

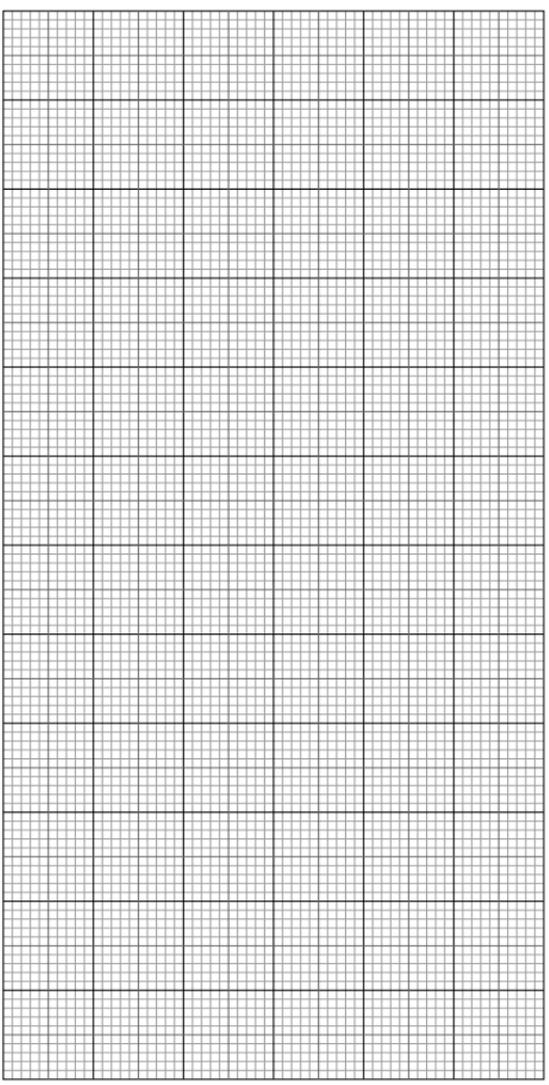
Bestimmungsschlüssel zur Flora der Schweiz und angrenzender Gebiete

Siebte, aktualisierte, überarbeitete
und erweiterte Auflage

Hans Ernst Hess
Elias Landolt
Rosmarie Hirzel
Matthias Baltisberger

 Springer





H. E. Hess · E. Landolt · R. Hirzel · M. Baltisberger
Bestimmungsschlüssel zur Flora der Schweiz

Dr. Hans Ernst Hess †
Professor für spezielle Botanik an
der Eidgenössischen Technischen Hochschule
in Zürich

Dr. Elias Landolt †
Professor für Geobotanik an
der Eidgenössischen Technischen Hochschule
in Zürich

Rosmarie Hirzel
Zeichnungen

Dr. Matthias Baltisberger
Professor am Institut für Integrative Biologie
an der Eidgenössischen Technischen Hochschule
in Zürich

Bestimmungsschlüssel zur Flora der Schweiz

und angrenzender Gebiete

Siebte, aktualisierte,
überarbeitete und
erweiterte Auflage

Prof. Dr. Matthias Baltisberger
Biosystematik/Sammlungen
Ökologische Pflanzengenetik
Institut für Integrative Biologie
ETH-Zentrum, CHN G 21.3
CH-8092 Zürich
Schweiz
E-Mail Adresse: balti@ethz.ch

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.d-nb.de> abrufbar.

ISBN: 978-3-0348-0895-8

ISBN: 978-3-0348-0896-5 (eBook)

DOI: 10.1007/978-3-0348-0896-5

© Springer Basel 2015

Das Werk einschließlich aller seiner Teile ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung, die nicht ausdrücklich vom Urheberrechtsgesetz zugelassen ist, bedarf der vorherigen Zustimmung des Verlags. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Bearbeitungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen.

Die Wiedergabe von Gebrauchsnamen, Handelsnamen, Warenbezeichnungen usw. in diesem Werk berechtigt auch ohne besondere Kennzeichnung nicht zu der Annahme, dass solche Namen im Sinne der Warenzeichen- und Markenschutz-Gesetzgebung als frei zu betrachten wären und daher von jedermann benutzt werden dürften.

Springer-Verlag GmbH Berlin Heidelberg ist Teil der Fachverlagsgruppe Springer Science+Business Media (www.springer.de)

Gedruckt auf säurefreiem und chlorfrei gebleichtem Papier.

Inhaltsverzeichnis

Vorwort zur 1. Auflage.....	IX
Vorwort zur 7. Auflage.....	X
1 Zum Gebrauch der Schlüssel.....	XII
2 Klassifikation und Nomenklatur.....	XIII
3 Neophyten.....	XIV
4 Standort.....	XVIII
4.1 Klima.....	XVIII
4.2 Boden.....	XX
4.3 Relief.....	XXI
4.4 Lebewesen.....	XXII
4.5 Beschreibung von Standorteigenschaften.....	XXIV
5 Höhenstufen.....	XXVII
6 Biogeographische Regionen und Lebensräume.....	XXX
7 Sukzession und Dynamik.....	XXXI
8 Anpassungen von Pflanzen.....	XXXIII
8.1 Steppenpflanzen der Walliser Felsensteppe.....	XXXIV
8.2 Anpassungen der Pflanzen in den Alpen.....	XXXV
9 Für die Bestimmung wichtige Merkmale an Pflanzen.....	XXXVII
9.1 Blüten.....	XXXVII
9.2 Vegetative Merkmale.....	XLI
10 Neue, molekularphylogenetische Systematik.....	XLVII
10.1 Landpflanzen.....	XLVIII
10.2 Gliederung der <i>Angiospermae</i>	L
10.3 <i>Monocotyledonae</i>	LIII
10.4 <i>Fabaceae</i>	LVIII
10.5 <i>Ericales</i>	LIX
10.6 <i>Lamiales</i>	LXI
10.7 <i>Dipsacales</i>	LXV
10.8 Literatur zu Kapitel 10.....	LXVII
11 Zuordnung von Gattungen in neue Familien.....	LXVIII
12 Neu aufgetrennte Gattungen.....	LXXXII
13 Übersicht über Familien, verschiedene Darstellungen.....	LXXXIV
13.1 Familien alphabetisch (Artenzahl in Klammern).....	LXXXIV
13.2 Familien nach Grösse (Artenzahl in Klammern).....	LXXXVI
13.3 Familien nach Grossgruppen, alphabetisch (Artenzahl in Klammern).....	LXXXVIII
13.4 Familien nach Grossgruppen, nach Grösse (Artenzahl in Klammern).....	LXXX
Bestimmungsschlüssel.....	1
Erklärung von Fachausdrücken.....	532
Wissenschaftliche Namen.....	540
Deutsche Namen.....	682

Vorwort zur 1. Auflage

Nachdem die 3bändige Flora der Schweiz erschienen war, wurden wir verschiedentlich ersucht, alle Schlüssel in einem auch für Feldarbeiten geeigneten Taschenbuch zusammenzufassen. Zu diesem Taschenbuch sind einige Angaben notwendig.

- 1 Der hohen Kosten wegen kam ein Neusatz der Schlüssel nicht in Frage. So war der Satzspiegel bereits vorgegeben und bedingt einen Zeilenverlauf parallel dem Buchrücken.
- 2 Bei Arten, die nicht häufig und verbreitet sind, wurden Angaben über Standort und Verbreitung neu eingesetzt, um die Bestimmung zusätzlich abzusichern. Solche Hinweise konnten jedoch nur dort angebracht werden, wo vor dem Namen eine angefangene Zeile dazu Raum bot; dies führte zu einer bedauerlichen Inkonsequenz dieser Angaben.
- 3 Von mehr als der Hälfte der Arten sind auf der gleichen Seite neben dem Text Abbildungen (Rosmarie Hirzel) vorhanden; es sind zum großen Teil angeänderte Zeichnungen aus den 3 Bänden der Flora der Schweiz. Um nicht mehr als 2ziffrige Nummern bei den Zeichnungen zu erhalten, wurden die Zeichnungen mehrfach von 1 bis 99 durchnummeriert. Diese Nummern sind bei den Namen fettgedruckt (Seitenzahlen normal). Der Abbildungsmaßstab aller Zeichnungen ist $\frac{1}{2}$ natürlicher Größe, soweit nichts anderes angegeben ist.
- 4 Umfangreiche Register waren notwendig, weil im Text keine deutschen Namen stehen; sie sind in einem Register neben den lateinischen Namen mit zugehörigen Autoren und Synonyma zu finden. Umgekehrt verweist ein Register mit deutschen Namen auf die zugehörigen Fachnamen. Die Nomenklatur entspricht jener der 3bändigen Flora der Schweiz.
- 5 Um den Ladenpreis des Taschenbuchs möglichst niedrig zu halten, haben die Autoren wiederum auf das Honorar verzichtet. In großzügiger Weise hat die Eidgenössische Technische Hochschule in Zürich die Kosten für die Zeichnungen übernommen. Wir danken für diesen Beitrag; er war eine Voraussetzung für die Herausgabe des Buches.

Unerwartet anspruchsvoll, zeitraubend und mühsam waren die vielen Korrekturen, die sich aus den Anpassungen der Schlüssel an das Taschenbuch ergaben. Selbständig leistete all diese Kleinarbeit mit großer Sachkenntnis und Sorgfalt Frau Sophie Weber am Institut für spezielle Botanik der ETH; auch alle Register wurden von ihr verfaßt.

Wir danken Frau Weber für ihre große Arbeit; sie hat damit maßgebend zum Gelingen des Taschenbuches beigetragen.

