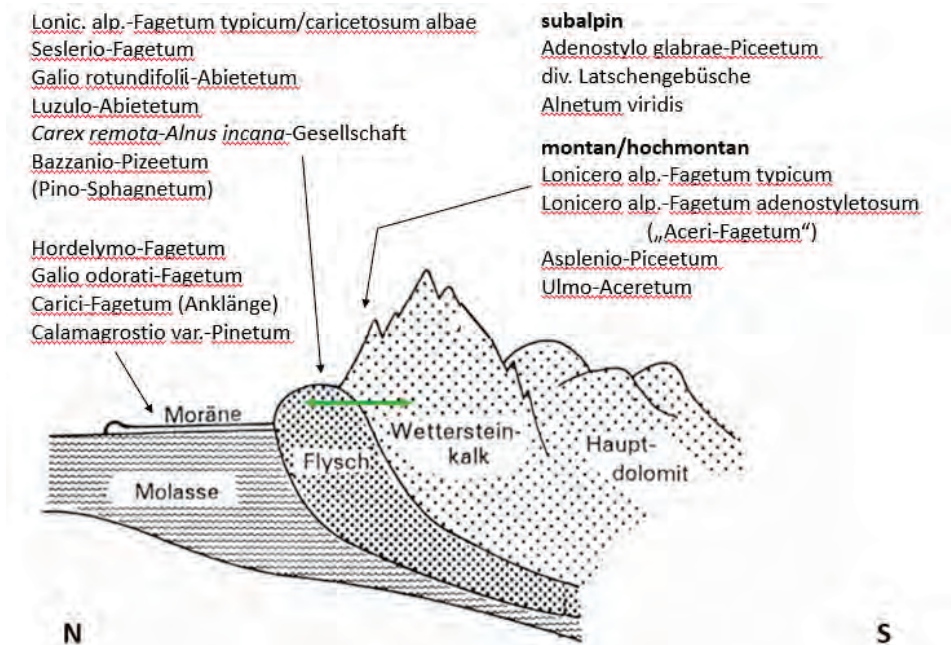


Abb. 4. Die wichtigsten Waldgesellschaften des bayerischen Alpennordrandes im geologisch-geomorphologischen Kontext.

Vegetation der Moränenlandschaft des Alpenvorlandes

Die End- und Seitenmoränen des Isar-Loisach-Gletschers repräsentieren, des basischen Substrats wegen, überwiegend *Hordelymo-Fagetum*-, stellenweise auch *Galio odorati-Fagetum*-Standort. Wälder nehmen dort aber nur einen Teil der aktuellen Kulturlandschaft ein und werden, falls vorhanden, mit Ausnahme einzelner Naturwaldreservate durchgehend forstlich genutzt. An Stellen, an denen sich Flüsse (z.B. die Isar) in die Moränenwälle eingeschnitten und dabei steile Hänge aus basischem Moränenmaterial geschaffen haben, kommt kleinflächig das *Carici-Fagetum* vor, allerdings nur an südexponierten steilen Hängen und wegen der überdurchschnittlich hohen Niederschläge und des Moränenmaterials nur ansatzweise. Entlang der Isar haben sich nacheiszeitlich ausgedehnte Umlagerungsbereiche gebildet; sofern nicht von Hochwässern tangiert, entstanden dort mehr oder weniger

ausgedehnte Kiefernwälder des Verbandes *Erico-Pinion*. Bekanntes Beispiel sind die Schneehede-Kiefernwälder im Naturschutzgebiet Pupplinger Au bei Wolfratshausen (SEIBERT 1958). Die heutige Bezeichnung dieser Waldgesellschaft ist *Calamagrostio variaie-Pinetum sylvestris* (Randalpischer Buntreitgras-Kiefernwald; HÖLZEL et al. 1996). Die Exkursion schließt diese Landschaft nicht mit ein.

Vegetation des Flysch

Die Flysch-Zone ist, wie oben erwähnt, hinsichtlich Geologie und Geomorphologie besonders vielseitig, was nicht nur an den verschiedenen Gesteinsmaterialien liegt, sondern zusätzlich noch durch glaziale Überformung verstärkt wird.

Das für Kalksubstrat in montaner Lage eigentlich kennzeichnende *Hordelymo-Fagetum* wird hier ersetzt durch das *Lonicero alpigenae-Fagetum*. Dieses kann als *Hordelymo-Fagetum* angesehen werden, das in der Kraut- und Strauchschicht – zusätzlich zu den Waldbodenpflanzen des *Hordelymo-Fagetum* – Arten besitzt, die wegen des sehr ausgeglichenen Wasserhaushalts hier gedeihen können (*Lonicera alpigena*, *Salvia glutinosa*, *Veronica urticifolia*). Zudem besteht die Baumschicht nicht (fast) nur aus Buche, sondern aus Buche, Tanne, Fichte und Berg-Ahorn. Auf Felsrippen mit flachgründigen Böden tritt die Subassoziation *Lonicero alpigenae-Fagetum caricetosum albae* (mit *Carex alba*) auf, auf tiefergründigen Böden die Subassoziation *typicum*. Ab etwa 1000 m NN gibt es eine hochmontane Ausbildung mit *Saxifraga rotundifolia* und *Streptopus amplexifolius*.

An steilen Flysch-Felsen fast ohne Bodenauflage tritt kleinflächig das *Seslerio variaie-Fagetum* (mit *Sesleria varia*, *Dryas octopetala* und weiteren Arten der alpinen Stufe) auf, korrespondierend zum *Carici-Fagetum* außerhalb der Alpen.

Kennzeichnend für die schweren Tonböden der Kössener Schichten ist das *Galio rotundifolii-Abietetum* in der wechselfeuchten Ausbildung mit *Equisetum sylvaticum* (*G.-A. equisetetosum*). Die Artenkombination umfasst sowohl *Galio odorati-Fagion*-, *Fagetalia*- und *Quercus-Fagetea*-Arten als auch *Vaccinio-Piceetea*-Arten und zusätzlich Feuchte- bis Nässezeiger. Die Tanne wächst hier sehr gut, auch aus forstlicher Sicht.

In Muldenlagen haben sich nach der Eiszeit Moore entwickelt. Zum einen werden sie beherrscht von Moor-Fichtenwäldern (*Bazzanio-Piceetum*), zum anderen von Spirken-Moorvegetation (*Pino rotundatae-Sphagnetum*). Im Übergangsbereich vom Moor zur Umgebung gibt es an sicherfrischen Stellen Bestände des Verbandes *Alno-Ulmion*.

