

Zeitschrift: Jahrbuch der Geographischen Gesellschaft Bern
Herausgeber: Geographische Gesellschaft Bern
Band: 62 (2007)

Artikel: Pflanzen- und Tierwelt : Leben unter Extrembedingungen
Autor: Küttel, Meinrad
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-960380>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

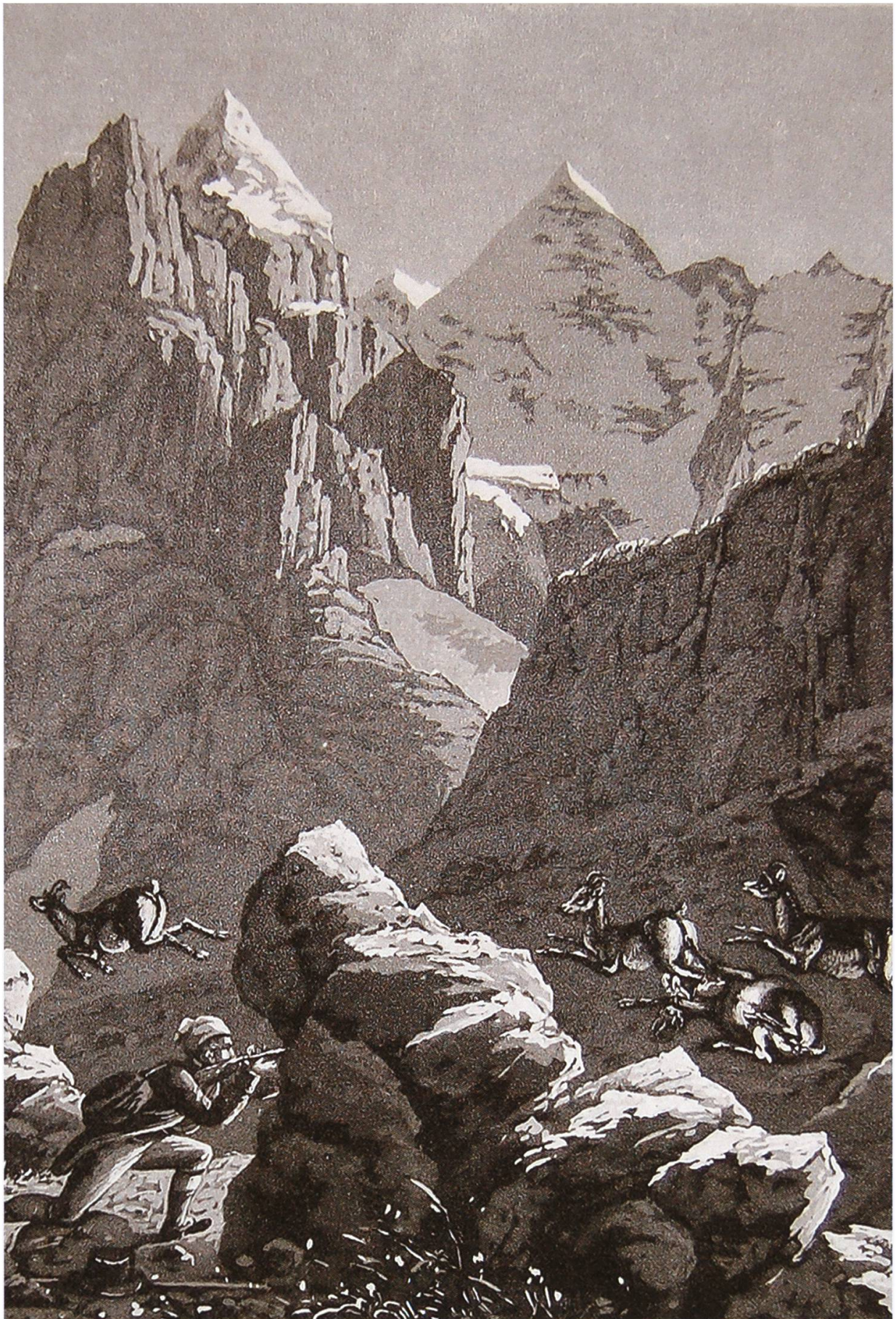
Download PDF: 10.12.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Pflanzen- und Tierwelt – Leben unter Extrembedingungen

Meinrad Küttel





Einleitung

6

Pflanzen sind nicht zufällig im Raum verteilt, Tiere ebenso wenig. Damit eine bestimmte Art irgendwo wachsen und sich vermehren kann, müssen gewisse Ansprüche erfüllt werden. Umweltfaktoren verbunden mit den individuellen Anforderungen bestimmen die Verteilung der Individuen in Raum und Zeit. Zu den zentralen externen Faktoren der Pflanzen gehören klimatische, wie Niederschlag, Temperatur und Strahlung so wie deren Variabilität. Bestimmend ist aber auch das Substrat, das heisst die Art des Gesteins, dessen Festigkeit und Verwitterungsprodukte. Hinzu kommt die Zeit in mehreren Grössenordnungen (von Monaten über Jahrzehnte bis Jahrtausende).

Eine geringere Rolle spielt im Welterbe Jungfrau-Aletsch-Bietschhorn die grossgeographische Herkunft der Pflanzen, denn neben im gesamten Alpenraum verbreiteten Arten (die Mehrheit) sind vorwiegend westalpine, beispielsweise das Graue Greiskraut (*Senecio incanus* s. str.) und weniger ostalpine Florenelemente anzutreffen. Zu den letzteren, gehört etwa der Gemen-Schwingel (*Festuca rupicaprina*) (Welten und Sutter 1982). Eine Reihe westalpiner Arten, die in den penninischen Alpen noch vorkommen, wie die Gletscher Edelraute (*Artemisia glacialis*), hat im Gegensatz zu etwa der Ausgeschnittenen Glockenblume (*Campanula excisa*) den Sprung über das Walliser Haupttal nicht geschafft. Speziell ist die Ganzblättrige Schlüsselblume (*Primula integrifolia*), eine mittetalpine und Pyrenäenpflanze, deren Verbreitungs-Westgrenze im Lauterbrunnental liegt.

Die heutige Flora und Vegetation, aber auch die letztlich davon abhängige gesamte Fauna, ist das Ergebnis all dieser Faktoren, die in unterschiedlichem Mass einwirkten und weiter einwirken. Hinter dem aktuellen Zeitfenster steckt eine tausend- bis mehrtausendjährige Geschichte.

Substrat

Der geologische Untergrund besteht weithin aus kristallinem Gestein, wie Graniten und Gneisen (siehe auch Beitrag «Geologie» in diesem Band). Im Bereich des Autochthons, Parautochthons und der helvetischen Decken finden sich Kalksteine verschiedenster Art, aber auch Mergel, Sandsteine und Dolomite, aus denen basische Böden entstehen. Im Kontaktbereich zwischen Kristallin und kalkhaltigen Sedimenten sowie dort, wo über geomorphologische Prozesse Kalk- und Silikatgestein gemischt wurden wie im Fall von Schutthängen oder Moränen, finden sich sowohl kalkliebende als auch kalkfliehende Pflanzen. Lüdi (1921) schreibt im Zusammenhang mit der räumlichen Verteilung dieser beiden Pflanzentypen im Hinteren Lauterbrunnental von einem bunten oder tollen Durcheinander, das sich aber bei genauer Betrachtung auflösen lässt. Ein extremes Beispiel in der Hinsicht sind die Vorkommen kalkliebender Pflanzen wie Silberwurz (*Dryas octopetala*) oder Gänsekresse (*Arabis al-*



Abbildung 1: Ausgeschnittene Glockenblume (*Campanula excisa*), ein westalpines Florenelement. (Foto: M. Küttel, 2005)

pina) im Vorfeld des Grossen Aletschgletschers, wo die Kalke von der Jungfrau stammen und mit dem Eis transportiert wurden. Entscheidend sind im Übrigen weniger die physikalischen Eigenschaften der Kalkgesteine sondern deren Gehalt an Kalziumkarbonat. Gelegentlich findet man mitten im Kristallin Kalkpflanzen. Offenbar reichen bereits Karbonatspuren aus, damit sie gedeihen können. Andererseits können kalkfliehende Arten wie etwa die Heidelbeere (*Vaccinium myrtillus*) durchaus auf Kalk vorkommen, wenn sich über der Unterlage eine Rohhumusauflage gebildet hat, in der sie dann wurzeln.