Dem Birkhäuser Verlag in Basel danken wir für das Eingehen auf unsere Wünsche, den Druck und die zweckmäßige Ausstattung des Buches; ebenso danken wir der Firma Nievergelt Repro AG, Zürich, für die sorgfältige Herstellung der Filme der Zeichnungen.

Zürich, Februar 1976

Die Autoren

Vorwort zur 7. Auflage

Wie in den früheren Auflagen des Bestimmungsbuches musste auch bei der hier vorliegenden 7. Auflage der Seitenumbruch im Schlüsselteil beibehalten werden. Einer Überarbeitung der Schlüssel waren deshalb enge Grenzen gesteckt, konnten doch Korrekturen und Verbesserungen sowie der Einbau zusätzlicher Arten nur dort erfolgen, wo auf einer Seite auch genügend Platz vorhanden war. Veränderungen in Gattungs- und Familienstrukturen waren wegen ihres grossen Einflusses auf die Schlüssel unmöglich (z. B. die Aufteilung der „*Liliaceae*“ auf mehrere Familien oder die Neudefinition der „*Scrophulariaceae*“ und verwandter Familien). In der Regel konnten aber Veränderungen von Gattungsstrukturen in den Schlüsseln innerhalb von Gattungen abgebildet werden. Solche Gattungen werden in den Schlüsseln zu den Gattungen mit dem eingefügten „s.l.“ (sensu lato) gekennzeichnet. Ein extremes Beispiel ist „*Chrysanthemum* s.l.“ im Schlüssel der *Asteraceae* (S. 471), denn im Schlüssel der alten Gattung *Chrysanthemum* im weiteren Sinne (S. 501) werden die 19 Arten auf 6 (!) verschiedene Gattungen verteilt.

Im Sinne einer möglichst weitgehenden Vereinheitlichung der wissenschaftlichen Namen in der Schweiz wurden mit wenigen Ausnahmen die in der *Flora Helvetica* (5. Auflage) verwendeten Namen übernommen; Ausnahmen (aus unterschiedlichen Gründen) sind z. B. *Ficaria verna* (statt *Ranunculus ficaria*) und *Silene latifolia* (statt *Silene pratensis*), die Arten der Gattung *Oxycoccus* (*Oxycoccus* statt *Vaccinium*) und die Gattung *Gentianella* (von *Gentiana* unterschieden). Da im vorliegenden Buch die hierarchische Stufe der Unterart nicht verwendet wird, werden die in der *Flora Helvetica* als Unterarten eingestuft Taxa auf Artstufe angegeben. Es wurden 23 Arten neu aufgenommen, eine Art (*Panicum lanuginosum*) wurde gestrichen.

Seit der 1. Auflage wurden somit insgesamt 139 Arten neu ins Bestimmungsbuch eingefügt.

Kollegen und Assistierende haben mit Anmerkungen und Informationen zur Verbesserung dieser Auflage beigetragen; ihnen sei herzlich gedankt. Ein besonderer Dank geht an PD Dr. Reto Nyffeler, Institut für Systematische Botanik der Universität Zürich; er ist Mitautor des deutlich ausgebauten Kapitels „Neue, molekularphylogenetische Systematik“ (Kapitel 10 der einführenden Seiten mit römischen Seitenzahlen), wo sein Fachwissen nicht nur eine Bereicherung sondern Grundlage war. Ein ganz spezieller Dank geht wieder an meine Frau Babette; sie hat kritisch und unvoreingenommen zahlreiche Ungereimtheiten aufgespürt und viel zu besseren Formulierungen beigetragen. Ein grosser Dank geht auch an das Team des Verlages, das meinen Wünschen und Vorschlägen mit viel Verständnis entgegenkam und die Korrekturen z.T. in aufwendiger Handarbeit ausgeführt hat. Danke auch, dass das mit dem Verlag Springer nicht konforme Aussehen des Buches beibehalten werden konnte! Dies alles erst ermöglichte die Herausgabe der neuen, überarbeiteten 7. Auflage in der hier vorliegenden Form.

Zürich, im Januar 2015

Matthias Baltisberger

1 Zum Gebrauch der Schlüssel

Alle Schlüssel sind **dichotom** aufgebaut, d. h., es stehen bei jedem Punkt des Schlüssels immer zwei Aussagen (Merkmale resp. Merkmalskombinationen) zur Auswahl. Die ersten Aussagen in jedem Schlüssel tragen fortlaufende Nummern (1, 2, 3...), die jeweils dazugehörigen Gegen Aussagen zusätzlich einen Stern (1*, 2*, 3*...). Aussage und Gegen Aussage folgen im allgemeinen nicht direkt nacheinander, sind aber trotzdem immer gemeinsam zu beurteilen. Bei jedem Punkt muss man entscheiden, ob die Aussage oder die Gegen Aussage auf die vorliegende Pflanze zutrifft. An der zutreffenden Stelle muss man mit der Bestimmung weiterfahren. Diesen Vorgang setzt man so lange fort, bis nach einer zutreffenden Aussage (oder Gegen Aussage) nicht ein weiterer Punkt, sondern der Name eines Taxons erscheint. Wenn dieses Taxon eine Familie, eine Gattung oder eine Artengruppe ist, muss man auf der angegebenen Seite weiterfahren. Erst mit dem Erreichen eines Artnamens ist man am Ziel der Bestimmung angekommen.

Aussage und Gegen Aussage mit der gleichen Nummer stehen in allen Schlüsseln senkrecht untereinander, die jeweils nächsten Punkte sind etwas eingerückt. Dies erlaubt, im Schlüssel zu erkennen, nach welchen Merkmalen eine Familie, eine Gattung oder eine Artengruppe gegliedert wird und welches die trennenden oder gemeinsamen Merkmale sind zwischen verschiedenen Taxa der entsprechenden Gruppe.

In den Familienschlüsseln zu den *Dicotyledonae* wird die gleiche Familie aus praktischen Gründen oft mehrfach aufgeführt. In den Schlüsseln zu den Gattungen und Arten erscheint jede Gattung oder Art nur einmal. Durch die Verwendung von molekularen Daten hat sich die Systematik in den letzten Jahren stark geändert (siehe Kapitel 10). Viele Gattungen werden anderen oder neuen Familien zugeordnet, neue Erkenntnisse zu den Verwandtschaften der Familien veränderten auch höhere taxonomische Einheiten. Dies hat grossen Einfluss auf die morphologische Umschreibung einiger Familien, was auch Veränderungen der Schlüssel bedeutet. Wegen der drucktechnischen Vorgaben (Beibehalten des Seitenumbruchs) konnten diese Änderungen aber im vorliegenden Buch nicht umgesetzt werden (z. B. neue Reihenfolge der Familien, die Abspaltung von *Grossulariaceae*, *Parnassiaceae* und *Philadelphaceae* von den *Saxifragaceae*, die Aufteilung der *Liliaceae* in mehrere Familien oder die Neufassung der Familien aus der Verwandtschaft der *Scrophulariaceae*). Die Familien sowie die Gattungen in den Familienschlüsseln entsprechen deshalb

den Fassungen der früheren systematischen Einteilung. In der Regel konnten aber Veränderungen von Gattungsstrukturen in den Schlüsseln der Gattungen abgebildet werden. Solche Gattungen werden in den Schlüsseln zu den Gattungen mit dem eingefügten „s.l.“ (sensu lato) gekennzeichnet. Extremes Beispiel ist „*Chrysanthemum* s.l.“ im Schlüssel der *Asteraceae* (S. 471), denn im Schlüssel der alten Gattung *Chrysanthemum* im weiteren Sinne (S. 501) werden die 19 Arten auf 6 (!) verschiedene Gattungen verteilt.

2 Klassifikation und Nomenklatur

Die **Art** ist die Grundeinheit der wissenschaftlichen Klassifikation von Organismen in der Biologie. Die Individuen der gleichen Art stimmen in ihren hauptsächlichsten Merkmalen überein, Individuen verschiedener Arten unterscheiden sich – im Idealfall – aufgrund bestimmter, konstanter Merkmale. Jede Art hat einen zweiteiligen Namen (binäre oder binomiale Nomenklatur), bestehend aus dem (grossgeschriebenen) Gattungsnamen, gefolgt vom (kleingeschriebenen) Art-Epithet. Nahe verwandte Arten werden zu **Gattungen** zusammengefasst, verwandte Gattungen zu **Familien**, verwandte Familien zu **Ordnungen**, etc. Sind weitere Abstufungen in der Klassifikation notwendig, können zusätzliche Einheiten eingefügt werden (z. B. **Unterfamilie**). In der Regel werden die Namen der hierarchischen Stufen oberhalb der Gattung von einer in dieser Einheit vorkommenden Gattung abgeleitet und mit einer für die Stufe festgelegten Endung charakterisiert. Neben den Gattungen und Arten sind im vorliegenden Bestimmungsbuch v. a. Familien wichtig (stufentypische Endung *-aceae*). In wenigen Fällen sind auch Überordnungen (stufentypische Endung *-anae*) relevant (v. a. Kapitel 10.2 und Abb. 12) und Unterfamilien (stufentypische Endung *-oideae*) erwähnt (Familie *Caryophyllaceae*) oder im Schlüssel als Einheiten berücksichtigt (Familie *Asteraceae*).