Ungewöhnlich in der von Kalk geprägten Landschaft sind Vorkommen des *Luzulo-Abietetum*, das sauren Untergrund anzeigt. In der Tat kommt diese Gesellschaft auf der höchsten Seitenmoräne des Isar-Loisach-Gletschers vor, also der bereits beschriebenen „Fernmoräne“.

Vegetation des Kalkalpin auf Wettersteinkalk

In der montanen Stufe am Fuße der ersten Wettersteinfelsen kommt erneut das *Lonicero alpigenae-Fagetum typicum* (Höhenausbildung) vor. In geschützten Muldenlagen (Pfad beim Aufstieg zur Tutzingener Hütte) werden im Winterhalbjahr größere Schneemengen abgelagert. Diese verbessern zum einen den Wasserhaushalt, führen aber auch zu Schneerutschen. Fichte und selbst Buche treten hier zurück; der Berg-Ahorn kann sich den Schneebewegungen am besten anpassen (Säbelwuchs), tritt hier also besonders häufig auf. Mit dem Wind wird auch Laub und andere organische Masse eingeweht, so dass nicht nur der Wasser-, sondern auch der Nährstoffhaushalt (insbesondere Stickstoff) sehr günstig ist. Zu den Arten des *Lonicero*

alpigenae-Fagetum treten deshalb zahlreiche Hochstauden (z.B. *Anthriscus nitida*, *Heracleum sphondylium* ssp. *elegans*). Solche hochstaudenreichen Ahorn-(Buchen-)Wälder wurden früher als „*Aceri-Fagetum*“ bezeichnet, egal auf welchem Standort (sauer oder basisch) sie auftreten und welche Arten neben Ahorn und Hochstauden sonst noch vorkommen. Heute werden die hochstaudenreichen Bestände der jeweiligen floristisch korrespondierenden Assoziation (jeweils als Subassoziation *adenostyletosum*) zugeordnet, auf Kalk am Alpenrand in Exkursionsgebiet also dem *Lonicero alpigenae-Fagetum*. Auf grobblockigen Kalk-Felssturzmateriale an Nordseiten kommt vereinzelt kleinflächig das *Asplenio viridis-Piceetum* vor, auf Kalk-Schutthängen das *Ulmo-Aceretum* (*Tilio-Acerion*); wegen schwerer Zugänglichkeit können beide auf der Exkursion aber nicht aufgesucht werden. Etwa ab Höhe der Tutzingener Hütte geht der Bergmischwald sukzessive in reinen Fichtenwald vom Typ des *Adenostylo glabrae-Piceetum* (mit *Adenostyles glabra*) über.

Die charakteristische Pflanzengesellschaft auf Kalk oberhalb der Waldgrenze ist das *Seslerio variae-Caricetum sempervirentis*. In der nordexponierten Steilwand der Benediktenwand ist es auch unterhalb der Waldgrenze natürlich und konnte sich im Zuge der Almwirtschaft stark ausbreiten, kommt heute schon ab etwa 1300 m NN vor. Auf Hangschutt am Fuße der Steilwand kommen Latschen- und Grünerlen-Gebüsche vor. Die heutigen Bestände stocken meistens auf potentiell Waldland, kleine Bestände können den Schuttkegel am Fuß der Benediktenwand aber bereits kurz nach dem Abschmelzen des Lokalgletschers besiedelt haben.

2. Exkursionsbeschreibung

2.1 Die Exkursionsroute im Überblick

Anfahrt vom Alpenwarmbad Benediktbeuern über eine Forststraße zur Eibelsfleckhütte (1035 m NN). Ein Stopp an einem Aussichtspunkt (840 m NN), einer zur Erkundung eines Bergmischwaldes (gut 950 m NN). Ab der Eibelsfleckhütte durchgehend zu Fuß (die Eibelsfleckhütte ist Start und Ziel der Fußwanderung). Zunächst zu einem Aussichtspunkt in 1025 m NN mit Blick über Lainbachtal und Benediktbeuern zum Alpenvorland, dann auf dem Weg zur Tutzingener Hütte (1325 m NN) mehrere Stopps zur Erkundung verschiedener Waldgesellschaften, z.T. verschiedene Ausbildungen davon. An der Hütte auch Alpenampfer-Lägerflur und Blaugras-Horstseggenrasen. Zum Abschluss Abstieg zur Eibelsfleckhütte (Abb. 5).

2.2 Aussichtspunkt 1

Der erste Aussichtspunkt liegt an der Forststraße vom Alpenwarmbad Benediktbeuern zur Eibelsfleckhütte in etwa 840 m NN. Von hier aus geht der Blick in den nördlichen Teil des Kochelsee-Beckens. Rechts und links (östlich und westlich) sind die abgerundeten Berge der Flysch-Zone zu sehen, unterbrochen durch die Kochelsee-Lücke. Wenig nördlich des Beckens zieht der lange, schmale Hügelzug der Faltenmolasse von Ost nach West. Nach dem Abschmelzen der Gletscher ermöglichte er die Bildung des Kochelsees und der angrenzenden Moore.

Zu sehen ist auch der Ort und das Kloster Benediktbeuern, gegründet 739. Das Kloster war zunächst dem Apostel Jacobus d.Ä. gewidmet. Um 800 erhielt es von Karl dem Großen die Speiche des rechten Unterarms des heiligen Benedikt als Reliquie geschenkt, die