Aufgrund der Geologie sind saure Böden wie Ranker und Podsole mit einer Urgesteinsflora im Gebiet weiter verbreitet als Rendzinen, die vorwiegend im Bereich der kalkhaltigen Schichten beidseits des nördlichen Alpenhauptkammes vorkommen und eine Kalkflora beherbergen. Im Einzelnen sind die Verhältnisse aber recht komplex, abhängig von der Stabilität des Untergrundes, vom Alter der Bodenbildung und vom Temperatur- und Niederschlagsregime. So trifft man auf der Walliser Seite im Aletschgebiet bis etwa 1400–1500 m auf Braunerden, wohingegen bis 2000–2100 m saure Braunerden dominieren, welche ihrerseits bis 2300–2400 m von Podsohlen abgelöst werden (Theurillat 1992).

Klima

6

Die klimatischen Verhältnisse sind durch die überwiegenden Westwinde und die Gebirgsketten geprägt. Zudem sind sie höhenabhängig. Wesentlich ist, dass die Berner Seite auf gleicher Höhe erheblich mehr Niederschlag empfängt als die Walliser Seite, die im Regenschatten sowohl der Berner als auch der Penninischen Alpen liegt. Das Klima der Nordseite ist subozeanisch und dasjenige der tiefen und mittleren Lagen im Wallis subkontinental geprägt. Die Seitentäler im Wallis wie etwa das Lötschental erhalten bedeutend mehr Niederschläge als das Haupttal. Die niederschlagsreichsten Monate liegen im Wallis im Winter. Auf der Nordseite hingegen sind es die Sommermonate (siehe auch Beitrag «Hydrologie» in diesem Band).

Unterschiede zwischen der Nord- und der Südseite des Welterbes zeigen sich auch in den Temperaturdaten. Die Jahresdurchschnittstemperatur in Interlaken auf 580 m beträgt 8 °C, auf dem Jungfraujoch (3580 m) -7.9 °C und in Visp auf 640 m, das heisst 60 m über Interlaken, 8.6 °C. Die Unterschiede drücken sich auch in weiteren Klima-Kennwerten aus wie mittlere Maxima, relative und absolute Sonnenscheindauer oder Globalstrahlung (siehe MeteoSchweiz 2006). Zusammengefasst, im Wallis ist es auf derselben Höhe trockener und wärmer als auf der Nordseite.

Höhenstufen

Etwas vom Auffallendsten ist der Wechsel der Hauptbaumarten in der Vertikalen. Edellaubgehölze wie Eichen bleiben zurück, Nadelgehölze treten verstärkt auf oder die Bäume verschwinden ganz. Als Kriterien für die Abgrenzung der Höhenstufen wurden zuerst obere Grenzen von Baumarten verwendet, dann vermehrt Zuordnungen von Waldgesellschaften und heute Grenzen von Gefässpflanzen (siehe Landolt 1983).

Entscheidend sind die oberen Grenzen der Verbreitung von Eiche (*Quercus*), Buche (*Fagus*), Fichte (*Picea*). Hinzu kommen die Waldföhre (*Pinus silvestris*) in Gebieten, wo die Buche fehlt und die Fichte selten ist, sowie die Arve (*Pinus cembra*). Über der Waldgrenze sind die obere Grenze der zusammenhängenden Rasenflecken und die des regelmässigen Vorkommens von einzelnen Gefässpflanzen wichtig.

Wichtige Vegetationstypen im Welterbe-Gebiet

Wälder

Auf der Berner Seite liegt die Untergrenze des Welterbes bei etwas über 900 m ü. M. im Hinteren Lauterbrunnental, das heisst in der montanen oder Laubwaldstufe, auch Bergstufe genannt. Die Laubwaldstufe auf der Nordseite wird grundsätzlich von der Buche (*Fagus*

Stufe	Kennzeichen	Obergrenze (m ü.M.)	
		BE	VS
Nivale Stufe		4274	4274
Subnivale Stufe	Gefässpflanzen regelmässig	2900	3200
Alpine Stufe	geschlossene Rasen	2500	2700
Suprasubalpine Stufe	Arve	rudimentär	2300
Subalpine Stufe	Fichte	2000	2000
Montane Stufe	Buche, resp. Waldföhre (VS)	1200	1600
Kolline Stufe	Eiche	600	1000

Tabelle 1: Obere Begrenzung der Höhenstufen; die Höhenangaben sind Richtwerte, die lokal erheblich variieren können. Es bedeuten: BE Bern, VS Wallis.

silvatica), der überhaupt wichtigsten waldbildenden Baumart der Schweiz, beherrscht. Sie ist der typische Baum mittlerer Klimaansprüche. Im Hinteren Lauterbrunnental wird sie aber grossenteils von anderen Laubbäumen abgelöst, was wohl eher mit den Bodenverhältnissen als mit den lokalklimatischen Bedingungen zusammen hängt (häufig schwachgründige Böden auf Felsunterlage). Hinzu kommt das Einwirken des Menschen, der Buchenstandorte zu Fettmatten umgewandelt hat (Lüdi 1921). An Stelle der Buche stocken zum Beispiel Bergahorn (*Acer pseudoplatanus*), Grauerle (*Alnus incana*), Esche (*Fraxinus excelsior*), Berg-Ulme (*Ulmus glabra*) und seltener auf Pionierstandorten die Birke (*Betula pendula*). Auf wärmebegünstigten Standorten wachsen sogar Roter Hartriegel (*Cornus sanguinea*), Eingrifflicher Weissdorn (*Crataegus monogyna*), Pfaffenhütchen (*Euonymus europaeus*) und Spitzahorn (*Acer platanoides*). Der Laubwald wird gegen oben rasch von der Fichte (*Picea abies*) durchsetzt. Die Weisstanne (*Abies alba*) ist insgesamt gesehen bedeutungslos, was im krassen Gegensatz zur Situation in den höheren Lagen des Mittellandes, der Voralpen und des Juras steht.

Entlang von Bächen und an wasserzügigen, rutschenden Hängen wächst in der Laubwaldstufe die Grauerle (*Alnus incana*). Sie steigt kaum über 1200 m hinauf. Grössere Bestände finden sich in den Vorfeldern der beiden Grindelwaldgletscher.

Auf der Südseite des Welterbe-Gebietes ist es der Buche zu trocken. Zudem wäre sie Spätfrost gefährdet. In dieser kontinentalen montanen Stufe wird sie von der Waldföhre (*Pinus silvestris*), die sonst nördlich der Alpen auf Spezialstandorte wie Felskuppen oder Sandböden beschränkt ist, teils auch von der Esche (*Fraxinus excelsior*) und dann der Espe (*Populus tremula*) als Pionierbaum abgelöst. Die Esche wird normalerweise mit feuchten Bedingungen (z.B. Bachufer) in Verbindung gebracht. Sie hat aber zwei gänzlich unterschiedliche Ökotypen entwickelt, die Wasseresche und die Kalkesche. Die beiden unterscheiden sich weder morphologisch noch zytologisch (Hess et al. 1972). Hier konnte wegen der fehlenden Konkurrenz durch die Buche die Kalkesche aufkommen. Die Vergesellschaftung mit dem Mehlbeerbaum (*Sorbus aria*), Mougeots Mehlbeerbaum (*S. mougeotii*) und der Vogelkirsche

(*Prunus avium*) wurde als Sorbo-Fraxinetum beschrieben, später aus Nomenklaturgründen in Cystopterido fragilis-Fraxinetum excelsioris umbenannt (Theurillat 1987). Viele ihrer Standorte fielen der Rodung zum Opfer, so dass die Gesellschaft heute nur noch in Relikten anzutreffen ist.