Früher wurden Artnamen gross geschrieben, wenn diese auf einen Personennamen (z. B. *Ranunculus Seguieri*), auf einen Gattungsnamen (z. B. *Frangula Alnus*) oder auf einen alten Pflanzennamen (z. B. *Neotia Nidus-avis*) zurückgehen. Dies wird gemäss den aktuellen Nomenklaturregeln korrigiert, heute werden alle Artnamen klein geschrieben. In der *Flora der Schweiz* (aus der die Schlüssel im hier vorliegenden Buch ursprünglich stammen) wurden noch die alten Schreibweisen verwendet. Im vorliegenden Bestimmungsbuch hingegen sind alle Artnamen regelkonform klein geschrieben.

Arten, die sich nur in wenigen und schwierig erkennbaren Merkmalen unterscheiden, werden oft als **Kleinarten** eingestuft. Die Definition und Unterscheidung von Kleinarten und Unterarten ist nicht einheitlich. Eine hierarchische Einstufung hängt von der subjektiven Beurteilung des Bearbeiters ab und wird deshalb in verschiedenen Werken auch unterschiedlich gebraucht. Um im vorliegenden Bestimmungsbuch eine einheitliche Struktur zu haben, werden Unterarten hier immer als Kleinarten behandelt. Arten, die in Kleinarten unterteilt werden, bezeichnet man als **Artengruppe** oder als **Aggregat**. In einigen Fällen konnte diese Aufgliederung in Kleinarten im Schlüssel nicht eingefügt werden. Solche Arten werden dann mit dem Zusatz **agg.** versehen, um anzudeuten, dass sie auch weiter aufgeteilt werden können. Die in anderen Büchern oft als Unterarten eingestuft Kleinarten sind im vorliegenden Bestimmungsbuch konsequent als Arten angeführt. Um aber trotzdem einen Quervergleich zwischen dem *Bestimmungsschlüssel zur Flora der Schweiz* und anderen wichtigen Werken (*Flora der Schweiz*, *Flora Helvetica*, *Flora Alpina*) zu ermöglichen, wurden im Register *Wissenschaftliche Namen* die Namen der anderen Werke aufgeführt. Die im vorliegenden Bestimmungsbuch verwendeten Namen sind im Register normal, ihre Synonyme kursiv gedruckt.

Die in der *Flora der Schweiz* (und somit ursprünglich auch im *Bestimmungsschlüssel zur Flora der Schweiz*) verwendete Nomenklatur folgt den heute gültigen Nomenklaturregeln oft nicht, die Verwendung vieler Namen war uneinheitlich. Mit der Herausgabe eines Synonymie-Index (Aeschimann D. & Heitz C., 2005. Synonymie-Index der Schweizer Flora; 2. Auflage. ZDSF, Genf) ist mittlerweile eine gemeinsame Basis für die Schweiz geschaffen. Als Bildwerk neben einem Bestimmungsbuch wird häufig die *Flora Helvetica* verwendet, in der die meisten Namen dem Synonymie-Index entsprechen. Die im *Bestimmungsschlüssel zur Flora der Schweiz* verwendete Nomenklatur wurde, bis auf wenige Ausnahmen, an die *Flora Helvetica* (Lauber K. & al., 2012. 5. Auflage. Haupt Verlag, Bern) angepasst und die dafür notwendigen Korrekturen der Namen in den Schlüsseln vorgenommen.

3 Neophyten

Die in der vorliegenden 7. Auflage zusätzlich aufgenommenen Arten sind Kleinarten, Neuentdeckungen, Adventivarten sowie mehr oder

weniger eingebürgerte Gartenflüchtlinge. Wegen der Einschränkungen für die Neuauflage konnten nicht alle Arten aufgenommen werden, die unter diese Kategorien fallen.

Die Schweizer Flora umfasst über 3000 Arten, davon sind 500–600 Arten sogenannte **Neophyten**. Neophyten sind gebietsfremde Arten, die nach dem Jahre 1500 (Entdeckung Amerikas) eingeführt oder eingeschleppt wurden und sich so gut etablieren konnten, dass sie sich wie einheimische Arten verhalten (z. B. *Impatiens parviflora*, *Veronica filiformis*). Etwa 10% der Neophyten können bei uns Probleme verursachen, indem sie sich in natürlichen oder halb-natürlichen Ökosystemen oder Habitaten etablieren, dort Veränderungen verursachen und sich auf Kosten einheimischer Arten ausbreiten. Sie tragen damit zum Rückgang der biologischen Vielfalt bei und werden **invasive Neophyten** genannt; neben der durch den Menschen verursachten Biotopzerstörungen sind invasive Neophyten der zweitwichtigste Grund für den Artenrückgang (siehe z. B. www.infoflora.ch/de/flora/neophyten). Zu den invasiven Neophyten werden auch jene Arten gezählt, welche die menschliche Gesundheit beeinträchtigen oder Schäden an Bauten oder in land- und forstwirtschaftlichen Flächen verursachen. Solche Problemarten gibt es überall auf der Welt, und es werden grosse Anstrengungen unternommen, das Einbringen solcher Arten zu verhindern und bereits etablierte Arten einzudämmen oder wenn möglich auch ganz zu beseitigen.

In der Schweiz werden verschiedene „Listen“ geführt, z. B. die Rote Liste der gefährdeten Arten, die Blaue Liste der erfolgreich geförderten Rote-Liste-Arten, aber auch die Black List (Schwarze Liste) der invasiven Neophyten und die Watch List (Beobachtungsliste) der potentiell invasiven Neophyten. Black List und Watch List dienen der Information und Sensibilisierung, aber auch als Grundlage zur Planung gezielter Massnahmen. Alle diese Listen werden periodisch überprüft und bei Bedarf angepasst.

Die **Black List** enthält jene invasiven Neophyten, die in der Schweiz ein hohes Ausbreitungspotential aufweisen und erwiesenermassen Schäden verursachen. Diese Arten sind deshalb generell einzudämmen oder wenn möglich zu eliminieren. Diese Liste umfasst in der Schweiz (Stand September 2014) 41 Arten (Tabelle 1). Die meisten der Arten der Schwarzen Liste sind im Bestimmungsbuch enthalten, die nicht im Bestimmungsbuch aufgenommenen 12 Arten sind in der Tabelle 1 mit * bezeichnet. Für die meisten Arten der Schwarzen Liste gibt es Informationsblätter, die öffentlich zugänglich sind (z. B. www.infoflora.ch/de/flora/neophyten/listen-und-infoblätter.html).

Tabelle 1: Black List der invasiven Neophyten der Schweiz
(Stand September 2014; xxx = sehr häufig, xx = häufig, x = eher selten;
* nicht im Bestimmungsbuch enthalten).

Wissenschaftlicher Name	Familie	Deutscher Name	Jura	Mittelland	Alpen-Nordflanke	Westliche Zentralalpen	Östliche Zentralalpen	Alpen-Südflanke	(noch) nicht in der CH etabliert	Herkunft
<i>Abutilon theophrasti</i>	Malvaceae	Chinesische Samtpappel	x	x	x			x		W-Asien/ SE-Europa
<i>Ailanthus altissima</i>	Simaroubaceae	Götterbaum	xx	xxx	x	xx	x	xxx		E-Asien
<i>Ambrosia artemisiifolia</i>	Asteraceae	Aufrechte Ambrosie	xxx	xxx	x	xx	x	xxx		N-Amerika
<i>Amorpha fruticosa</i>	Fabaceae	Bastardindigo	x	(x)				xx		N-Amerika
<i>Artemisia verlotiorum</i>	Asteraceae	Verlot'scher Beifuss	xx	xxx	xx	xx	x	xxx		China
<i>Asclepias syriaca</i>	Asclepiadaceae	Syrische Seidenpflanze	x	x				xx		N-Amerika
<i>Buddleja davidii</i>	Buddlejaceae	Sommerflieder, Schmetterlingsstrauch	xxx	xxx	xxx	xx	xx	xxx		China
<i>Bumias orientalis</i>	Brassicaceae	Östliches Zackenschötchen	xxx	xx		xxx	xx	x		SE-Europa
<i>Cabomba caroliniana</i> *	Cabombaceae	Karolina-Haarnixe							x	Amerika
<i>Crassula helmsii</i> *	Crassulaceae	Nadelkraut							x	Australien/ Neuseeland
<i>Cyperus esculentus</i> *	Cyperaceae	Essbares Zyperngras	x	xx				xxx		unbekannt
<i>Echinocystis lobata</i>	Cucurbitaceae	Stachelgurke, Igelgurke							x	N-Amerika
<i>Elodea canadensis</i>	Hydrocharitaceae	Kanadische Wasserpest	xxx	xxx	xx	x	x	x		N-Amerika
<i>Elodea nuttallii</i>	Hydrocharitaceae	Nuttalls Wasserpest	x	xxx	x			x		N-Amerika
<i>Erigeron annuus</i>	Asteraceae	Einjähriges Berufkraut	xxx	xxx	xx	xx	xx	xxx		N-Amerika
<i>Heracleum mantegazzianum</i>	Apiaceae	Riesen-Bärenklau	xxx	xxx	xxx	xxx	xx	xxx		Kaukasus
<i>Hydrocotyle ranunculoides</i> *	Apiaceae	Grosser Wassernabel							x	Afrika, Amerika
<i>Impatiens glandulifera</i>	Balsaminaceae	Drüsiges Springkraut	xxx	xxx	xx	x	x	xxx		Himalaja
<i>Lonicera henryi</i>	Caprifoliaceae	Henrys Geissblatt		xx						China
<i>Lonicera japonica</i>	Caprifoliaceae	Japanisches Geissblatt	x	xx		x		xxx		E-Asien
<i>Ludwigia grandiflora</i> *	Onagraceae	Grossblütiges Heusenkraut		(x)					x	Amerika
<i>Ludwigia peploides</i> *	Onagraceae	Flutendes Heusenkraut							x	Amerika
<i>Lupinus polyphyllus</i>	Fabaceae	Vielblättrige Lupine	x	x	x	x	x	x		N-Amerika
<i>Myriophyllum aquaticum</i> *	Haloragaceae	Brasilianisches Tausendblatt		(x)					x	S-Amerika
<i>Polygonum polystachyum</i>	Polygonaceae	Vielähriger Knöterich	x	xx		x	x	xx		Himalaja
<i>Prunus laurocerasus</i>	Rosaceae	Kirschlorbeer	xx	xxx				xxx		W-Asien/ SE-Europa
<i>Prunus serotina</i>	Rosaceae	Herbst-Kirsche	x	x				xxx		N-Amerika
<i>Pueraria lobata</i>	Fabaceae	Kudzu, Kopoubohne						xxx		E-Asien
<i>Reynoutria japonica</i>	Polygonaceae	Japanischer Staudenknöterich	xxx	xxx	xxx	xx	xx	xxx		E-Asien
<i>Reynoutria sachalinensis</i>	Polygonaceae	Sachalin-Staudenknöterich	xx	xx		x		x		E-Asien
<i>Reynoutria x bohemica</i> *	Polygonaceae	Bastard-Knöterich	xx	xx				xxx		E-Asien
<i>Rhus typhina</i>	Anacardiaceae	Essigbaum	xxx	xxx	x	xx	x	xxx		N-Amerika
<i>Robinia pseudoacacia</i>	Fabaceae	Falsche Akazie, Robinie	xxx	xxx	xx	xxx	xxx	xx		N-Amerika
<i>Rubus armeniacus</i> *	Rosaceae	Armenische Brombeere	xxx	xxx						Kaukasus
<i>Senecio inaequidens</i>	Asteraceae	Schmalblättriges Greiskraut	xx	xxx	x	xx	x	xxx		S-Afrika
<i>Sicyos angulatus</i> *	Cucurbitaceae	Haargurke						(x)	x	N-Amerika
<i>Solanum carolinense</i> *	Solanaceae	Karolina-Nachtschatten							x	N-Amerika
<i>Solidago canadensis</i>	Asteraceae	Kanadische Goldrute	xxx	xxx	xx	xx	xx	xxx		N-Amerika
<i>Solidago gigantea</i>	Asteraceae	Spätblühende Goldrute	xxx	xxx	xx	xx	xx	xxx		N-Amerika
<i>Toxicodendron radicans</i> *	Anacardiaceae	Giftefeu							x	Asien, N-Amerika
<i>Trachycarpus fortunei</i>	Araceae	Hanfpalme		xx				xxx		E-Asien