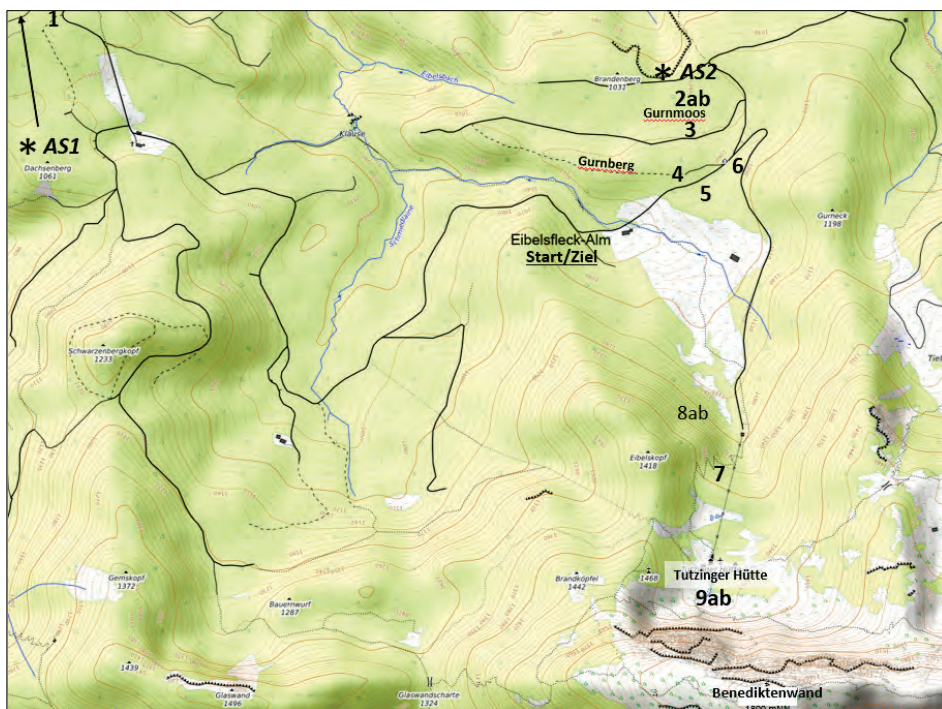


Abb. 5. Die Exkursionsroute ab/bis Eibelsfleckhütte in 1035 m NN. An der Kartenbasis (Süden) der Gipfel der Benediktenwand (1800 m NN). „*AS“ kennzeichnet einen Aussichtspunkt; die Ziffern bezeichnen die einzelnen Exkursionspunkte. Der Aussichtspunkt 1 liegt knapp nördlich des Kartenrandes, Exkursionspunkt 1 auf dem Kartenrand. Kartengrundlage: URL: <https://opentopomap.org> (Zugriff am 17.11.2021).

bedeutendste Reliquie der heiligen Benedikt im deutschsprachigen Raum, was die Bedeutung des Klosters steigerte. Schon um 1300 wird der Berg oberhalb des Klosters Benediktbeuern als „Berg des heiligen Benedikt“ urkundlich erwähnt. Die heutigen Klostergebäude gehen auf die Zeit nach dem Dreißigjährigen Krieg zurück; die Klosterkirche ist die erste hochbarocke Kirche in Oberbayern außerhalb von München (WEBER 1986). Als das Kloster gegründet wurde, war die Gegend noch sehr waldreich und weitgehend unbesiedelt, danach erfolgten landschaftsprägend Holznutzung und Waldweide.

2.3 Aussichtspunkt 2

Der zweite Aussichtspunkt bei 1025 m NN liegt am Oberrand der Reissen des Lainbachtals nördlich des Gurnmooses. Die Reissen entstanden, als sich nach der Eiszeit der Lainbach in die vom Ferngletscher gefangenen Sedimente einschnitt. Wann genau die Bildung offener, vegetationsarmer Flächen begann ist unbekannt. Vieles spricht dafür, dass das heutige Ausmaß der Erosion erst nach der Öffnung des Waldes durch Nutzung ausgehend vom Kloster Benediktbeuern einsetzte. Abbildung 6 zeigt einen Blick über die Reissen des Lainbachtals; im Hintergrund Benediktbeuern. Die feine dunkle Linie dahinter markiert den Verlauf der Faltenmolasse.



Abb. 6. Blick von etwa 1000 m NN Richtung Norden auf das Lainbachtal und die Reissen. Im Hintergrund Benediktbeuern und das Kloster (helle Gebäude). Das dunkle schmale Band ist der Zug der (bewaldeten) Faltenmolasse (Foto: A. Fischer, 1988).

Auch wenn viele Reissenflächen auf den ersten Blick sehr vegetationsarm erscheinen, tragen sie doch eine erhebliche Zahl von Pflanzengesellschaften (HÖLZEL 1990): *Tussilago*-Stadium, grasreiches Stadium der Entwicklung Richtung *Sesleria*-Rasen, *Pinus rotundata*-Stadium (*Erico-Pinion*), *Anthyllido-Leontodontetum hyoseroides*, *Schoenetum nigricantis*, *Caricetum davallianae* und *Caricetum paniculatae*.

Bemühungen der Wasserwirtschaft zur Stabilisierung der Reissen mit *Alnus incana* waren nur teilweise erfolgreich; wegen der Wechsell Trockenheit des Standorts (mit bei Trockenheit zementartig verbackendem Substrat) bleibt *Alnus incana* meist schlechtwüchsig.

2.4 Vegetationsbestand 1

An der Forststraße vom Alpenwarmbad Benediktbeuern zur Eibelsfleckhütte, ca. 950 m NN, noch im Flysch-Bereich, aber mit dünnem Grundmoränen-Überzug.

Karbonat-Bergmischwald: *Lonicero alpigenae-Fagetum* (entspr. *Aposerido-Fagetum*)

Wie fast alle Waldbestände im Bereich der Nordseite der Benediktenwand (mit Ausnahme kleiner, schwer zugänglicher Bereiche) unterliegt der besuchte Waldbestand der forstlichen Nutzung. Immerhin wurde dafür ja die Forststraße angelegt. Die Bäume haben noch längst nicht das arttypische Alter erreicht; im Umfeld sind überall frisch beerntete und damit stark aufgelichtete Waldbestände zu sehen. Die Gehölzverjüngung ist stellenweise gut, was an der strengen Kontrolle der Wildbestände durch den langjährigen Revierförster liegt. Wenn die Altersstruktur und damit Bestandsstruktur auch völlig durch den Menschen geprägt ist



Abb. 7. Die charakteristischen Arten des Karbonat-Bergmischwaldes: **a)** *Lonicera alpigena*, **b)** *Veronica urticifolia*, **c)** *Salvia glutinosa*, **d)** *Lamiastrum flavidum* (Fotos: A. Fischer, a) 1988, b) 1988, c) 1995 und d) 1988).

(so gibt es keine nennenswerten Mengen von Totholz) entspricht die Artenzusammensetzung – in der Baum- wie in der Krautschicht – doch durchaus der Zusammensetzung, die für diese Standortsituation als natürlich anzusehen ist. In dieser Hinsicht kann der Bestand (wie sehr viele Bestände im Exkursionsgebiet) also als naturnah bezeichnet werden.

Die Baumschicht besteht aus Buche, Tanne, Fichte und Berg-Ahorn, vereinzelt ist auch Berg-Ulme vorhanden. Die artenreiche Krautschicht enthält Arten, die in dieser Kombination auch im *Hordelymo-Fagetum* vorkommen. Hinzu treten großblättrige Arten, was den sehr ausgeglichenen Wasserhaushalt widerspiegelt; diese Arten sind zugleich Charakterarten (oder zumindest charakteristische Arten) des *Lonicero alpigenae-Fagetum* (Abb. 7a–d). Zunächst ist es erstaunlich, dass in Beständen des *Lonicero alpigenae-Fagetum* regelmäßig (wenn auch nie mengenmäßig bedeutsam) Säurezeiger wie Blaubeere und Haarmützenmoos auftreten; diese besiedeln vermodernde Nadelpolster der im Bestand vorhandenen Tannen und Fichten.