Wo auf Grund der Trockenheit der Böden keine Bäume mehr wachsen können, hat sich speziell auf der Lötschbergsüdrampe eine Vegetation ausgebildet, die für das zentrale Wallis kennzeichnend ist. Bedingt durch die tiefen Niederschläge, die geringe Luftfeuchtigkeit, die Süd-Exposition und die folglich hohe Sonneneinstrahlung und starke Erwärmung konnte sich ein spezieller, an die Trockenheit angepasster, sogenannter xerischer Vegetationstyp ausbilden, nämlich die Walliser Felsensteppe (siehe etwa Maselli 1990). Die Walliser Felsensteppe übersteigt kaum 1000 m. Demnach befindet sich nur ein kleiner Teil innerhalb des Welterbes. Sie beherbergt eine Reihe trockenheitsertragender, kontinentaler oder Steppen-Arten wie Walliser Kammschmiele (*Koeleria vallesiana*), Walliser Schwingel (*Festuca valesiaca*), Walliser Flockenblume (*Centaurea vallesiaca*), Walliser Beifuss (*Artemisia vallesiaca*) und Federgras (*Stipa pennata*), was sich auch in einer entsprechenden Fauna (Schmetterlinge, Heuschrecken, Gottesanbeterin, Eidechsen, Schlangen und Vögel) widerspiegelt. Die Felsensteppe, teils natürlichen, teils aber halbnatürlichen Ursprungs, trägt wesentlich zum universellen Wert des Gebietes bei. Sie ist eng mit Gebüschvegetation, darunter der Sefistrauch (*Juniperus sabina*), Föhrenbeständen und auch mit Flaumeichen (*Quercus pubescens*) verzahnt.

Seit einiger Zeit wird hier und an andern Stellen im Wallis ein Absterben von Waldföhren beobachtet (Rigling et al. 2006). Zudem ist ein Wechsel von Föhrenwäldern zu Flaumeichenbeständen belegt. Dieser dauert 80 bis 140 Jahre. Die Ursachen sind komplex. Verschiedene Faktoren wie Baumalterung, Bestandeskonkurrenz, generelle Trockenheit oder Befall durch die Föhrenmistel (*Viscum album* ssp. *austriacum*) führen zu einer Schwächung des Baumindividuums, verringern die Widerstandskraft dermassen, dass schon ein relativ schwacher zusätzlicher Faktor wie Befall mit Fadenwürmern (Nematoden) zum Absterben führt. Einige der Faktoren sind direkt durch das Klima beeinflusst.

Der Charakterbaum der subalpinen Stufe ist die Fichte (*Picea abies*). Allerdings sind deren Standorte zumindest teilweise der Alpweiderodung zum Opfer gefallen. Geht die Bewirtschaftung zurück, werden Lagen, die regelmässig von Lawinen betroffen sind, bevorzugt von der Grünerle (*Alnus viridis*) eingenommen. Offenbar kann sich der Fichtenwald auf derartigen Hängen nicht mehr regenerieren (Küttel 1990). Auf der Nordseite, zum Beispiel oberhalb der Wengernalp und unterhalb des Mittellegigrates, ist der Fichte, allerdings nicht sehr verbreitet, die Legföhre (*Pinus mugo* ssp. *mugo*), seltener Vogelbeerbaum (*Sorbus aucuparia*) und die Birke (*Betula pendula*) beigemischt. Die Legföhre ist eigentlich eine ostalpine Pflanze. Daher verwundert es nicht, dass sie im östlichen Teil des Gebietes gegen die Grimsel zu wesentlich grössere Bestände bildet. Die Aufrechte Bergföhre (*Pinus mugo*



Abbildung 2: Subalpiner Fichtenwald an der Sefinen Lutschine. (Foto: M. Küttel, 2001)

ssp. *uncinata*) ist viel seltener anzutreffen. Eine Schwierigkeit besteht aber darin, dass sie als Adaption an die Umweltbedingungen, z. B. in Lawinenrutschen, offenbar auch niederliegend wachsen kann.

In den strahlungsreicheren Gebieten auf der Südseite tritt die Fichte gegenüber kontinentalen Baumarten etwas zurück, an den nordexponierten Hängen im Lötschental unterhalb des Bietschhorns weniger als im Walliser Haupttal. Rohböden, wie zum Beispiel Gletschervorfelder, werden schon früh von der Lärche (*Larix decidua*) besiedelt. Klimaxwälder, das heisst die Endstadien der Waldentwicklung, hingegen sind von der Arve (*Pinus cembra*) dominiert. Dieser Lärchen-Arvengürtel gab den Ausschlag zur Ausscheidung einer supra-subalpinen Stufe. Während die Lärche in den Zentralalpen auch in der subalpinen und der kontinentalen Bergstufe vorkommen kann, steigt die Arve nur wenige hundert Meter unter die obere Fichtengrenze hinunter (Landolt 1983).

Eines der prachtvollsten Beispiele, wo die gesamte Sukzessionsreihe von der Pioniervegetation bis zum Klimaxwald verfolgt werden kann, ist das Vorfeld des Grossen Aletschgletschers mit dem angrenzenden Aletschwald (siehe auch Albrecht 1997). Das Gebiet des Aletschwaldes ist durch die Moränen des 1850er Stadiums zweigeteilt. Innerhalb der Moränen finden sich junge, mineralreiche Rohböden mit einer Pioniervegetation, die dem zurückweichenden Gletscher folgt. In den Pioniergesellschaften sind Kräuter wie Fleischers Weidenröschen (*Epilobium fleischeri*) und Gräser weit verbreitet, aber auch zahlreicher Jungwuchs von Bäumen. Vertreten sind etwa Lärche (*Larix decidua*), Fichte (*Picea abies*),



Abbildung 3: Arve im Aletschwald. (Foto: M. Küttel, 2005)

Birke (*Betula pendula*) und Espe (*Populus tremula*). Richard (1987) hat an Hand der Analyse von Dauerquadraten gefunden, dass die Besiedlung mit Kräutern nach dem Rückzug des Eises während der ersten zwanzig Jahre recht schnell geht. Sie verlangsamt sich aber, sobald sich Strauch-Arten und die ersten Koniferen ansiedeln. Bemerkenswert ist, dass auf der Schattseite die Vegetation direkt in den Lärchen-Arvenwald übergeht. Auf der Sonnseite hingegen entwickeln sich Ericaceen-Heide und Buntschwingelrasen. Bäume entfalten sich dort an geschützten Standorten.

Ausserhalb der 1850er Moränen stockt im Aletschwald auf reifen Böden (Podsolen) ein Arven-Lärchenwald mit teilweise sehr alten Bäumen und einer ausgeprägten, charakteristischen Zwergstrauchschicht aus vorwiegend Rostblättriger Alpenrose (*Rhododendron ferrugineum*) und Heidelbeere (*Vaccinium myrtillus*). Im Aletschgebiet ist das seltene Phänomen einer oberen und einer unteren Waldgrenze zu finden (unten die Grenze gegen den Gletscher zu, oben die «normale» Waldgrenze). Der Aletschwald ist kein Urwald, obwohl er seit 1933 unter Schutz steht. Er wurde bis in die 1920er Jahre intensiv genutzt (Holzschlag, Waldweide; siehe Bühlmann 1920).

Eine ebenso breite suprasubalpine Stufe wie im Wallis existiert auf der Berner Seite nicht. Zwar kommen Arven und Lärchen hier vor, innerhalb des Gebietes jedoch nur vereinzelt gegen die Waldgrenze zu, etwa unterhalb des Eigers und auf der Alp Understeinberg oder der Busenalp im Hinteren Lauterbrunnental. Der sehr schöne, lockere Bestand des Arvengartens nahe der Kleinen Scheidegg liegt ausserhalb des Welterbe-Gebietes. Allerdings weist dieser Rest darauf hin, dass auch hier ein Arvengürtel existierte, der Rodungen zum Opfer

fiel. Speziell erwähnenswert sind die Arven an der Sunnig Aar im Grimselgebiet, die in der ganzen Diskussion um die Schutzwürdigkeit der Moorlandschaft Grimsel neben den Mooren selber eine wesentliche Rolle gespielt haben. Auch hier sind diese locker stehenden Arven nur noch Überreste, denn die Bestände wurden früher intensiv genutzt. Die Nutzung ist aber seit langem eingestellt.