Die Arten der **Watch List** haben ein mittleres bis hohes Ausbreitungspotential, sie können Schäden wie die Arten der Black List anrichten bzw. sie verursachen in anderen Ländern bereits solche Schäden. Die Verbreitung und Auswirkungen dieser Arten sind zu beobachten, damit bei Bedarf möglichst rasch Massnahmen ergriffen werden können. Die Watch-Liste umfasst (Stand September 2014) in der Schweiz 17 Arten (Tabelle 2). Die meisten der Arten der Watch List sind im Bestimmungsbuch enthalten, die nicht im Bestimmungsbuch aufgenommenen 3 Arten sind in der Tabelle 2 mit * bezeichnet. Auch für die meisten Arten der Watch List gibt es Informationsblätter, die öffentlich zugänglich sind (z. B. www.infoflora.ch/de/flora/neophyten/listen-und-infoblätter.html).

Schäden können aber nicht nur von fremden Arten verursacht werden. Auch einheimische Arten können lokal massiv auftreten und sind dann ebenso unerwünscht, z. B. *Cirsium arvense*, *Phragmites australis*, *Pteridium aquilinum*, *Rumex obtusifolius*, *Senecio erucifolia* und *Senecio jacobaea*.

Tabelle 2: Watch List der invasiven Neophyten der Schweiz (Stand September 2014; xxx = sehr häufig, xx = häufig, x = eher selten; * nicht im Bestimmungsbuch enthalten).

Wissenschaftlicher Name	Familie	Deutsch	Verbreitung						Herkunft	
			Jura	Mittelland	Alpen-Nordflanke	Westliche Zentralalpen	Östliche Zentralalpen	Alpen-Südflanke		
<i>Acacia dealbata</i>	Mimosaceae	Silberakazie, Falsche Mimose							xx	Australien
<i>Aster novi-belgii</i> agg.	Asteraceae	Neubelgische Aster	xx	xx		x			xx	N-Amerika
<i>Bassia scoparia</i> *	Chenopodiaceae	Besen-Radmelde, Besenkraut	x	x		xxx				Asien/ E-Europa
<i>Cornus sericea</i>	Cornaceae	Seidiger Hornstrauch	x	xx						N-Amerika
<i>Galega officinalis</i>	Fabaceae	Geissraute	x	xx		x		x		SW-Asien/ SE-Europa
<i>Helianthus tuberosus</i>	Asteraceae	Topinambur, Knollen-Sonnenblume	x	xx	x	x	x	xx		N-Amerika
<i>Impatiens balfourii</i>	Balsaminaceae	Balfours Springkraut	x	xx	x	x		xx		E-Asien
<i>Lysichiton americanus</i> *	Araceae	Amerikanischer Stinktierkohl		(x)						N-Amerika
<i>Opuntia humifusa</i>	Cactaceae	Feigenkaktus, Opuntie		x		xxx	x			N-Amerika
<i>Parthenocissus inserta</i>	Vitaceae	Gewöhnliche Jungfernebe	x	xx		x		x		N-Amerika
<i>Paulownia tomentosa</i>	Paulowniaceae	Paulownie, Blauglockenbaum	x	xx		x		xx		E-Asien
<i>Phytolacca americana</i>	Phytolaccaceae	Amerikanische Kermesbeere	x	x				xxx		N-Amerika
<i>Sagittaria latifolia</i>	Alismataceae	Breitblättriges Pfeilkraut	x	x				x		N-Amerika
<i>Sedum spurium</i>	Crassulaceae	Kaukasus-Fetthenne, Kaukasus-Mauerpfeffer	xx	xx	x	x	x	x		SW-Asien
<i>Sedum stoloniferum</i> *	Crassulaceae	Ausläuferbildender Mauerpfeffer		xx						SW-Asien
<i>Solidago graminifolia</i>	Asteraceae	Grasblättrige Goldrute		xx						N-Amerika
<i>Symphoricarpos albus</i>	Caprifoliaceae	Schneebeere	xxx	xx						N-Amerika

4 Standort

Pflanzenindividuen sind nicht mobil, sie müssen mit den an ihrem Standort herrschenden Bedingungen auskommen – oder sie gehen ein. Sie stehen deshalb in enger Wechselbeziehung zur Umwelt an ihrem Standort. Dabei wirken nicht nur die Standortfaktoren auf die Pflanzen, sondern umgekehrt beeinflussen Pflanzen auch ihren Standort. In dieser wechselseitigen Beziehung ist das Verständnis von Standorteigenschaften und ihrer Wirkung auf die Pflanzen von zentraler Bedeutung.

Über das Vorkommen von Pflanzenarten an einem Standort entscheiden v. a. zwei Dinge: ihre **physiologischen Möglichkeiten** und die **Konkurrenz anderer Pflanzen**. Unter ähnlichen Standortbedingungen kommen deshalb ähnliche Kombinationen von Pflanzenarten vor. Die vielfältige Kombination verschiedener Standorteigenschaften bewirkt eine Fülle unterschiedlicher Vegetationstypen. Die entscheidenden Faktoren sind Klima, Boden, Relief und Lebewesen.

4.1 Klima

Die mittlere Jahrestemperatur in der Schweiz beträgt auf 500m ü. M. rund 8.5°C. Pro 100m Höhenzunahme nimmt sie durchschnittlich um 0.5°C ab. Der mittlere Jahresniederschlag der Schweiz beträgt etwa 1450mm. Diese Angaben sind Jahresmittelwerte der Gesamtschweiz. Das Klima ist aber nicht in der ganzen Schweiz gleich. Unterhalb der Waldgrenze können drei Regionen mit verschiedenem Klima unterschieden werden:

- 1) **Jura, Mittelland** und die **Nordalpen** liegen im Bereich der West- bis Nordwinde und somit im Einflussbereich des Atlantiks. Hier haben wir relativ viele Niederschläge und hohe Luftfeuchtigkeit sowie einen mehr oder weniger ausgeglichenen Temperaturverlauf. Das Klima ist hier relativ **atlantisch**.
- 2) In den zentralalpinen Tälern (in der Schweiz im **Wallis** und im **Unterengadin**) haben wir geringe Niederschläge, hohe tägliche und jahreszeitliche Temperaturoegensätze und intensive Sonneneinstrahlung. Dieses Klima ist ähnlich wie im Inneren von Kontinenten (z. B. in weiten Teilen von Osteuropa und Zentralasien), hier haben wir ein relativ **kontinentales Klima**.

- 3) Die Region in den Südalpen im Bereich der norditalienischen Seen (vom Gebiet westlich des Lago Maggiore bis in die Region des Gardasees) wurde von den Römern Insubrien genannt (nach dem keltischen Stamm der Insubrer), zu dieser Region gehört auch der südliche Teil des Kantons Tessin. Insubrien zeichnet sich aus durch sehr viele Niederschläge, gekoppelt mit sehr vielen Sonnenstunden und gelegentlich längeren Trockenperioden sowie mit relativ hoher, ausgeglichener Temperatur. Dieses Klima nennt man **insubrisches Klima**.