Als Lehm- und Tonzeiger weist der Hain-Gelbweiderich auf Ablagerungen und Lehm- und Tonbänder im Boden.

Artenzusammensetzung auszugsweise:

BS: *Fagus sylvatica*, *Abies alba*, *Picea abies*, *Acer pseudoplatanus*, vereinzelt *Ulmus glabra*

KS: Charakter-/Differentialarten der Assoziation: *Lonicera alpigena*, *Veronica urticifolia*, *Lamiasstrum flavidum*, *Salvia glutinosa*

Charakterarten Verband/Ordnung/Klasse: *Galium odoratum*, *Polystichum aculeatum*, *Carex sylvatica*, *Sanicula europaea*, *Bromus benekenii*, *Mercurialis perennis*, *Lamiasstrum montanum*, *Anemone nemorosa*, *Melica nutans*, *Carex digitata*, *Viola reichenbachiana*

Großwedelige Farne: *Dryopteris filix-mas*, *Dryopteris carthusiana/dilatata*, *Athyrium filix-femina*

Vereinzelt auf Nadelstreu: *Vaccinium myrtillus*, *Polytrichum formosum*

Lehm- und Tonzeiger: *Lysimachia nemorum*

Weiterhin: *Aposeris foetida*, *Oxalis acetosella*, *Mycelis muralis*

2.5 Vegetationsbestand 2a

Gurnmoos, ca. 1000 m NN, unterhalb des Gurnberges bei Eibelsfleckhütte.

Hochmoor-Fichtenwald: *Bazzanio-Piceetum*

Die Seitenmoräne eines Vorstoßstadiums des sich insgesamt zurückziehenden Isar-Walchensee-Gletscherarms hatte an der Benediktenwand-Nordseite eine Mulde geschaffen, in der sich Wasser und Feinmaterial sammeln konnten, was zur Vernässung und zur Ansiedlung von Torfmoosen führte; es bildete sich Hochmoortorf (mehrere weitere kleine Moore dieses Entstehungstyps in der Umgebung). Das Hochmoor war vermutlich für viele Jahrhunderte eine offene Moorfläche mit einzelnen Spirken (s. Vegetationsbestand 2b), umgeben von einem schmalen Fichtenwaldgürtel. Durch fortschreitendes Einschneiden eines kleinen Baches in das Sedimentpaket wurde das Moor ohne Zutun des Menschen teilweise drainiert; der Fichtenwald konnte sich deshalb auf der Moorfläche weiter ausbreiten (Abb. 8). Bis vor wenigen Jahren war der Waldbestand gekennzeichnet durch Fichten-Individuen verschiedenster Größe (und deshalb wohl auch mit einer sehr großen Altersspanne), insgesamt mit plenterartiger Struktur, die für sehr lichte Waldbestände (wie es Moor-Fichtenwälder oft sind) als Merkmal der Naturnähe gesehen werden kann. Der zentrale Teil dieses Waldbestandes wurde vor wenigen Jahren im Zuge von Renaturierungsmaßnahmen abgeholzt.

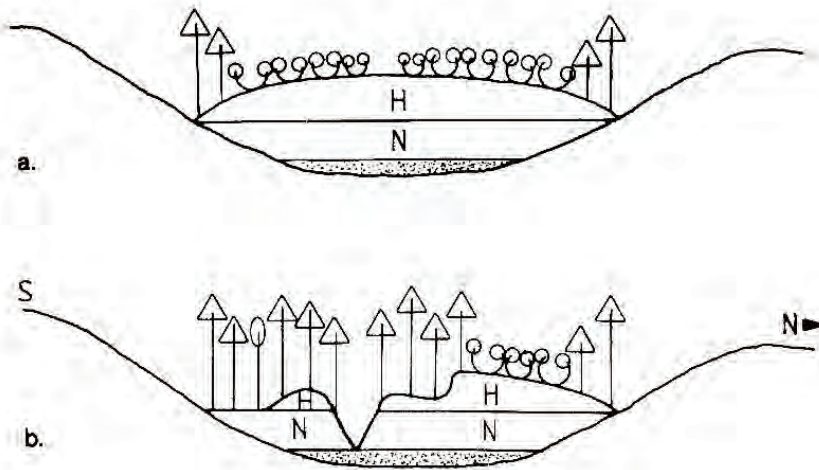


Abb. 8. Entwicklung des Gurnmooses nach natürlicher Teil-Drainage, schematisiert. Aus EWALD & FISCHER (1993).

- a)** postglaziales Maximum: offenes Moor + *Pinus rotundata*-Busch, umgeben von Moor-Fichtenwald.
b) heutige Situation nach natürlicher Drainage: Reduktion der offenen Moorflächen, Ausweitung des Fichtenwaldes. Gepunktet: Seton, N = Niedermoor-, H = Hochmoortorf.

Artenzusammensetzung auszugsweise:

BS: *Picea abies* (fast ausschließlich), zum Rand hin etwas *Abies alba*

KS: *Vaccinium vitis-idaea*, *Vaccinium myrtillus*, *Lycopodium annotinum*, *Listera cordata* (ob noch vorhanden?), *Blechnum spicant*, *Molinia arundinacea*

MS: *Sphagnum russowii*, *Sphagnum girgensohnii*, *Bazzania trilobata*, *Plagiothecium undulatum*, *Rhytidadelphus loreus*, *Dicranum majus*, *Pleurozium schreberi*, *Polytrichum commune*

2.6 Vegetationsbestand 2b

Gurnmoos, ca. 1000 m NN, unterhalb des Gurnberges bei Eibelsfleckhütte. Weitgehend offene Hochmoor-Restfläche im Zentrum des oben benannten Fichtenbestandes.

Hochmoor-Spirkenbusch: *Pino-Sphagnetum magellanicum* (*Sphagnion magellanicum*)

Die Höhe der Fichten des *Bazzanio-Piceetum* fällt zum offenen Hochmoorbereich hin auf wenigen Metern Distanz rasch ab. Der wassergesättigte Torf erlaubt keinen Sauerstoff im Wurzelraum der Fichten. Der offene Hochmoorbereich sitzt gleichsam im Zentrum einer von Fichten umrahmten Lichtung. Der offene Bereich ist sehr klein und wird gebildet von Torfmoos-Rasen, auf denen typische Hochmoorpflanzen wie Sonnentau, Rosmarinheide und Moosbeere wachsen. Gleichzeitig gibt es Individuen der sogenannten Berg-Kiefer.