Direkt oberhalb der heutigen Waldgrenze findet sich in der Regel ein ausgeprägter Zwergstrauchgürtel mit auf basischer Unterlage Behaarter Alpenrose (*Rhododendron hirsutum*) und auf saurer der Rostroten Alpenrose (*Rhododendron ferrugineum*). Typisch für den Zwergstrauchgürtel, der auch als Unterwuchs ehemaliger Wälder interpretiert werden kann, sind weitere Ericaceen wie Heidelbeere (*Vaccinium myrtillus*) und Rauschbeere (*Vaccinium uliginosum* Agg.).

Alpine Rasen

Zwar kommen abhängig von den verschiedenen Umweltfaktoren, wie Gestein, Exposition, Höhe, Morphodynamik in der alpinen und subnivalen sowie nivalen Stufe die unterschiedlichsten Gesellschaften vor. Dennoch ist die Vielfalt der alpinen Flora eigentlich nicht sehr gross. Die Artenzahl ist reduziert. Während beispielsweise Talflächen, d. h. Flächen mit einer Obergrenze bei 1900 m ü. M. in der Welterbe-Region in der Regel Artenzahlen zwischen 600 und 700 aufweisen, sind es bei den Bergflächen nur 300 bis 400 (Welten und Sutter 1982, Wohlgemuth et al. 2006). Wenige Arten sind überhaupt fähig, Bestände zu bilden. Dennoch fasziniert die alpine Vegetation viele Menschen. Das hängt wohl mit der kleinräumigen Variation der Standortbedingungen und folglich der Vegetationstypen, der geringen Wuchshöhe der Pflanzen und ihren farbenprächtigen Blüten zusammen.

Verbreitet sind alpine Rasen, so genannte Urwiesen. Die Art der Unterlage (Kalkgestein oder Silikat) spielt, nicht zuletzt wegen der geringmächtigen Bodenbildung eine zentrale Rolle. Auf Silikat wächst an Stellen ohne grosse Morphodynamik vor allem der Krummseggenrasen. Die Krummsegge (*Carex curvula*) ist von den hier vorkommenden Grasartigen der kräftigste Rasenbildner. An Hängen wird der Krummseggenrasen von treppenartigen Buntschwingelhalden mit der namensgebenden *Festuca varia* abgelöst. Krummseggenrasen können sich auch auf Kalk entwickeln, wenn zuvor genügend Rohhumus gebildet wurde und der Wurzelhorizont von der Kalkunterlage isoliert ist (Lüdi 1921). Ihr Verbreitungsschwerpunkt liegt aber eindeutig im Kristallin.

Das Pendant zu Krummseggenrasen und Buntschwingelhalden sind auf Kalk Rasen mit der Immergrünen Segge (*Carex sempervirens*) und dem Blaugras (*Sesleria caerulea*), die Blaugras-Horstseggenhalden, die im Vergleich zu den Krummseggenrasen wesentlich artenreicher sind. Wo die Lage schattiger, die Luft- und Bodenfeuchtigkeit höher sind, also mesophile Verhältnisse herrschen, verschwindet das Blaugras zu Gunsten der Rostsegge (*Carex*

ferruginea). In der Rostseggenhalde gedeihen auch hochwüchsere Arten wie die Grosse Sterndolde (*Astrantia major*) oder die Berg-Flockenblume (*Centaurea montana*). Entsprechend der Kalkgebundenheit sind gut entwickelte Blaugras- und Rostseggenhalden vor allem auf der Berner Seite des Welterbes zu finden.

Steinige, feinerdearme Grate auf Kalkgestein werden vom Polsterseggen-Rasen (*Carex firma*-Gesellschaft) eingenommen, welcher mit der Nacktried- (*Elyna myosuroides*)-Windecke und auch Krummseggenrasen Vegetationskomplexe bilden kann. Das ist auch auf Kalk möglich, wenn wegen Humusanreicherung der Boden oberflächlich versauert ist (Oberdorfer 1978). Die Nacktried-Gesellschaft vermittelt zwischen der Blaugrashalde und dem Krummseggenrasen. Das Pendant zur Nacktried-Windecke auf Karbonat bildet das *Cetrario-Loiseleurietum* auf Sauerboden; der Name bezeichnet zwei wichtige Komponenten, nämlich die Flechte Isländisch Moos (*Cetraria islandica*) und die Alpenazalee oder Gamsheide (*Loiseleuria procumbens*).

Eine weitere, wichtige Vegetationseinheit sind Borstgraswiesen. Das Borstgras (*Nardus stricta*) hat eine wesentlich breitere Höhenamplitude als die Krummsegge. Es kommt sowohl in der subalpinen als auch der alpinen Stufe vor. Borstgraswiesen, eine bodensaure Rasengesellschaft, sind floristisch schlecht charakterisierbar, artenarm und Hinweise auf nährstoffarme Böden, unter anderem als Folge der Beweidung. Borstgraswiesen sind unterschiedlich entstanden; sie lassen sich beispielsweise über bessere Nährstoffversorgung in Milchkrautweiden überführen (Ellenberg 1996).

Schuttfuren und Felsgesellschaften

Auch hier gilt, dass Karbonat und Silikat im Untergrund die Pflanzengemeinschaften bestimmen. So gibt es sowohl Karbonat- und Silikatschuttfuren als auch Karbonat- und Silikatfelsgesellschaften. Karbonatschuttfuren sind unter anderem durch die Alpen-Gänsekresse (*Arabis alpina*), Silikatschuttfuren hingegen durch den Rollfarn (*Cryptogramma crispa*) charakterisiert. Schuttfuren wie auch Felsgesellschaften beherbergen abhängig von der Höhenlage unterschiedliche Pflanzengemeinschaften.

Fels- oder Felsspaltengesellschaften der alpinen Stufe sind recht artenarm, was wegen der dort herrschenden extremen Verhältnisse verständlich ist. Nicht nur Hitze und Kälte, sondern auch Feuchte und Trockenheit können abhängig von der Höhenlage extrem variieren. Auf nackten Gesteinsoberflächen wachsen Algen und Flechten. In kleinsten Ritzen oder Felsspalten hingegen können Gefäßpflanzen Fuss fassen, auf Karbonat etwa der Schweizer Mannsschild (*Androsace helvetica*) und auf Silikat Vandellis Mannsschild (*Androsace vandellii*), beides Polsterpflanzen.

Auf Grund der Höhenlage und der grossen Reliefenergie des Welterbe-Gebietes sind Schuttfuren und auch Felsgesellschaften weit verbreitet.

Schneetälchen

Wo der Schnee in Mulden länger liegen bleibt, bilden sich je nach Basengehalt der Unterlage und des zufließenden Wassers basenreiche Schneebodenrasen oder Sauerboden-Schneetälchen. Zu den Sauerboden-Schneetälchen gehören insbesondere die Krautweiden-Schneetälchen mit dem, wie man sagt, kleinsten Gehölzgewächs der Erde, die Krautweide (*Salix herbacea*). Die Krautweide kann aber bei zu langer Schneebedeckung auch ausfallen; dann entsteht ein Widertonmoos-Schneetälchen, in dem Moose absolut dominieren. Eine ähnliche Gesellschaft wie die Krautweiden-Schneetälchen gibt es auch im basischen Bereich, nämlich das Gletscherweiden-Spalier mit der Netz-Weide (*Salix reticulata*) oder, bei längerer Schneebedeckung, der Gänsekresseboden mit der namensgebenden Bläulichen Gänsekresse (*Arabis caerulea*). Schneetälchen sind leicht erkennbare Vegetationseinheiten.