Im Tiefland sind diese unterschiedlichen Klimata relativ ausgeprägt. Mit zunehmender Höhe über Meer werden die regionalen Unterschiede kleiner, in der alpinen Stufe (oberhalb von etwa 2000m ü.M.) sind die klimatischen Verhältnisse überall ähnlich. Das Klima dort wird **Gebirgsklima** genannt. Das Gebirgsklima zeichnet sich aus durch eine tiefe mittlere Temperatur, durch eine hohe Niederschlagsmenge, aber (wegen der tiefen Temperaturen) durch eine geringe Luftfeuchtigkeit, durch einen hohen Anteil an Niederschlag in Form von Schnee und durch jederzeit mögliche (im Sommer v. a. nächtliche) Fröste.

Zwei Aspekte des Klimas an einem Standort haben direkte Auswirkungen auf die Vegetation: die **Wärmemenge** und ihre Verteilung (tages- wie jahreszeitlich) sowie die **Niederschlagsmenge** und ihre jahreszeitliche Verteilung. Dies sei an zwei Beispielen erläutert:

Torfmoose (*Sphagnum* spp.) sind jene Pflanzen, die ein Hochmoor bilden. Damit sie wachsen können, braucht es genügend Niederschläge und nicht zu tiefe Temperaturen. Deshalb gibt es im Wallis (relativ kontinentales Klima mit wenig Niederschlag) und in der alpinen Stufe (tiefe Jahresmitteltemperaturen) kaum gut ausgebildete Hochmoore.

Die Rotbuche (*Fagus sylvatica*) ist der wichtigste Laubbaum in der Schweiz. Sie ist nördlich und südlich der Alpen (relativ atlantisches resp. insubrisches Klima) häufig. Im relativ kontinentalen Klima (Wallis, Unterengadin) ist die Sonneneinstrahlung grösser und somit der Wärmeeintrag am Tag höher. Die Buche würde in diesen Gegenden früher austreiben als nördlich und südlich der Alpen. Im kontinentalen Klima sind aber die Nächte kalt, Fröste können auch im Tiefland bis in den Frühsommer auftreten. Dies und die geringen Niederschlagsmengen erträgt die Rotbuche nicht. Deshalb kommt sie in den Zentralalpen nicht (oder zumindest nicht waldbildend) vor.

4.2 Boden

Der Boden ist das Produkt verschiedener **Prozesse**. Besonders wichtig sind die Verwitterung des Ausgangsgesteins (auch Muttergestein genannt), die Humusbildung aus organischen Bestandteilen, die Verlagerung und die Gefügebildung. Die Bodenbildung hängt von verschiedenen **Faktoren** ab: vom Gestein, vom Klima, vom Relief, von den Lebewesen und von der zur Verfügung stehenden Zeit für die Bodenbildung.

In einem Boden können mehr oder weniger deutlich verschiedene Schichten, sogenannte **Horizonte**, unterschieden werden. Sie sind das Produkt der Bodenbildungsprozesse und weisen meist unterschiedliche Eigenschaften auf. Um diese Horizonte zu sehen, muss der Boden bis

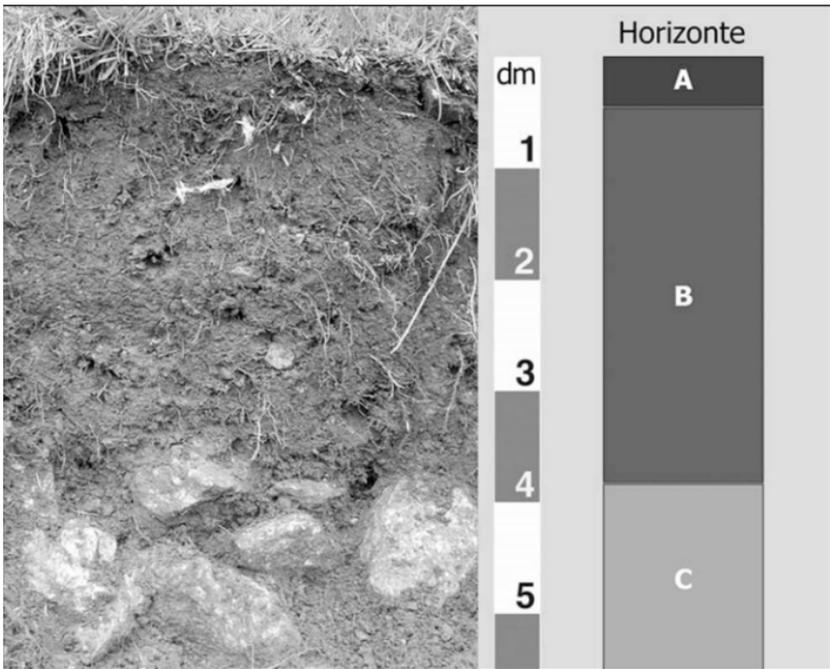


Abb. 1: Beispiel eines Bodenprofils, hier eine alpine Braunerde. Zuoberst liegt der **Horizont A** (hier ca. 5cm) mit organischem Material (verwittertes Pflanzenmaterial). Die darunter liegende Mineralerde (hier ca. 30cm) besteht aus verwittertem Ausgangsmaterial und wird **Horizont B** genannt. Zuunterst befindet sich das Ausgangsmaterial, dieses wird als **Horizont C** bezeichnet; hier beginnt dieser Horizont bereits in weniger als 40cm Tiefe, dieser Boden ist also wie viele alpine Böden ziemlich flachgründig. K.Osterwalder in Baltisberger M. & al., 2013. Systematische Botanik; v/dlf Hochschulverlag, Zürich.

zum Ausgangsgestein geöffnet werden; es muss ein sogenanntes **Bodenprofil** gegraben werden (siehe Abb. 1). Ein tiefer Boden wird tiefgründig genannt, einen wenig tiefen Boden nennt man flachgründig. Je tiefgründiger ein Boden ist, desto mehr Raum bietet er für die Wurzeln und desto grösser ist das potentielle Speichervolumen für Wasser und Nährstoffe. An einem Bodenprofil können viele der für die Pflanzen wichtigen Eigenschaften beurteilt werden: Nährstoff- und Wassergehalt, Luft- und Wärmehaushalt, Anteil an steinigem Material („Skelett“), pH-Wert (auf kalkreicher Unterlage meist basisch, auf Silikatgestein meist sauer). Die Böden werden nach ihrem Aufbau und ihren Eigenschaften in verschiedene Typen klassiert, wobei in der Natur die verschiedensten Entwicklungsstadien und viele Übergänge angetroffen werden.

4.3 Relief

Als Relief bezeichnet man die Lage im Gelände und die Form des Geländes. Neigung und Exposition können einen grossen Einfluss auf die Vegetation haben. So sind z. B. steile, südexponierte Hänge einer extremen Sonneneinstrahlung ausgesetzt, Nordhänge hingegen sind schattig und feucht (Abb. 2). In der alpinen Stufe mit ihren extremen klimatischen Bedingungen ist der Einfluss des Reliefs auch kleinräumig oft sehr auffallend. In Mulden wird der Schnee wegen der Windverfrachtungen angehäuft und bleibt deshalb mehrere Wochen länger liegen (Schneetälchen) als auf Kuppen und Graten oder auch in unmittelbar angrenzenden Flächen, von denen der Schnee durch den Wind verblasen wurde. Der Schnee ist ein guter Wärmeisoliator, der im kalten Winter die Pflanzen in den Mulden schützt; hier können deshalb auch frostempfindliche Pflanzen wachsen. Allerdings bleibt der Schnee wegen der dickeren Schicht hier auch viel länger liegen, was die Vegetationszeit verkürzt. Alpenrosen (einheimische Arten der Gattung *Rhododendron*) müssen im Winter schneebedeckt sein, damit sie die kalte Jahreszeit überleben, sie kommen deshalb nicht auf windgefehten Kuppen vor, wo der Schnee häufig verblasen wird. Die hier lebenden Pflanzen haben auch im Winter oft keine schützende Isolationsschicht des Schnees; deshalb wachsen auf Kuppen frostharte Pflanzen (z. B. *Loiseleuria procumbens*).