Dieses *Pinus mugo*-Aggregat (Berg-Kiefer; vergl. OBERDORFER 2001) umfasst ein breites Formenspektrum. Die Eckpunkte des Formenspektrums sind klar: (1) Die Echte Legföhre oder Latsche (*P. mugo* s. str. oder *P. mugo* ssp. *mugo*) mit niedrigliegend-buschigem Wuchs, wobei die Äste stets zum Boden hin, also nach unten orientiert sind; Zapfen symmetrisch, alle

Schuppenschilder der Zapfen flach; Vorkommen in den Ostalpen. (2) Die Haken-Kiefer (oder auch Haken-Berg-Kiefer) (*P. uncinata* oder *P. mugo* ssp. *uncinata*), Baum mit gerade-aufwärts gerichtetem Stamm und ebenfalls aufwärts wachsenden Ästen (Erscheinungsbild pyramidenpappelartig). Zapfen extrem unsymmetrisch, Schuppenschilder auf der einen Seite stark hakenartig vorgewölbt, Zapfenansatz weit außerhalb des Zentrums der Zapfenbasis; Vorkommen in den Pyrenäen und in den Westalpen. Zwischen diesen beiden regional und morphologisch klar getrennten Sippen gibt es – sowohl regional als auch morphologisch – ein breites Übergangsfeld: Moor-Berg-Kiefer oder Spirke (*P. rotundata* oder *P. mugo* ssp. *rotundata* oder *P. × rotundata*; manchmal wird auch nur die mehr oder weniger aufrecht wachsende Übergangsform als Spirke bezeichnet); morphologisch buschförmig, aber dann bereits mit aufsteigenden Seitenästen bis schräg-baumförmig, aber dann wenigstens noch mit abwärts wachsenden Seitenästen; Zapfenschilder auf der einen Seite etwas vorgewölbt, aber nicht hakenförmig; Zapfenansatz schwach exzentrisch. Verbreitungsgebiet zwischen den beiden erstgenannten Sippen. Die Spirken im Gurnmoos gehören der Übergangssippe an.

Artenzusammensetzung auszugsweise:

SS: *Pinus rotundata*

KS: *Vaccinium uliginosum*, *Vaccinium oxycoccus*, *Andromeda polifolia*, *Drosera rotundifolia*, *Trichophorum caespitosum*

MS: *Sphagnum magellanicum*, *Sphagnum angustifolium*

2.7 Vegetationsbestand 3

N-Fuß Gurnberg, ca. 1020 m NN, hochanstehendes Grundwasser, sickern, minerotroph.

***Carex remota*-*Alnus incana*-Gesellschaft** (vergl. *Pruno-Fraxinetum*, Höhengestaltung mit *Aconitum vulparia*, z. T. ehemaliges *Piceo-Alnetum*); *Alno-Ulmion*

Auf der kurzen Strecke vom Gurnmoos zum Gurnberg ändert sich die Standortssituation grundlegend: der Hochmoorcharakter geht rasch verloren, damit auch die Fichtenwald-Artenzusammensetzung; stattdessen steht mineralisches Lockersubstrat an, welches fast ganzjährig stark durchsickert wird. Gleichzeitig zum Zurücktreten der Fichtenwaldarten treten Arten der *Fagetalia* und *Quercus-Fagetea* hinzu. Die Bestände können dem Verband *Alno-Ulmion* zugerechnet werden.

Artenzusammensetzung auszugsweise:

BS: *Alnus incana*, *Alnus glutinosa*, *Picea abies*, *Abies alba*

KS: Zahlreiche *Fagetalia*- und *Quercus-Fagetea*-Arten, u. a. *Anemone nemorosa*, *Paris quadrifolia*, *Carex sylvatica*

Zusätzlich Nässezeiger, u. a. *Caltha palustris*, *Chaerophyllum hirsutum*, *Crepis paludosa*, *Ranunculus aconitifolius*, *Carex paniculata*, *Scirpus sylvestris*

Vereinzelt noch *Piceetea*-Arten/Säurezeiger: *Vaccinium myrtillus*, *Homogyne alpina*

2.8 Vegetationsbestand 4

Gurnberg nördlich der Eibelsfleckhütte und südlich des Gurnmooses in etwa 1040 m NN.

Luzulo-Abietetum (alternativ: *Luzulo-Fagetum*), auf Fernmoräne

In der Baumschicht dominiert optimal gedeihende Fichte neben Tanne; Buche kommt fast nur im Unterstand vor. Die Bestände sind aus forstwirtschaftlicher Sicht mit dem Beste, was in dieser Höhenlage zu erwarten ist; entsprechend sind die Bestände stark nutzungsgeprägt.

Erstaunlich für einen Waldbestand in einer durch Kalk geprägten Landschaft ist, dass Kalk- und Basenzeiger fast vollständig fehlen und stattdessen flächig Säurezeiger (und Fichtenwaldarten) vorhanden sind. Auffällig auch größere Gesteinsbrocken aus Gneis oder Granit; beim Graben in den Boden werden zahlreiche weitere derartige Gesteinsbrocken gefunden. Der Bodentyp lässt sich als meist tiefgründige, verlehnte Braunerde mit einem pH-Wert um 4 ansprechen. Erklärung: Der Gurnberg ist Teil eines Seitenmoränenbandes, das sich in west-östlicher Richtung in gut 1000 m NN entlang der Nordseite der Benediktenwand zieht (vergl. Kap. 1.2). Die am Seefelder Sattel auf diesen Gletscher aufgelagerten Eismassen des Inn- gletschers lagerten mit dem Inn- gletscher transportiertes silikatisches Gestein aus den Zentral- alpen auf den Isar-Loisachgletscher, welches deshalb in den Seitenmoränen oben liegt. Die Gneis- und Granitbrocken an der Benediktenwand stammen also aus den Zentralalpen.

Die Artenzusammensetzung erinnert an ein montanes *Luzulo-Fagetum* (mit Nadelholz- dominanz). Allerdings treten *Quercus-Fagetum*-Arten sehr spärlich auf, *Vaccinio-Piceetea*- Arten dagegen regelmäßig, was eine Zugehörigkeit zu den *Vaccinio-Piceetea* nahelegt (die standörtliche Aussage – saurer Boden – bleibt dabei bestehen!).