Gletscher und Gletschervorfelder

Von spezieller Bedeutung sind die verschiedenen Gesellschaften, die mit den Gletschervorfeldern assoziiert sind. Die Verhältnisse sind im Einzelnen ganz unterschiedlich, geprägt vom Gestein, der Höhenlage, der Höhererstreckung (und damit dem Klima), der Morphologie und der Morphodynamik. Insbesondere Gletschervorfelder, die gleichzeitig alpine Auen sind, können erheblicher Dynamik unterworfen sein. Beispielsweise wurde der Bächlisboden offenbar bei Sommergewittern 2002 völlig umgestaltet (BAFU 2006). Ein Gletschervorfeld, wie das des Unteren Grindelwaldgletschers auf rund 1000 m ü. M. der Nordabdachung entwickelt sich anders als dasjenige des Grossen Aletschgletschers auf rund 2000 m in den Zentralalpen (z.B. Messerli et al. 1975, resp. Richard 1987. Für die Entwicklung ist kennzeichnend, dass sie normalerweise mit einem Mosaik, einem kleinräumigen Verteilungsmuster der Pflanzen, beginnt. Zu den Erstbesiedlern gehören gras-, kräuter- und moosreiche Pioniergesellschaften. Diese stabilisieren den Untergrund. Innerhalb von Jahrzehnten oder Jahrhunderten, entwickeln sich Rasengesellschaften, in tiefern Lagen auch Zwergstrauchheiden und dann Baumbestände. Die Art der Klimaxvegetation ist wesentlich von der Höhenlage abhängig. Unterhalb der Waldgrenze ist es generell der Wald der entsprechenden Höhenstufe, oberhalb sind es Zwergstrauchgesellschaften, alpine Rasen oder die Pioniervegetation verbleibt in Form isolierter Rasenflecken oder einzelner Polsterpflanzen (vgl. Gerber et al. 1999).

Recht exotisch ist das Kryoplankton mit der Roten Schneealge (*Chlamydomonas nivalis*). *Chlamydomonas* ist nicht die einzige Schneealge, aber die bekannteste. Sie ist eigentlich eine Grünalge; rot sind ihre Sporen, die durch die Schneesmelze konzentriert werden und so dem Schnee die rote Farbe verleihen. Schneealgen sind ein wichtiger Primärproduzent für die Nahrungskette im Schnee und auf den Gletschern.



Abbildung 4: Gasterental mit Vorfeld des Kanderfirns. (Foto: M. Küttel, 2002)

Moore

Auf geeigneten Substraten, zum Beispiel der Wengernalp und der Alp Understeinberg im hintersten Lauterbrunnental konnten sich saure, seltener basische Flachmoore entwickeln. Kleine und kleinste Moore sind auch in den Mulden der Rundhöckerlandschaft oberhalb des Grimselsees zu finden. Die Menge dieser Moore, zum Teil nur Quadratmeter gross, dafür mit Besonderheiten wie Rundblättriger Sonnentau (*Drosera rotundifolia*) oder Langblättriger Sonnentau (*D. anglica*), führten zur Einstufung als Moorlandschaft von nationaler Bedeutung.

Im Aletschwald hat sich sogar auf 2017 m ein Übergangsmoor u. a. mit Fieberklee (*Menyanthes trifoliata*) entwickeln können, welches von Welten (1982) pollenanalytisch untersucht wurde (siehe unten).

Geschichte der Pflanzenwelt

Die Palaeo-Palynologie, die Wissenschaft des fossilen Pollens und der Sporen ist für die Rekonstruktion der vergangenen Umwelt immer noch unübertroffen, vor allem zusammen mit andern Wissenschaftszweigen wie Physik und Erdwissenschaften. Allerdings setzt sie geeig-

nete Ablagerungen voraus (z. B. Seesedimente, Torfe). Auf der Walliser Seite stehen die Ergebnisse von Welten (1982) zur Verfügung. Für die Berner Seite hingegen ist die Datenlage ungenügend, so dass weiter entfernte Lokalitäten wie Aegelsee 995 m ü. M., Schwarzmoos 1770 (Wegmüller und Lotter 1990) sowie Obergurbs 1910 m (Küttel 1979) hinzu gezogen werden müssen.

Auf der Nordseite können folgende Grundzüge der Entwicklung festgehalten werden (Altersangaben als konventionelle unkalibrierte ^{14}C Jahre vor heute, d. h. vor 1950; die Begriffe Bölling, Alleröd usw. bezeichnen Chronozonen im Sinne der stratigraphischen Nomenklatur): Die Wiederbewaldung der montanen Stufe beginnt bereits vor dem Bölling (13 000–12 000). Charakteristisch ist die Abfolge Artemisien(Wermut-)steppe, Wacholderheide mit Sanddorn, Birkenwald. Gegen Ende des Böllings werden die Birken von der Waldföhre abgelöst, welche das gesamte Alleröd (12 000–11 000) und auch die Jüngere Dryas (11 000–10 000) zusammen mit der Birke beherrscht. In der Jüngeren Dryas dürfte die Waldgrenze oberhalb 1000 m, aber unterhalb 1900 m gelegen haben. Das frühe Holozän (Präboreal, 10 000–9000) ist gekennzeichnet durch den Anstieg der Waldgrenze, den Wechsel des Föhren-Birkenwaldes zu Edellaubwäldern, in denen zuerst die Hasel auch eine Rolle gespielt hat und ab dem Boreal (9000–8000) aber zurückgegangen ist. In der heutigen subalpinen Stufe waren zu der Zeit offenbar auch Lärchen, Arven und Bergföhren vertreten bis sich dann gegen das Ende des Atlantikums (8000–5000) die Fichte, die im Holozän von Osten her einwanderte, ausbreitet. Das Subboreal (5000–2500) ist weitgehend von der Fichte beherrscht. Für den Grindelwaldner und Lauterbrunner Raum ist aber zu vermuten, dass sich damals eine rudimentäre suprasubalpine Stufe ausbildete. Die Weisstanne hat zur selben Zeit in der montanen Stufe der Voralpen eine grosse Rolle gespielt, kaum aber im Bereich der nördlichen Zentralalpen. Ebenso bedeutungslos ist hier die Buche. Das Subatlantikum (2500–0) ist geprägt durch die tief greifenden mittelalterlichen Alpweiderodungen.

Im Wallis war die Entwicklung vor allem im Holozän anders. Zwar reicht das Moor im Aletschwald nicht bis ins Spätglazial zurück. Auf Grund anderer Objekte kann aber gezeigt werden, dass die frühen Abschnitte, Älteste Dryas (16000–13000) bis Bölling, auf der Nord- und der Südseite recht ähnlich waren. Die entscheidende Differenz ist aber ab dem Boreal zu finden, wo über eine Birken-Lärchen-Vorwaldphase die Sukzession zum Arvenwald eingeleitet wurde, der dann vom Atlantikum bis weit ins Subboreal die Vegetation dominierte. Um 3400 Jahre vor heute hat der Mensch ein erstes Mal stark eingegriffen. Dieser Eingriff hat zugleich die Grünerle gefördert. Um die Römerzeit nahm der Anteil der Lärche zu, was dahingehend verstanden werden kann, dass sich der Mensch weniger bemerkbar machte. Aber auf Kosten der Grünerle steigt nicht nur der Lärchenanteil, sondern auch die Arve. Ab dem Mittelalter verstärkten sich die menschlichen Eingriffe.

Die Unterschiede zwischen der Walliser und der Berner Seite des Welterbes, die heute unterhalb der Waldgrenze feststellbar sind, zeigen sich schon im frühen Holozän.

Die Frage der Herkunft der alpinen Vegetation kann mit Pollenanalysen nicht richtig beantwortet werden. Grundsätzlich sind zwei Möglichkeiten denkbar, die sich nicht einmal ausschliessen müssen, nämlich alpine Pflanzen haben auf Nunatakkern überdauert oder sie sind in das Gebiet ausserhalb der alpinen Vergletscherung ausgewichen. Einleuchtend wäre, die Refugien (Rückzugsgebiete) heutiger Steppen und im weitesten Sinne steppenähnlicher Vegetation in den pleistozänen Kältesteppen, also im nicht vergletscherten Gebiet zu suchen; aber die Phantasie ist grösser als die Fakten.