Andere topographische Situationen können ebenfalls einen grossen Einfluss auf die betroffenen Standorte und somit auf die Vegetation haben. In mechanisch belasteten Gebieten (z. B. in Lawinen- oder Steinschlaggrunten) haben es Bäume sehr schwer, da finden wir als Holzpflanzen oft flexible Sträucher oder sogar nur Krautpflanzen. Die Lage zu stehendem oder fliessendem Wasser kann ebenfalls einen

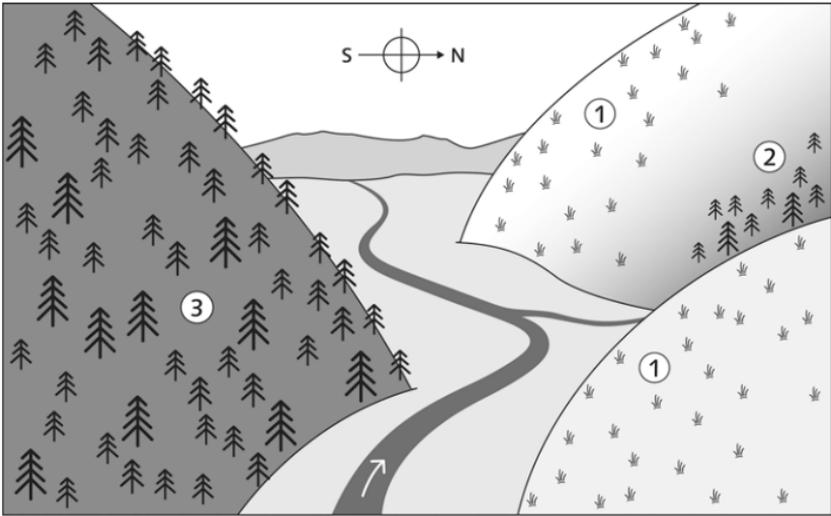


Abb. 2: Schematischer Querschnitt durch das Unterwallis mit der Rhone. Hier ist der Einfluss des Reliefs auf die Vegetation eindrücklich sichtbar: 1: Am südexponierten Hang auf der rechten Talseite ist es sehr trocken, hier wächst die Felsensteppe. 2: In den engen Seitentälern, in denen meist ein Bach fliesst und deshalb sowie wegen des geringen Windes die Luftfeuchtigkeit höher ist, findet man oft feuchte Schluchtwälder. 3: Am Nordhang auf der linken Talseite wächst Wald. Baltisberger M. & al., 2013. Systematische Botanik; v/dlf Hochschulverlag, Zürich.

grossen Einfluss haben. So beeinflusst das Relief die Hochwasserdynamik eines Flusses und damit auch die Auenlandschaft; dies äussert sich schlussendlich auch in der Vegetationszonierung der Auenlandschaft. An Seen beeinflusst das Relief die Wassertiefe, was direkten Einfluss auf die Vegetationen in den Verlandungsgebieten hat.

4.4 Lebewesen

4.4.1 Einfluss von Tieren, Mikroorganismen und Pflanzen

Tiere haben eine grosse Bedeutung als Bestäuber (v. a. Insekten) und als Ausbreiter von Samen oder Früchten. Beweidung (Verbiss, Tritt) durch Herbivoren fördert Arten, welche vorwiegend bodennahe Blätter besitzen und sich durch eine hohe Regenerationsfähigkeit, Unempfindlichkeit gegen Tritt (wie *Lolium perenne*, *Plantago major*, *Poa annua*) oder durch spezielle Schutzvorrichtungen (z. B. Dornen, Brennhaare, Giftstoffe) auszeichnen. Mikroorganismen spielen als Destruenten, Parasiten und Symbionten eine grosse Rolle. Unter den

Symbionten sind die Mykorrhizapilze in den Wurzeln der meisten Landpflanzen besonders wichtig. Bei gewissen Pflanzen wie *Fabaceae* und *Alnus* kann mit Hilfe symbiontischer Bakterien in Wurzelknöllchen Luftstickstoff fixiert werden.

Schliesslich wirken die Pflanzen selbst beträchtlich aufeinander (auch Individuen derselben Art!). Sie konkurrenzieren um Licht, Raum, Wasser und Nährstoffe. In der gegenseitigen Konkurrenz können sich zwei Arten ausschliessen, sie können miteinander in ein bestimmtes Gleichgewicht kommen, oder sie können sich gegenseitig ergänzen und fördern. Das natürliche Vorkommen der Waldbäume im Mittelland richtet sich weitgehend nach der Konkurrenzfähigkeit (insbesondere der Fähigkeit der Verjüngung) und nicht nach dem physiologisch möglichen oder optimalen Wachstum. Dies sieht man eindrücklich an den Vorkommen der Wald-Föhre (*Pinus sylvestris*). Sie dominiert nur unter Extremverhältnissen (sehr trocken oder sehr feucht und sauer). Unter günstigeren Bedingungen würde sie besser wachsen, aber dort wird sie durch die Laubbäume verdrängt.

4.4.2 Einwirkungen des Menschen

Mit seinen radikalen Eingriffen ist der Mensch einer der wichtigsten, die Landschaft prägenden Standortfaktoren. Insbesondere im Tiefland, aber auch in Bergregionen bewirtschaftet er seit langer Zeit einen grossen Teil der Landfläche. Dadurch hat er völlig neue Standorte und damit auch Vegetationen geschaffen, die ohne das Zutun des Menschen gar nicht oder zumindest in der Schweiz nicht auftreten würden. Die wichtigsten, durch den Menschen verursachten (= anthropogenen) Veränderungen sind die folgenden:

- Der Mensch nutzt die Wälder zur Gewinnung von Holz. Je nach Verwendungszweck fördert oder eliminiert er Arten oder pflanzt standortfremde Arten an. Im Mittelland entstanden dadurch spezielle Waldgesellschaften (z. B. der Eichen-Hagebuchenwald) oder Monokulturen (insbesondere der Fichte, *Picea abies*).
- Um Kulturlächen für Ackerbau und Viehwirtschaft zu gewinnen, hat der Mensch riesige Waldflächen gerodet. Auf all diesen ursprünglich bewaldeten Flächen gibt es nun Kulturland mit seinen spezifischen Bewirtschaftungsformen und somit auch speziellen Standortbedingungen: Äcker, Weinberge, Gärten, Wiesen, Weiden. Viele der dort bewusst geförderten oder auch als Begleitflora auftretenden Arten könnten ohne den Menschen hier nicht wachsen.
- Um den Ertrag zu erhöhen, werden viele Kulturlächen gedüngt und bewässert. Dies fördert schnellwüchsige und konkurrenzstarke Arten. Die intensive Nutzung (insbesondere Schnitt) eliminiert zusätz-

lich jene Arten, die diese Behandlung nicht ertragen. Deshalb sind intensiv genutzte Kulturen relativ artenarm. Zu den am intensivsten behandelten Vegetationen gehören die Zierrasen, die wöchentlich geschnitten und häufig gedüngt und gewässert werden; hier gedeihen nur wenige Arten (z. B. *Bellis perennis*, *Veronica filiformis*). Magerwiesen und andere Vegetationen nährstoffarmer Standorte sind hingegen meist artenreich, werden aber immer seltener.

- Durch bewusste oder zufällige Einfuhr fremder Arten (sog. Neophyten) kann die einheimische Flora bereichert werden. Da aber einige der eingeführten Fremdlinge sich auf Kosten einheimischer Arten ausbreiten und diese z. T. verdrängen oder sogar ganze Vegetationen verändern, können sie auch zu einem naturschützerischen Problem werden.
- Die Drainierung (Trockenlegung) von Feuchtgebieten ermöglicht eine intensivere Nutzung des Landes, hat aber auch zu einem drastischen Rückgang der ursprünglich weitverbreiteten Feuchtwiesen geführt. Diese sind heute stark gefährdet.
- Durch Überbauungen (Strassen, Siedlungen, Industrieanlagen) wurden grosse Flächen versiegelt (d. h., die Oberfläche ist kaum wasserdurchlässig). Dabei wurden aber auch neue Standorte geschaffen (Mauern, Ruderalstellen, Industriebrachen), in denen spezialisierte Pflanzengesellschaften gedeihen.
- Der Mensch beeinflusst Standorte und Vegetationen auch indirekt durch die Veränderung von Klimafaktoren oder durch Umweltverschmutzungen.

4.5 Beschreibung von Standorteigenschaften

4.5.1 Zeigerwerte

Viele Pflanzenarten können aus physiologischen Gründen oder wegen der Konkurrenz nur an speziellen Standorten wachsen. Diese Standortvorlieben lassen sich für jede Art wiedergeben mit ihren ökologischen Zeigerwerten (Landolt E. & al., 2010. Flora indicativa. 2. Auflage. Haupt Verlag, Bern), die sich auf einer Skala zwischen 1 und 5 bewegen. Die Zeigerwerte haben den Vorteil, einen klaren numerischen Vergleich zu ermöglichen. Da sie aber lediglich das Schwergewicht des ökologischen Vorkommens einer Art bezeichnen, wird in gewissen Fällen eine nicht vorhandene Genauigkeit vorgetäuscht. Zudem stellen die Werte den Mittelwert dar und geben keine Auskunft über die Streuung. Arten können auf einen sehr engen Bereich eines Faktors beschränkt und damit verlässliche Indikatoren für den jeweiligen Wert sein. Sie können aber auch einen grossen Bereich eines Fak-

tors tolerieren und zeigen damit eine grosse Streuung, die Aussagekraft ihres Mittelwertes ist deshalb eingeschränkt. Die ökologischen Zeigerwerte werden v. a. in der Pflanzensoziologie angewendet.

Zeigerwerte sind mittlerweile für viele verschiedene Standortfaktoren aller in der Schweiz vorkommenden Arten verfügbar, in vereinfachter und konzentrierter Form sind sie auch in die „Flora Helvetica“ (Lauber & al. 2012) übernommen worden. Ein Zeigerwert umschreibt jeweils die Menge des im Namen genannten „Parameters“; auf der 5er-Skala bedeutet dies, dass bei einer 1 wenig, bei einer 5 hingegen viel vom entsprechenden „Stoff“ vorhanden ist. Die Feuchtezahl F bezeichnet so z. B. die Menge des Wassers, die Nährstoffzahl N die Menge an Nährstoffen (insbesondere Stickstoff) und die Reaktionszahl R (auch Basenzahl genannt) die Menge an Basen (also den pH-Wert des Bodens; in Werten ausgedrückt entspricht die 1 einem pH-Bereich von 2.5–3.5, eine 5 dem Bereich von 6.5–8).