Artenzusammensetzung auszugsweise:

BS: *Picea abies* (optimal wachsend, Nadelhölzer forstlich stark gefördert), *Abies alba*, *Fagus sylvatica* nur in der Unterschicht

KS: Indikatoren sauren Bodens dominierend: *Vaccinium myrtillus*, *Blechnum spicant*, *Luzula sieberi*, *Luzula pilosa*, *Lycopodium annotinum*, *Polytrichum attenuatum*
Fagetalia-/*Quercus-Fagetum*-Arten vereinzelt: *Phyteuma spicatum*, *Anemone nemorosa*, *Viola reichenbachiana*

Höhenzeiger: *Thelypteris limbosperma* (Sori randständig), *Prenanthes purpurea*

2.9 Vegetationsbestand 5

Etwa 100 m westlich der Eibelsfleckhütte, direkt oberhalb der Forststraße.

Karbonat-Bergmischwald: *Lonicera alpigenae*-Fagetum auf Lokalmoräne

Der Vegetationsbestand liegt auf einem kurzen, dammartigen Hügelzug unmittelbar südlich des Gurnberges, von diesem nur durch ein Bachtälchen getrennt. Die Baumschicht entspricht der auf dem Gurnberg, die Krautschicht dagegen ist grundsätzlich verschieden davon: sehr viele Arten der *Fagetalia*/*Quercus-Fagetum* einschließlich Basenzeigern und der kennzeichnenden Arten des *Lonicera alpigenae*-Fagetum; Säurezeiger nur vereinzelt (auf Nestern zersetzter Nadelstreu). Der Geländewall stellt die Endmoräne eines Lokal- gletschers der Benediktenwand dar, der demnach ausschließlich Karbonatgestein antransportieren konnte und die Seitenmoräne des nahen Fern- gletschers knapp nicht erreicht hat.

Artenzusammensetzung auszugsweise:

BS: *Picea abies*, *Abies alba*, *Fagus sylvatica*

KS: *Veronica urticifolia*, *Salvia glutinosa*, *Lonicera alpigena*, *Lamium flavum*, *Galium odoratum*, *Petasites albus*, *Sanicula europaea*, *Mercurialis perennis*, *Lamium montanum*, *Carex sylvatica*, *Hedera helix*, *Anemone nemorosa*, *Viola reichenbachiana*, *Ranunculus lanuginosus*, *Dentaria enneaphyllos*, *Lonicera nigra*

Höhendifferentialarten: *Streptopus amplexifolius*, *Saxifraga rotundifolia*, *Adenostyles alliariae*

Vereinzelt Säurezeiger: *Vaccinium myrtillus*, *Blechnum spicant*

2.10 Vegetationsbestand 6

Etwa 200 m westlich der Eibelsfleckhütte. Auf Tonboden (Kössener Schichten; wasserstauende Mergel), Hanggley auf tonigem Verwitterungsmaterial.

Tannenwald: *Galio rotundifolii-Abietetum equisetetosum*

Auf schweren Tonböden kann das (reichliche) Niederschlagswasser nicht rasch versickern; es bilden sich Hanggleye. Unter diesen Bedingungen ist die Tanne besonders konkurrenzkräftig, wenngleich sie (wie ebenfalls die Fichte) wegen geringer Wurzeltiefe durchaus windwurfgefährdet ist. Die Arten des *Galio odorati-Fagion*, der *Fagetalia* und der *Quercus-Fagetea* sind *noch* vorhanden, die Arten der *Vaccinio-Piceetea* wegen der sauren verwitternden Nadelstreu *schon*. Der nasse Boden wird durch zahlreiche Feuchte- und Nässezeiger angezeigt; namensgebend für die Subassoziation ist der Wald-Schachtelhalm. Das Rundblättrige Labkraut prägt zwar den Namen der Assoziation, ist aber auch in anderen Waldgesellschaften des Alpenrandes vertreten. Die Tannen sind forstlich wertvoll; die Bestände werden deshalb intensiv genutzt.

Artenzusammensetzung auszugsweise:

BS: *Abies alba* (optimal), etwas *Picea abies* und wenig *Fagus sylvatica*

KS: Charakterarten des *Galio odorati-Fagion*/Karbonat-Bergmischwaldes: ähnlich

Bestand 5 und zusätzlich *Galium rotundifolium*

Charakterarten des Hochlagen-Fichtenwaldes/sauren Bodens: *Vaccinium myrtillus*,
Homogyne alpina, *Polytrichum attenuatum*

Indikatoren nassen Bodens: *Equisetum sylvaticum*, *Carex remota*, *Chaerophyllum hirsutum*, *Crepis paludosa*, *Ranunculus aconitifolius*

2.11 Vegetationsbestand 7

Am Wanderweg von der Talstation der Materialbahn der Tutzingen zur Hütte, etwa 1200 m NN, auf Wettersteinkalk.

Karbonat-Bergmischwald mit Hochstauden: *Lonicero alpigenae-Fagetum adenostyletosum*

Trichterartige Talmulden sind nicht nur Fänger für zusätzlichen Schnee von den Bergflanken, sondern auch für zusätzliche organische Substanz, z. B. Blatt-/Nadelstreu. An solchen Stellen sind der Wasser- und der Nährstoff-(Stickstoff-)haushalt der Bestände optimal. Deshalb wachsen dort zahlreiche Hochstauden.

Der viele Schnee am Hang führt zu Schneegleiten. Am besten können junge Berg-Ahorn-Pflanzen damit umgehen, ein wenig auch junge Buchen. Die Bäume bilden einen säbelartigen Stammfuß aus („Säbelwuchs“); Fichte und Tanne können das nicht. Derartige Bestände sind deshalb beherrscht von Berg-Ahorn und ggf. etwas Buche; Fichte und Tanne kommen nur selten und dann an Kleinstandorten mit geringem Schneegleiten vor.

Die Artenkombination „Berg-Ahorn plus Hochstauden“ wurde als „*Aceri-Fagetum*“ beschrieben, unabhängig von den weiteren Arten (vergl. Tab. 338 in OBERDORFER 1992). Derartige hochstaudenreiche Bestände lassen sich besser den verschiedenen Assoziationen jeweils als „hochstaudenreiche Subassoziation *adenostyletosum*“ angliedern, im Fall der Kalkalpen dem *Lonicero alpigenae-Fagetum* (im Fall des Schwarzwaldes dem *Luzulo-Fagetum*).

Artenzusammensetzung auszugsweise:

BS: *Acer pseudoplatanus*, *Fagus sylvatica*

KS: *Lonicera alpigena*, *Veronica urticifolia*, *Lamium flavum*, *Salvia glutinosa*, *Galium odoratum*, *Carex sylvatica*, *Allium ursinum* u. a.