Tierwelt

Auf Grund der Höhenlage sind vor allem Arten der subalpin-alpinen Stufe zu erwarten. Die Fauna des Gebietes und die Grösse der Populationen sind im Detail nur unzureichend bekannt. Hier werden nur ein paar, ganz typische Arten aufgelistet. Von den Wirbeltieren ist das Schalenwild am augenfälligsten. Das Gebiet beherbergt eine grosse Population von Gämsen (*Rupicapra rupicapra*). Der zu Beginn des 20. Jahrhunderts ausgerottete Alpensteinbock (*Capra ibex*) ist in mehreren Kolonien vertreten. Sie stammen letztlich von gewilderten Tieren aus dem Gran Paradiso (Italien) ab. Die Steinbockkolonien des Berner Oberlandes dürften von denjenigen des Wallis aus geographischen Gründen genetisch getrennt sein. Ein weiterer typischer Vertreter der alpin/subalpinen Fauna ist der Rothirsch (*Cervus elaphus*). Er kommt auf der Berner und der Walliser Seite vor. Die Walliser Population ist wesentlich stärker. Die Lebensräume der «Berner» Rothirsche liegen zudem weitgehend ausserhalb des Welterbes, aber zumindest zum Teil innerhalb der Welterbe-Region. Auch der Rothirsch war zu Beginn des 20. Jahrhunderts ausgerottet. Im Aletschwald wurden 1934 Rothirsche aus den Karpaten ausgesetzt, die durch Zuwanderungen aus dem Obergoms in den 1960er und 1970er verstärkt wurden. Sie haben sich inzwischen dort derart entwickelt, dass ihr Bestand zum Schutz des Waldes geregelt werden muss. Rehwild (*Capreolus capreolus*) kommt in der subalpinen und montanen Stufe vor, jedoch aufgrund der Höhenlage und der Menge des Winterschnees nicht allzu häufig.

Der Luchs (*Felis lynx*, ausgerottet und wieder eingeführt) ist auf der Berner und der Walliser Seite nachgewiesen. Der Wolf (*Canis lupus*) könnte in den nächsten Jahren wieder heimisch werden. Einzelne Nachweise in der Welterbe-Region gibt es sowohl aus dem Goms als auch vom Berner Oberland. So wurde in der Nacht zum 23. März 2006 ein adulter männlicher Wolf bei Gsteigwiler von einem Zug überfahren. Er gehört genetisch zur italienisch-französischen Population und war vielleicht schon längere Zeit im Gebiet. Weitere typische Vertreter sind Rotfuchs (*Vulpes vulpes*), Hermelin (*Mustela erminea*), Mauswiesel (*Mustela nivalis*) und Steinmarder (*Martes foina*) und natürlich das Murmeltier (*Marmota marmota*), ein charakteristischer Bewohner der Alpen, wie auch der Schneehase (*Lepus timidus*).

Subalpin-alpine Vogelarten sind ebenfalls gut vertreten. In der Regel häufige oder leicht kenntliche Arten sind Steinadler (*Aquila chrysaetos*), Turmfalke (*Falco tinnunculus*), Alpendohle (*Pyrrhocorax graculus*), Kolkrabe (*Corvus corax*), Alpenkrähe (*Pyrrhocorax pyrrhocorax*), allerdings ein seltener Vogel, Alpenschneehuhn (*Lagopus mutus*), Birkhuhn (*Tetrao tetrix*), Haselhuhn (*Bonasia bonasia*), Steinhuhn (*Alectoris graeca*) und Tannenhäher (*Nucifraga caryocatactes*), der früher als scheinbarer Arvenschädling verfolgt wurde. Speziell im Aletschgebiet wurden die Bestandesentwicklungen von Alpenschneehuhn und Birkhuhn über rund 30 Jahre verfolgt. Zur Avifauna kommen noch Schneefink (*Montifringilla nivalis*), Mauerläufer (*Tichodroma muraria*), Steinrötel (*Monticola saxatilis*), Schwarzspecht (*Dryocopus martius*), Grünspecht (*Picus viridis*) und Buntspecht (*Dendrocopos major*) hinzu. Der Bartgeier (*Gypaetus barbatus*) wurde verschiedentlich beobachtet. Raufusskauz (*Aegolius funereus*) und Sperlingskauz (*Glaucidium passerinum*) sind ebenfalls nachgewiesen.

Verschiedene Reptilienarten wie Kreuzotter (*Vipera berus*), Aspispviper (*Vipera aspis*), Bergeidechse (*Zootoca vivipara*), Mauereidechse (*Podarcis muralis*) und sogar Smaragdeidechse (*Lacerta bilineata*), diese allerdings nur auf der Walliserseite, sind nachgewiesen. Alpensalamander (*Salamandra atra*), Bergmolch (*Triturus alpestris*), Erdkröte (*Bufo bufo*) und Grasfrosch (*Rana temporaria*) kommen sowohl auf der Nord- als auch auf der Südseite des Gebietes vor.

Die Fischfauna ist wenig bemerkenswert. Soweit Bäche überhaupt befischbar sind (u. a. Sefinen Lütschine, Weisse Lütschine, Kander) werden sie mit der einheimischen Bachforelle (*Salmo trutta fario*) besetzt (Stützungsbesatz). Auf künstlichem Besatz mit Seesaibling (*Salvelinus alpinus*), Kanadischem Seesaibling (*Salvelinus namaycush*) und Regenbogenforelle (*Oncorhynchus mykiss*) basieren auch die Bestände des Oeschinensees. Die beiden letzteren Arten stammen ursprünglich aus Nordamerika und sind heute bei denselben Stellen verfort, die die Einführung vor über hundert Jahren unterstützten.

Besonders reich ist aus klimatischen Gründen die Fauna der Wirbellosen, namentlich die Insektenfauna auf der Walliser Seite (Lötschberg Südrampe, siehe u. a. Maselli 1990). Auffallend sind etwa die prächtigen Grossschmetterlinge wie Apollo und Alpenapollo (*Parnassius apollo*, *P. phoebus*), Schwalbenschwanz (*Papilio machaon*) oder Segelfalter (*Iphiclides podalirius*) und die bunte Vielfalt der Bläulinge (*Lycaenidae*) sowie der Heuschrecken. Sehr speziell, vor allem ihr Sexualverhalten, ist die Fangheuschrecke Gottesanbeterin (*Mantis religiosa*). Das Weibchen frisst das Männchen während des Paarungsaktes, was zwar nicht die Regel sein soll.

Als Spezialität der Gletscherfauna kann der Gletscherfloh (*Isotoma saltans*) gelten, der nicht zu den Flöhen sondern zu den Springschwänzen gehört. Für ihn ist eine Temperatur von knapp über 0 °C optimal.

Im Welterbe befinden sich mehrere Jagdbanngebiete, in denen die Jagd vollständig oder zumindest teilweise ruht. Ansonsten werden vor allem das Schalenwild, insbesondere die

Gämsen und auf der Walliser Seite zudem die Rothirsche intensiv bejagt. Strengen Regelungen unterstehen die Abschüsse des Steinbocks, welche nicht als Jagd sondern als Hege bezeichnet werden. Im Wallis werden auch Schneehuhn, Birkhahn und Schneehasen erlegt. Auf der Berner Seite sind die beiden Raufusshühner nicht jagdbar. Der Schneehase hingegen ist zwar grundsätzlich jagdbar, aber seit Jahren nicht frei gegeben (Hasenmoratorium).