4.5.2 Zeigerpflanzen

Da einige Arten nur an Extremausprägungen von bestimmten Standortfaktoren wachsen und somit eine geringe Streuung bezüglich einzelner Standortfaktoren aufweisen, können sie als **Zeigerpflanzen** (Bioindikatoren) für eben diese Faktoren gelten. Besonders gute Zeigerarten sind jene mit den Extremwerten 1 oder 5. Aber auch Arten mit Zeigerwerten 2 oder 4 können gute Zeigerarten sein, wenn sie eine enge Streuung aufweisen. Mit der Kenntnis von Zeigerarten ist eine einfache Beurteilung von Standorten möglich, ohne dass z. T. aufwendige oder langwierige Messungen vorgenommen werden müssen. So zeigt zum Beispiel das Vorkommen von *Carex firma* einen sehr basenreichen und nährstoffarmen Standort an, die Reaktionszahl von *Carex firma* ist dementsprechend 5 und die Nährstoffzahl 1; *Urtica dioica* hingegen zeigt eine grosse Streuung betreffend des pH-Wertes des Bodens, kommt aber nur an nährstoffreichen Standorten vor, die Reaktionszahl von *Urtica dioica* ist 3, die Nährstoffzahl aber 5.

Als **Vikarianten** (= ökologische Stellvertreter) bezeichnet man nahe verwandte Arten, die relativ enge ökologische Ansprüche zeigen, sich aber in diesen unterscheiden und darum unterschiedliche Standorte besiedeln. Durch die Bezeichnung als Vikarianten wird eine Beziehung zwischen diesen Arten hergestellt. Solche Beziehungen weisen nicht nur auf die komplementären Standorte hin, sie strukturieren auch die Information zu den betreffenden Arten und können dadurch das Memorieren erleichtern. Am besten bekannt sind Vikarianten bezüglich des pH-Wertes des Bodens, z. B. *Androsace vandellii* (*Primulaceae*) mit R2 und *Androsace helvetica* mit R5, *Gentiana acaulis* (*Gentianaceae*) mit R2 und *Gentiana clusii* mit R5, *Pulsatilla apiifolia* (*Ranunculaceae*) mit

R2 und *Pulsatilla alpina* mit R4 sowie *Rhododendron ferrugineum* (*Ericaceae*) mit R2 und *Rhododendron hirsutum* mit R4.

4.5.3 Ökogramme

Standortfaktoren stehen in vielfältigen, sich gegenseitig beeinflussenden Beziehungen. Um diese Komplexität übersichtlich darzustellen, können Ökogramme verwendet werden. Dabei werden in einem zwei-dimensionalen Diagramm zwei Standortfaktoren miteinander in Beziehung gebracht. Im Prinzip ist dies mit jeder Kombination von Faktoren machbar. Es hat sich aber eingebürgert, dass Ökogramme die beiden Faktoren Wasser und pH-Wert des Bodens enthalten (Abb. 3).

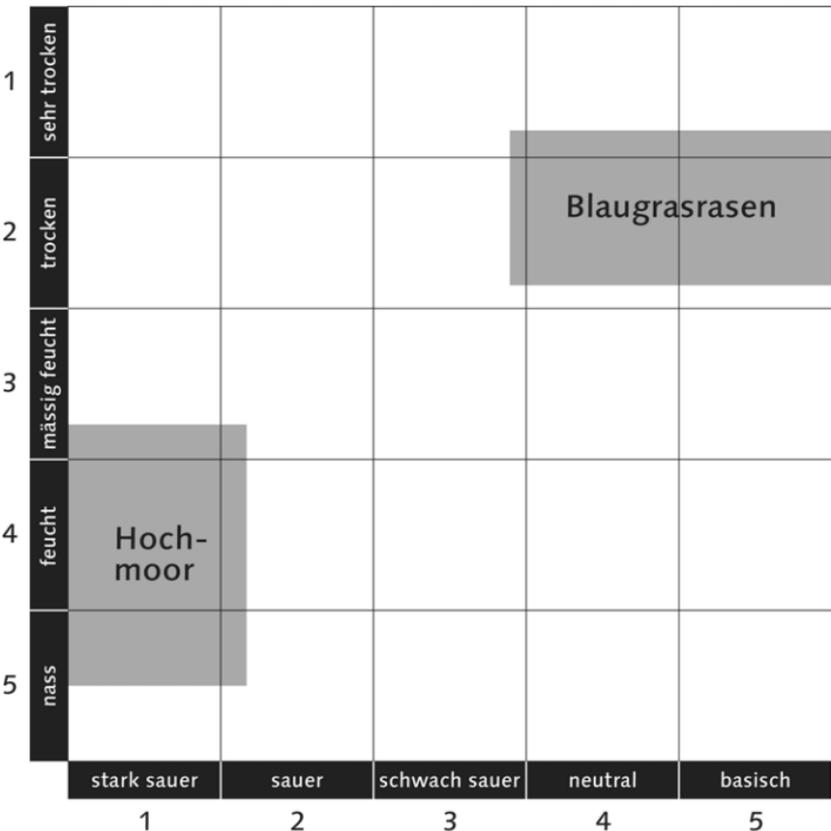


Abb. 3: Aufbau eines Ökogramms. Schematische Darstellung der Standortfaktoren „Wasser“ und „pH-Wert des Bodens“, jeweils mit einer 5wertigen Skala. In einem Ökogramm lassen sich die Standortbereiche einer Vegetation visualisieren. Beispiele: Hochmoore kommen nur im nassen und stark sauren Bereich vor. Der Blaugrasrasen wächst an trockenen und basischen Standorten. Baltisberger M. & al., 2013. Systematische Botanik; v/d/f Hochschulverlag, Zürich.

Sie haben sich als die beiden wichtigsten Faktoren herausgestellt. Die Bedeutung des Faktors Wasser ist intuitiv verständlich. Der pH-Wert des Bodens steht in komplexer Beziehung zu verschiedenen weiteren Faktoren (z. B. Kalkgehalt, Streuabbau, Nährstoffverfügbarkeit).

In einem Ökogramm lassen sich Pflanzengesellschaften eintragen, aber auch die ökologischen Möglichkeiten einer Art lassen sich mittels eines Ökogrammes darstellen. Um ein Ökogramm für eine Pflanzengesellschaft zu erstellen, können die Zeigerwerte der für die Gesellschaft wichtigen Arten in einem Ökogramm eingetragen werden. Aus diesen Punkten kann der für diese Pflanzengesellschaft charakteristische Bereich definiert werden. Die Bereiche sind in der Natur aber kaum scharf abgegrenzt, obwohl ein Ökogramm dies so erscheinen lässt.

5 Höhenstufen

Pflanzen wachsen dort, wo sie von ihren physiologischen Möglichkeiten her wachsen können und von der Konkurrenz anderer Pflanzen nicht verdrängt werden. Da die Temperatur mit der Höhe über dem Meer abnimmt, wachsen viele Arten nur in bestimmten Höhenbereichen. Dies führt zu einer offensichtlichen Gliederung der Vegetation im Höhengradienten. Besonders auffallend ist der Wechsel der Wuchsform an der Baumgrenze, wo das Vorkommen der Bäume endet und darüber nur noch niedrigwüchsige Pflanzen vorkommen (krautige Pflanzen und Zwergsträucher). Die durch das regelmässige Vorkommen charakteristischer Pflanzenarten gekennzeichneten Höhenabschnitte werden **Höhenstufen** genannt (Abb. 4). Die Grenzen zwischen den verschiedenen Höhenstufen sind häufig nicht scharf, sondern sie gehen meistens in einem mehr oder weniger breiten Bereich ineinander über. Zudem kann der Mensch durch Eingriffe in die Vegetation die natürlichen Grenzen nachhaltig verändern. So wurde z. B. die Baumgrenze durch den Menschen an vielen Orten nach unten verschoben (z. B. Abholzung und Beweidung).

In Europa werden die Höhenstufen (ausser alpine Stufe) meist nach der oberen Grenze wichtiger Waldbäume definiert. Wir unterscheiden für die Schweiz 4 von meist dichten Vegetationen bewachsene Hauptstufen, die auch noch feiner unterteilt werden können:

- **Kolline Stufe** (Hügelstufe, Eichen-Buchen-Stufe): Die obere Grenze wird durch die oberen Vorkommen von Eichen (*Quercus*) gebildet. Die kolline Stufe wird dominiert von sommergrünen Laubwäldern. Neben den mit ihren oberen Vorkommen die Grenze markieren-

den Arten der Gattung *Quercus* ist nördlich der Alpen v. a. *Fagus sylvatica* häufig und oft dominierend. In den Zentralalpen ist v. a. *Quercus pubescens* waldbildend, allerdings sind diese Wälder durch den Menschen stark dezimiert. Südlich der Alpen gibt es artenreiche Laubmischwälder. Ähnlich hoch wie die Arten der Gattung *Quercus* steigen bei uns die Kulturpflanzen *Juglans regia* (Walnussbaum), *Vitis vinifera* (Weinrebe) und *Zea mays* (Mais). Getreide und Obst wird in den Nord- und Südalpen meist auch nur bis zu dieser Grenze angebaut.