Hochstauden (optimal): *Anthriscus nitida*, *Streptopus amplexifolius*, *Adenostyles alliariae*, *A. glabra*, *Heracleum sphondylium* ssp. *elegans*, *Lunaria rediviva*, *Cicerbita alpina*, *Aconitum vulpina*, *Rumex arifolius*, *Saxifraga rotundifolia*

2.12 Vegetationsbestand 8

Fuß des Eibelskopfs, 1200 m NN, Geröllhalde aus Wettersteinkalk.

Am Fuß des Eibelskopfs existieren ausgedehnte Geröllhalden sowie einige Felsblöcke aus Bergsturzmaterial. Hier gibt es Vorkommen des Ulmen-Ahornwaldes und des Blockhalden-Fichtenwaldes. Die Bestände sind schwer zugänglich und können auf der Exkursion voraussichtlich nicht aufgesucht werden.

Ulmo-Aceretum (Tilio-Acerion)

BS: *Acer pseudoplatanus*, *Ulmus glabra* = *montana*

KS: *Lunaria rediviva*, *Campanula latifolia*, *Phyllitis scolopendrium*, *Polystichum lobatum*

Asplenio-Piceetum

BS: *Picea abies*

KS: *Asplenium viride*, *Cystopteris fragilis*, *Cystopteris montana*, *Polypodium vulgare*, *Moehringia muscosa*, *Lycopodium annotinum*, *Huperzia selago*, *Homogyne alpina*, *Vaccinium myrtillus*, *Lonicera nigra*

kalkanzeigende Moose: *Ctenidium molluscum*, *Fissidens cristatus*

sonstige Moose: *Polytrichum formosum*, *Plagiochila asplenoides*

2.13 Vegetationsbestand 9

Almvegetation bei Tutzingener Hütte, ab etwa 1300 m NN, auf Wettersteinkalk (bzw. Geröll davon).

a. Lägerflur: *Rumicetum alpini*

Alte Almhütte bei Tutzingener Hütte, 1325 m NN.

Wo an Almhütten das Vieh lagerte setzte es Fäkalien ab; über Jahrhunderte reicherten sich Nährstoffe (insbesondere Stickstoff) im Boden an. Ebenso kam es zu regelmäßigen Grasnarbenverletzungen. Auch um die ehemalige Almhütte bei der Tutzingener Hütte ist eine solche „Lägerflur“ zu sehen.

Artenzusammensetzung auszugsweise:

Rumex alpinus, *Senecio alpinus*, *Chenopodium bonus-henricus*

b. Blaugras-Horstseggenrasen: *Seslerio-Caricetum sempervirentis*

Die vorherrschende alpine Rasengesellschaft auf Kalk ist der Blaugras-Horstseggenrasen. In den steilen Felsen der Benediktenwand konnten sich einzelne Arten dieser Gesellschaft (oder kleine Partien mit dieser Gesellschaft) auch in der Eiszeit halten (Nunatak). Mit der

Almwirtschaft (ab Gründung des Klosters Benediktbeuern) setzte ein Zurückdrängen des Waldes ein; die nun offenen, beweideten Flächen wurden von den Arten des Blaugras-Horstseggenrasens eingenommen.

Artenzusammensetzung auszugsweise:

Sesleria caerulea, *Carex sempervirens*, *Gentiana verna*, *G. lutea*, *Dryas octopetala*, *Soldanella alpina*

Weidezeiger: *Veratrum album*

3. Wie könnten sich die Wälder am bayerischen Alpennordrand im Klimawandel verändern?

Auch das Vegetationsmosaik am bayerischen Alpenrand unterliegt dem Klimawandel. Wie könnte es sich ändern? – Das Instrumentarium der potentiellen natürlichen Vegetation (pnV) bietet eine Option mögliche zukünftige Entwicklungen (Szenarien) des Standort- und damit Vegetationswandels sichtbar zu machen. Ist die Beziehung Standorttyp/Vegetationstyp einmal mit Algorithmen erfasst, können Standortfaktoren (z.B. die Temperatur) verändert werden (zukünftige pnV = z-pnV). Für ganz Bayern wurde das mit einer Pixelgröße von 50 m × 50 m (ca. 28 Millionen Pixel) durchgeführt (FISCHER et al. 2019); Details für den bayerischen Alpenrand in FISCHER et al. (2020). Abbildung 9 zeigt die Änderungen für Bayern in einem +2 K-Szenario für den *Lonicero alpigenae-Fagetum*-Standort. Bei einer Temperaturerhöhung um zwei Kelvin werden die zerstreuten Stellen mit *Lonicero alpigenae-Fagetum*-Standort im Vorland der Alpen sowie diejenigen am Fuß des Alpenrandes verschwinden (rot), dagegen werden oberhalb der bisherigen Grenze dieses Standorttyps Zugewinne stattfinden (blau).

Die Veränderungen des Standortmosaiks in den Bayerischen Alpen mit steigender Temperatur werden von FISCHER et al. (2020; vergl. dort Abb. 2) wie folgt zusammengefasst:

- Bis zu einem +3 K-Szenario werden die Standortbedingungen der heute vorhandenen Waldgesellschaften erhalten bleiben, allerdings bei verändertem Verbreitungsmuster; insbesondere werden sie sich in höhere Lagen verschieben.
- Bis zu einem +4 K-Szenario werden die Standortbedingungen für Wald fast bis auf die höchsten Spitzen der Berge hinaufsteigen.
- Ab etwa +3 K Temperaturerhöhung wird es, vom Alpenvorland aus in die Bergregion vordringend, zunehmend Standortfaktoren-Konstellationen geben, die es bisher in Bayern nicht gibt.
- Da die bisherigen und die neuen Orte, an denen bestimmte Standortfaktoren-Konstellationen vorhanden sind/sein werden, im Gebirge räumlich relativ nahe beieinanderliegen, wird es den Arten leichter fallen, neue geeignete Wuchsorte zu erreichen als außerhalb der Alpen.
- Allerdings ist der Temperaturanstieg im Gebirge auch schneller/stärker als außerhalb.