Biologische Vielfalt des Welterbe-Gebietes im Vergleich zur Welterbe-Region

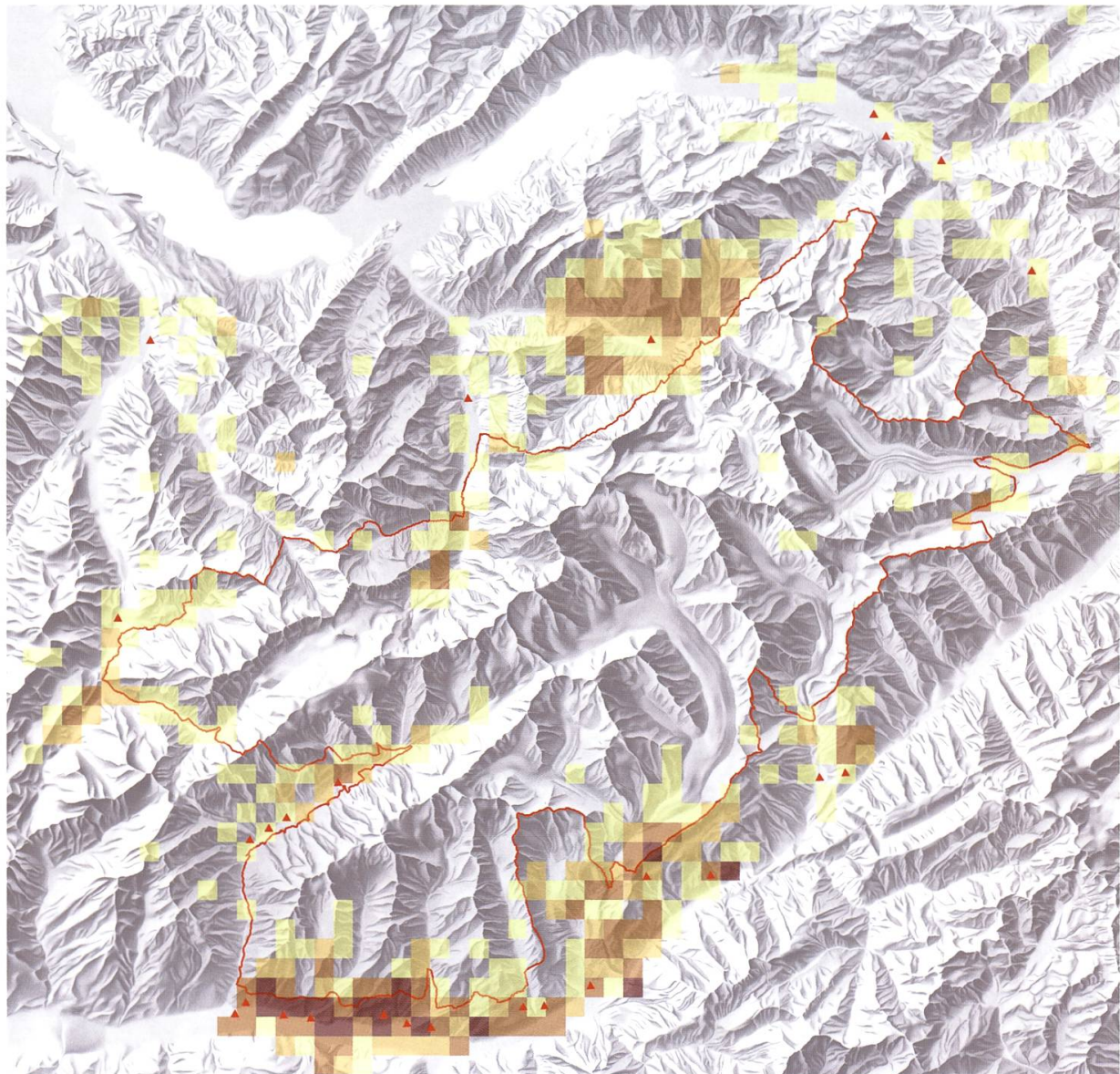
Biologische Vielfalt kann auf drei Ebenen gemessen werden, nämlich auf der Ebene der Arten, der Genotypen innerhalb der Arten und der Ebene der Lebensräume. Die folgenden Ausführungen beschränken sich auf die Ebene der Arten, zudem nur auf die Verbreitung von gefährdeten Arten, gefährdet im Sinne der Roten Listen Kategorien 1 bis 3, und stützen sich auf die Analysen von Capt (2005). Er hat Daten von Arten analysiert, die einem der vier Grosslebensräume Wald, Wies- und Weidflächen, Pionierstandorte, Übergangslbensräume zugeordnet werden können und deren Gefährdungsstatus bekannt ist.

Im Prinzip stellen sich zwei Fragen:



- Deckt das Welterbe-Gebiet die gefährdete biologische Vielfalt der Region ab?
- Falls nein, müsste es das tun?

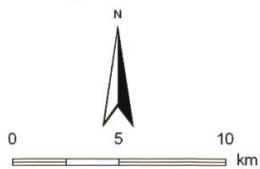
Das Gebiet wurde nicht mit der Begründung einer hohen biologischen Vielfalt (Biodiversitäts-Hotspot) zur Aufnahme in die Welterbeliste nominiert. Es hat zwar eine weite Höhenamplitude. Jedoch liegt über die Hälfte oberhalb von 2500 Metern. Deshalb ist die Wahrscheinlichkeit, dass hier viele und zudem gefährdete Pflanzenarten vorkommen, gering. Die Eigenschaften selten und gefährdet sind auch nicht unbedingt gekoppelt. Überdies ist allgemein bekannt, dass heute vor allem Arten extensiv genutzter landwirtschaftlicher Flächen durch Intensivierung der Nutzung oder umgekehrt durch Unterlassung der Nutzung (Vergandung) gefährdet sind. Derartige Flächen liegen aber weitgehend ausserhalb des Welterbes.

Auch unter der Berücksichtigung, dass die Datensätze, die der Interpretation zugrunde liegen, nicht homogen über die gesamte Welterbe-Region verteilt sind, zeigen die Analysen ein eindeutiges und für alle betrachteten Lebensräume gleichförmiges Bild: Gefährdete Arten sind weitgehend am Rande des Welterbe-Gebietes und speziell in den angrenzenden Tallagen registriert worden. Wäre der Schutz dieser Arten auch ein Ziel der Nomination gewesen, hätte das Gebiet grundsätzlich anders konzipiert werden müssen. Die Analysen zeigen aber etwas anderes, nämlich die grosse Verantwortung aller Welterbe-Gemeinden für die biologische Vielfalt in ihrem übrigen Gemeindegebiet, speziell in den Tallagen. Das gilt







Legende

-  Perimeter des Welterbes
Jungfrau-Aletsch-Bietschhorn
-  Hauptorte der Welterbe-Gemeinden



Anzahl gefährdeter Arten pro km² in vier ausgewählten Lebensräumen

- | | |
|-------------------------------------------------------------------------------------|---------|
|  | 1 - 2 |
|  | 3 - 5 |
|  | 6 - 15 |
|  | 16 - 33 |

Berücksichtigte Lebensräume:
Pionierstandorte, Wies- und Weideflächen,
Übergangsbereich, Wald

Die Beobachtungsintensität pro km² ist nicht homogen,
sondern variiert zwischen 1-426 Datensätzen

Datengrundlagen:

Bundesamt für Landestopographie:
Gemeindehauptorte: SWISSNAMES © 2004 (DV012687)
Relief: PK100 © 1998 (DV 351.4)
Seen: GG25 © 2002 (DV002213)
Bundesamt für Umwelt: Perimeter Welterbe, Stand 2005
Centre Suisse de Cartographie de la Faune:
Biodiversitätsdaten © Juli 2005

Digitale Kartengrundlage, reproduziert mit Bewilligung von swisstopo (BA068219)
Kompilation und Kartographie:
CDE (Centre for Development and Environment),
Geographisches Institut Universität Bern,
in Zusammenarbeit mit der Trägerschaft
Welterbe Jungfrau-Aletsch-Bietschhorn, 11.2006

Abbildung 5: Anzahl gefährdete Arten pro km² (nach Capt 2005).

insbesondere für die Walliser Gemeinden aber auch für Grindelwald, das einen eigentlichen Biodiversitäts-Hotspot darstellt (Koordinationsstelle Biodiversitätsmonitoring Schweiz 2006: 36).

Ausblick

Ein Blick zur Jungfrau im Juli 2006. Es gibt sie immer noch, den Giesen- und den Guggigletscher. Aber die Weisse Spinne in der Eigernordwand ist bald nur noch eine Graue. Und die Lütschine führt zum Ärger der Fischer Hochwasser ab Beginn der Schneeschmelze bis weit in den Herbst hinein. Kein Zweifel, ein Klimawandel hin zu höheren Sommertemperaturen ist im Gang.