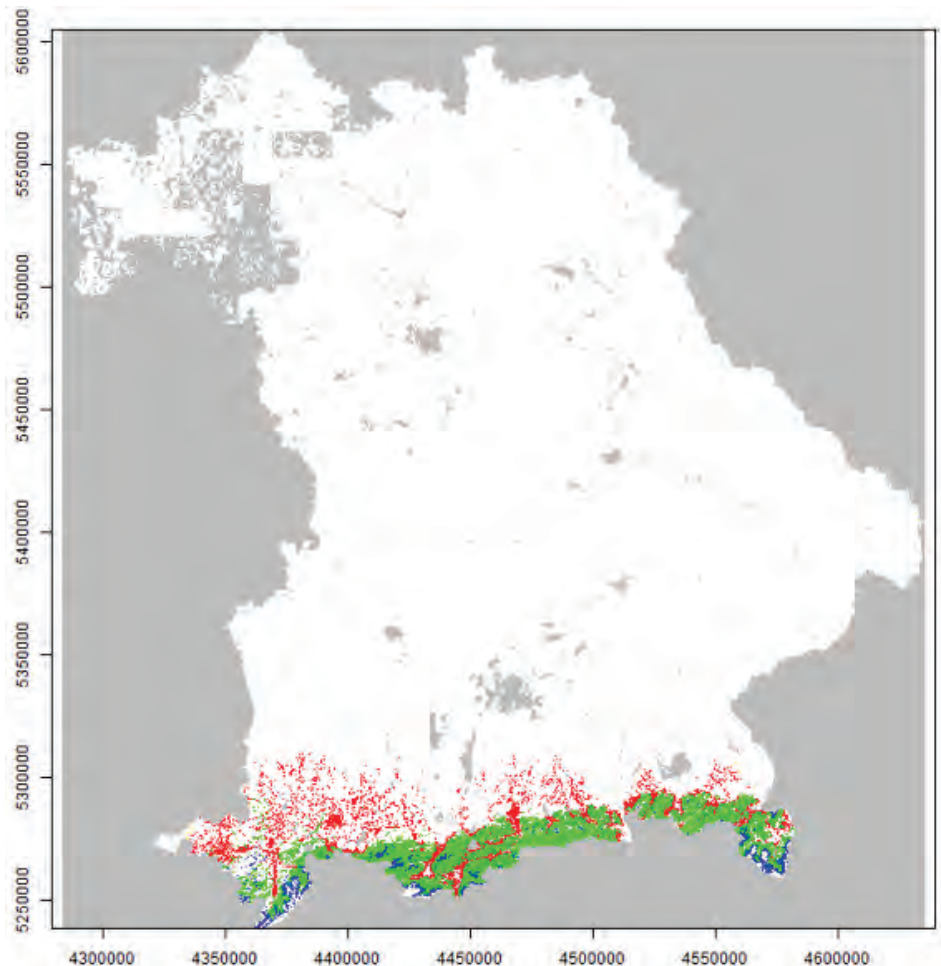


Abb. 9. Das *Lonicero alpigenae-Fagetum* im Klimawandel. Änderung im + 2 K-Szenario gegenüber dem Ausgangsszenario. Rot = Flächenverlust, grün = unverändert, blau = Flächenzugewinn, gelb = völlig neue Konstellation der Standortfaktoren. Aus: FISCHER et al. (2020, Abb. 1). Nachdruck mit Erlaubnis des Vereins zum Schutz der Bergwelt.

Literatur

- BAYERISCHES GEOLOGISCHE LANDESAMT (Hrsg.) (1981): Geologische Karte von Bayern 1:500.000. – 3. Aufl., München: 168 pp.
- BAYFORKLIM (BAYERISCHER KLIMAFORSCHUNGSVERBUND) (1996): Klimaatlas von Bayern. – München: 48 pp & 57 Karten.
- BAYERISCHE STAATSFORSTEN (2018): Waldbauhandbuch Bayerische Staatsforsten. Richtlinie für die Waldbewirtschaftung im Hochgebirge. – WNJF (Waldbau, Naturschutz, Jagd und Fischerei). RL-0006 Bergwaldrichtlinie. 141 pp. – URL: https://www.baysf.de/fileadmin/user_upload/04-wald_verstehen/Publikationen/WNJF-RL-006_Bergwaldrichtlinie.pdf [Zugriff am 17.11.2021].
- CLIMATE-DATA.ORG (o. J.): URL: <https://en.climate-data.org/continent/europe> [Zugriff am 17.11.2021].
- EWALD, J. (1997): Die Bergmischwälder der Bayerischen Alpen. Soziologie, Standortbindung und Verbreitung. – Diss. Bot. 290: 1–234.

- EWALD, J. & FISCHER, A. (1993): Montane und hochmontane Waldgesellschaften am nördlichen Abfall der Benediktenwand (Bayerische Kalkalpen). – *Hoppea* 54: 191–300.
- FISCHER, A., MICHLER, B. & FISCHER, H.S. (2020): Welche Standortänderungen im Zuge des laufenden Klimawandels sind denkbar in den Bayerischen Alpen, und was hätte das für Konsequenzen für den zukünftigen Wald im Gebirge? – *Jahrbuch Verein Schutz Bergwelt* 85: 111–122.
- FISCHER, H.S., MICHLER, B. & FISCHER, A. (2019): High resolution predictive modelling of potential natural vegetation under recent site conditions and future climate scenarios: Case study Bavaria. – *Tuexenia* 39: 9–40.
- HÖLZEL, N. (1990): Vegetationsentwicklung auf Erosionsstandorten einer pleistozänen Talverfüllung im Lainbachtal bei Benediktbeuern/Obb. – Unpubl. Diplomarbeit, München: 121 pp.
- HÖLZEL, N., FISCHER, A. & SEIBERT, P. (1996): *Erico-Pinetea*. Alpisch-dinarische Karbonat-Kiefern-wälder. – Synop. Pflanzenges. Dtschl. 1: 1–49.
- OBERDORFER, E. (1992): Süddeutsche Pflanzengesellschaften. Teil IV: Wälder und Gebüsche. – 2. Aufl. Ulmer, Stuttgart: Textband 282 pp, Tabellenband 580 pp.
- OBERDORFER, E. (2001): Pflanzensoziologische Exkursionsflora für Deutschland und angrenzende Gebiet. – 8. Aufl. Ulmer, Stuttgart: 1051 pp.
- SEIBERT, P. (1958): Die Pflanzengesellschaften im Naturschutzgebiet „Pupplinger Au“. – *Landschaftpfl. Vegetationskd.* 1: 1–77.
- WALENTOWSKI, H., EWALD, J., FISCHER, A., KÖLLING, C. & TÜRK, W. (2004): Handbuch der natürlichen Waldgesellschaften Bayerns. – Geobotanica-Verlag, Freising: 441 pp.
- WEBER, L. (1986): St. Benedikt zu Benediktbeuern. 5. Aufl. – Katholische Kirchenverwaltung Benedikt-beuern: 28 pp.

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): Fischer Anton

Artikel/Article: [Artenreiche Wälder des bayerischen Alpen-Nordrandes oberhalb von Benediktbeuern 93-113](#)