Gletscher schmelzen, Firnflecken verschwinden, Permafrost taut auf. Die Konsequenzen können ganz unterschiedlich sein. Zuerst werden die alpinen Ökosysteme instabil, was im Verlauf der letzten zehntausend Jahre schon verschiedentlich eintrat (Küttel 1990), bis sie sich neu eingeregelt hatten. Sicher erhöht sich die geomorphologische Aktivität, das heisst unter anderem mehr Steinschlag, eine Chance für Schuttkriecher. Gefässpflanzen werden ihr Areal nach oben ausdehnen, was eine Verschiebung der Höhenstufen nach oben bedeutet. Auf Grund der Höhenerstreckung des Welterbe-Gebietes ist das, was andernorts befürchtet wird, nämlich dass für die alpine Vegetation aufgrund des nachrückenden Waldes keine Möglichkeit des Ausweichens besteht, hier offensichtlich kein grundsätzliches Problem. Sie kann, zwar bei kleiner werdendem Areal, nach oben ausweichen. Insgesamt dürfte auch die Geschwindigkeit der vertikalen Wanderung (unterschiedliche Wandergeschwindigkeit von Anemochoren und Zoochoren) mittelfristig betrachtet kein Problem sein. Die Konsequenzen sind aber sicher Arealveränderungen und Arealverschiebungen. Deren Ausmass müsste zuerst modelliert werden. Ungeklärt ist die Frage, was passiert, wenn sich nicht nur die Temperatur ändert, sondern auch der Niederschlag und dessen Verteilung. Angenommen es würde trockener, insbesondere während der Vegetationsperiode, hätte Steppenvegetation und die davon abhängige Fauna erhöhte Chancen, sofern es nicht in den Bereichen, wo sie heute vorkommt, zu trocken wird. Dort würde es zur Desertifikation (Verwüstung) kommen. Alles in allem sind die Mechanismen bekannt. Offen ist aber, in welchem Ausmass und wie sich das Klima tatsächlich verändert.

Aktuell ist aber nicht nur eine klimatische Veränderung im Gang, sondern auch eine soziokulturell bedingte, die sich auf der Walliser Seite vorerst stärker auswirkt als auf der Berner Seite. Die althergebrachte Bewässerung mittels der Suonen wird durch Beregnungsanlagen abgelöst, was einer Intensivierung der Bewirtschaftung gleichkommt. Das führt zu einer Verarmung der Flora und somit auch speziell der Wirbellosenfauna. Die gegenteilige Entwicklung ist aber ebenso erkennbar, nämlich die Aufgabe der Bewirtschaftung, was zu einer Verbuschung und nachfolgend zur Bewaldung führt. Das Ende der Waldweide und der

Streuenutzung liefert offenbar auch einen Beitrag zur Umwandlung der montanen Föhrenwälder im Wallis zu Flaumeichenwäldern (Rigling et al. 2006). Die Aufgabe der Bewirtschaftung ist anscheinend auf der ozeanischeren, das heisst der feuchteren Seite des Welterbes noch kein grosses Problem, sonst wären wohl die Reaktionen in der Gemeinde Lauterbrunnen auf die Pläne von Pro Natura, ihre Alp im Hinteren Lauterbrunnental der Natur zu überlassen, nicht so ablehnend gewesen.

Eine dritte Entwicklungsrichtung betrifft nicht das Welterbe-Gebiet sondern vielmehr die Welterbe-Region, nämlich die Ausdehnung der Siedlungen und die Verdichtung von Streusiedlungen sowie Intensivierungstendenzen in der Landwirtschaft. Das Erste führt zur Vernichtung von Lebensräumen für die frei lebende Flora und Fauna, das Zweite zur Verarmung von Ökosystemen. Ein Problem? Offenbar nicht für alle. Die Kulisse steht ja noch, auch wenn das Silberhorn schon mal silberner war und das nicht nur im Hochwinter.

■ Ausgewählte weiterführende Literatur

- Albrecht, L. 1997: Aletsch – eine Landschaft erzählt. Die Reichtümer der Natur im Wallis, 4.
- BAFU (Bundesamt für Umwelt) 2006: Erstaufnahme alpine Auen. Kantonsbericht Ergebnisse Kanton Bern. unveröffentlicht.
- Bühlmann, F. 1920: Der Aletschwald. Jahrbuch des Schweizer Alpenclub, 55: 135–143.
- Capt, S. 2005: Biodiversitätsstudie im UNESCO Weltnaturerbe Jungfrau-Aletsch-Bietschhorn (JAB). Centre Suisse de Cartographie de la Faune (CSCF), unveröffentlicht.
- Ellenberg, H. 1996: Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen in ökologischer Sicht. Ulmer, Stuttgart.
- Gerber, B., Gsteiger, P., Leibundgut, M., Righetti, A. 1999: Gletschervorfelder und alpine Schwemmebenen als Auengebiete. Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft (BUWAL), Schriftenreihe Umwelt, 305.
- Hess, H. E., Landolt, E., Hirzel, R. 1972: Flora der Schweiz und angrenzender Gebiete. Band 3, Birkhäuser, Basel.
- Koordinationsstelle Biodiversitätsmonitoring Schweiz 2006: Zustand der Biodiversität in der Schweiz. Bundesamt für Umwelt (BAFU), Umwelt-Zustand, 0604.
- Küttel, M. 1979: Pollenanalytische Untersuchungen zur Vegetationsgeschichte und zum Gletscherrückzug in den westlichen Schweizer Alpen. Berichte der Schweizerischen Botanischen Gesellschaft, 89: 9–62.
- Küttel, M. 1990: Der subalpine Schutzwald im Urserental – ein inelastisches Ökosystem. Botanica Helvetica, 100: 183–197.
- Landolt, E. 1983: Probleme der Höhenstufen in den Alpen. Botanica Helvetica, 93: 255–268.
- Lüdi, W. 1921: Die Pflanzengesellschaften des Lauterbrunnentales und ihre Sukzession. Beiträge zur geobotanischen Landesaufnahme der Schweiz, 9.
- Maselli, D. 1990: Die Lötschberg Südrampe. Die Reichtümer der Natur im Wallis, 2.
- Messerli, B., Zumbühl, H. J., Ammann, K., Kienholz, H., Oeschger, H., Pfister, C., Zurbuchen, M. 1975: Die Schwankungen des Unteren Grindelwaldgletschers seit dem Mittelalter. Zeitschrift für Gletscherkunde und Glazialgeologie, XI: 3–110.
- MeteoSchweiz 2006: Normwert-Tabellen 1961–1990. <http://www.meteoschweiz.ch/web/de/klima/klimanormwerte/tabellen.html> Zugriff am: 5. September 2006.
- Oberdorfer, E. 1978: Süddeutsche Pflanzengesellschaften, Teil II. Fischer, Stuttgart.

- Richard, J.-L. 1987: Dynamique de la végétation sur les marges glaciaires récentes de la réserve d'Aletsch (Alpes valaisannes, Suisse). 15 ans d'observations dans les placettes témoin (1971-1986). *Botanica Helvetica*, 97: 265–275.
- Rigling, A., Dobbertin, M., Bürgi, M., Gimmi, U., Graf Pannatier, E., Gugerli, F., Heiniger, U., Polonski, J., Rebetez, M., Rigling, D., Weber, P., Wermelinger, B., Wohlgemuth, T. 2006: Verdrängen Flaumeichen die Walliser Waldföhren? Eidg. Forschungsanstalt WSL, Birmensdorf. Merkblatt für die Praxis, 41.
- Theurillat, J.-P. 1987: *Cystopterido fragilis*-*Fraxinetum excelsioris* Theurillat et Béguin Ass. nova. *Botanica Helvetica*, 97: 277–278.
- Theurillat, J.-P. 1992: Étude et cartographie du paysage végétal (Symphytocoenologie) dans la région d'Aletsch. Beiträge zur geobotanischen Landesaufnahme der Schweiz, 68.
- Wegmüller, S., Lotter, A. F. 1990: Palynostratigraphische Untersuchungen zur spät- und postglazialen Vegetationsgeschichte der nordwestlichen Kalkvoralpen. *Botanica Helvetica*, 100: 37–73.
- Welten, M. 1982: Vegetationsgeschichtliche Untersuchungen in den westlichen Schweizer Alpen: Bern-Wallis. Denkschriften der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft, 95.
- Welten, M., Sutter, R. 1982: Verbreitungsatlas der Farn- und Blütenpflanzen der Schweiz. 2 Bd., Birkhäuser, Basel.
- Wohlgemuth, T., Boschi, K., Longatti, P. 2006: Swiss Web Flora. <http://www.wsl.ch/land/products/webflora/floramodul2-de.html>. Zugriff am: 20. Juli 2006.

Adresse des Autors

PD Dr. Meinrad Küttel, Beatenbergstrasse 124, CH-3800 Unterseen, meinrad.kuettel@bafu.admin.ch