- **Montane Stufe** (Bergstufe): Diese Höhenstufe gibt es in 2 verschiedenen Ausprägungen, je nach Klimaregion; diese beiden Formen können auch als unterschiedliche Bergstufen angesehen und dann auch verschieden benannt werden. Im Jura, im Mittelland und in den Nordalpen mit relativ atlantischem Klima sowie in den Südalpen mit insubrischem Klima wird die obere Grenze durch die oberen Vorkommen von *Fagus sylvatica* gebildet (Weisstannen-Buchen-Stufe). In den Zentralalpen mit relativ kontinentalem Klima, wo die Buche nicht waldbildend vorkommt, wird die obere Grenze durch die oberen Vorkommen von *Pinus sylvestris* gebildet (Kontinentale Bergstufe, Waldföhren-Stufe).

Die natürliche Vegetation in der montanen Stufe besteht nördlich und südlich der Alpen aus Wäldern, in denen *Fagus sylvatica* häufig und oft dominierend ist. Daneben sind *Abies alba* und (v. a. in der oberen montanen Stufe) auch *Picea abies* häufig. In den Zentralalpen kommt *Fagus sylvatica* nicht vor, hier bildet *Pinus sylvestris* ausgedehnte Wälder, in die von oben *Picea abies* eindringt.

- **Subalpine Stufe** (Gebirgsstufe, Nadelwaldstufe): Diese Stufe geht bis zur Baumgrenze; sie wird je nach Region und Untergrund v. a. von *Picea abies*, aber auch von *Pinus mugo*, *Pinus uncinata* oder *Larix decidua*/*Pinus cembra* gebildet.

Die natürliche Vegetation der subalpinen Stufe besteht aus Nadelwäldern, in denen meist *Picea abies* die dominierende Art ist. In den Zentralalpen ist häufig *Larix decidua* und in höheren Lagen *Pinus cembra* beigemischt. Auf wenig tiefgründigen und somit trockenen Standorten (z. B. auf Dolomit oder Serpentin) bildet *Pinus uncinata* ausgedehnte Bestände, in zusätzlich mechanisch belasteten Standorten (Erdrutsche, Lawinen) wächst *Pinus mugo*. In nordexponierten, feuchten Lagen kann *Alnus viridis* in dichten, grossen Beständen vorkommen.

- **Alpine Stufe** (Hochgebirgsstufe, Rasenstufe): Diese Stufe geht hinauf bis zur Vegetationsgrenze. Sofern die Bodenverhältnisse stabil sind, wachsen in der alpinen Stufe geschlossene Rasen (niederwüchsige Wiesen).

Oberhalb dieser 4 vegetationsreichen Hauptstufen kann eine weitere Höhenstufe definiert werden:

- **Nivale Stufe** (Schneestufe): In dieser Stufe gibt es keine geschlossene Vegetation mehr. Im unteren Teil dieser Stufe treten noch regelmässig, aber sehr zerstreut Blütenpflanzen auf (v. a. Schuttpflanzen). Im oberen Teil hingegen kommen ausser in relativ warmen Felsnischen keine Blütenpflanzen mehr vor. Hier wachsen wenige Moose, einige Algen und viele Flechten.

Als weitere Stufe wird die **planare Stufe** noch unterhalb der kollinen Stufe unterschieden, sie tritt in der Schweiz aber nicht auf. Die planare Stufe wird einerseits über die Höhenlage (unter 200m ü.M.) und andererseits über die Geländeform (ausgedehnte Ebenen ohne oder nur mit wenig ausgeprägten Erhebungen) charakterisiert. Sie ist in Mittel-, Nord- und Osteuropa grossflächig vertreten (mittel- und nordeuropäisches Tiefland von der flandrischen Küste bis weit nach Osteuropa sowie die grossflächigen Niederungen des Donaulaufes in Mittel- und Osteuropa). Die Vegetationen umfassen Laubwälder (v. a. Eichenwälder in verschiedenen Ausprägungen), Föhrenwälder (v. a. auf sandigen und schotterreichen Böden), Auenwälder (entlang der grossen Flüsse) sowie verschiedene Steppen (v. a. in Osteuropa).

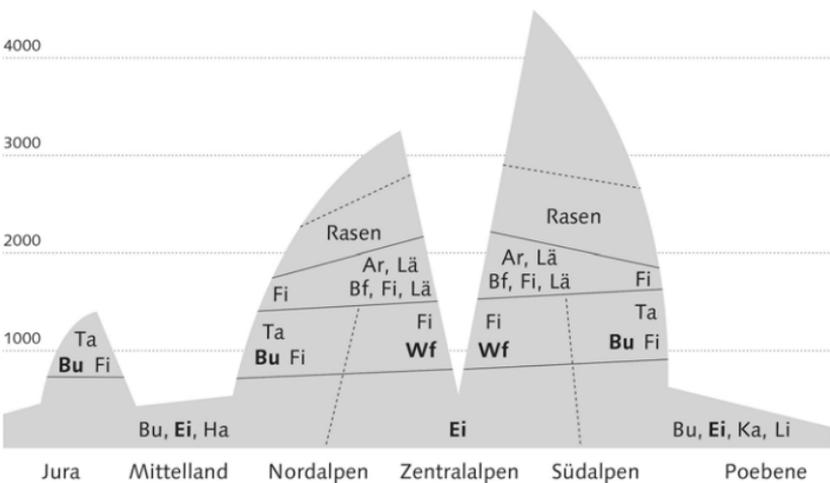


Abb. 4: Höhenstufen auf einem schematischen Querschnitt vom Jura bis in die Poebene, mit Angabe der jeweils wichtigsten Baumgattungen resp. -arten (die Definitionstaxa sind fett eingetragen). Ar = Arve, Bf = Bergföhre, Bu = Buche, Ei = Eiche, Fi = Fichte, Ha = Hagebuche, Ka = Kastanie, Lä = Lärche, Li = Linde, Ta = Tanne, Wf = Waldföhre, gepunktete Linie = Vegetationsgrenze. Baltisberger M. & al., 2013. Systematische Botanik; v/d|fHochschulverlag, Zürich.

6 Biogeographische Regionen und Lebensräume

Die Schweiz kann in 6 **biogeographische Regionen** eingeteilt werden (Abb. 5). Die Regionen unterscheiden sich in ihrem Klima, ihrer Topographie und/oder ihrer Geologie.

- Das **Mittelland** ist über weite Strecken mehr oder weniger tief gelegen und flach bis leicht hügelig. Es besteht aus Erosionsmaterial der Gebirge und aus Moränenmaterial, das von Gletschern beim Rückzug nach den Eiszeiten zurückgelassen wurde. Hier ist das Klima relativ atlantisch.
- Der **Jura** umfasst mittelhohe Regionen und besteht fast ausschliesslich aus Kalkgesteinen. Das Klima ist atlantisch geprägt.
- Die **Nordalpen** umfassen ebenfalls mittelhohe Regionen. Hier hat es viele Kalkberge, aber auch Berge aus silikathaltigen Gesteinen. Das Klima ist atlantisch beeinflusst.
- In den **Westlichen Zentralalpen** resp. den **Östlichen Zentralalpen** liegen die höchsten Berge der Schweiz und die Unterlage ist vielfältig (Kalke und Silikate). In tiefen Lagen der grossen Täler (Wallis und Unterengadin) herrscht ein kontinental geprägtes Klima, in höheren Lagen ist das Gebirgsklima vorherrschend.
- Der nördliche Teil der **Südalpen** besteht v. a. aus silikatischen Bergen von recht ansehnlicher Höhe, hier ist das Gebirgsklima ausgeprägt. Im südlichen Teil hat es einige Kalkberge und tiefe Täler mit grossen Seen. In tiefen Lagen ist das Klima insubrisch.

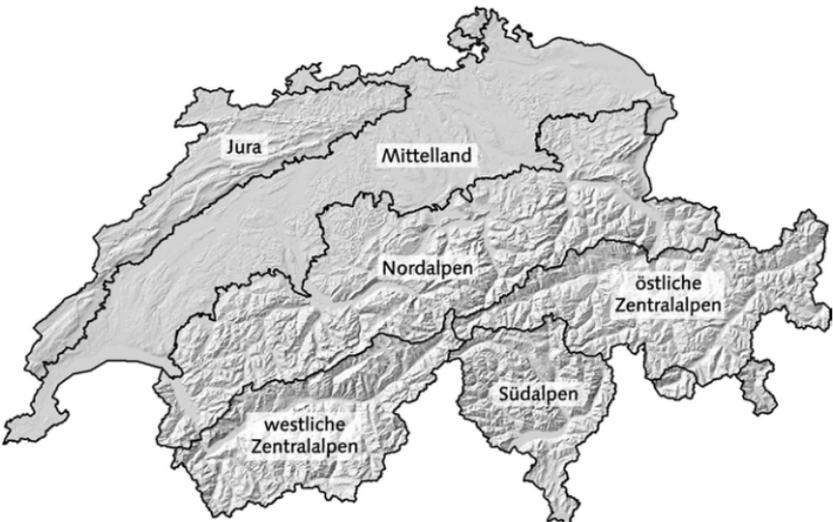


Abb. 5: Biogeographische Regionen der Schweiz. Infoflora (GEOSTAT, BAFU, Bern).

Landschaften sind gegliedert in unterschiedliche, strukturell charakterisierbare Regionen, in denen typische und z. T. ausschliesslich dort vorkommende Organismen leben. Diese sogenannten **Lebensräume** können physiognomisch beschrieben (Gesamtbild, Vegetationsstruktur, Farben etc.) und durch ökologische Angaben (wichtige Standortbedingungen wie Bodentyp, Dynamik, Mikroklima etc.) charakterisiert werden. Die Angabe von Charakter- und Kennarten (dominante und/oder für diesen Lebensraum charakteristische, d. h. hauptsächlich oder ausschliesslich hier vorkommende Arten) erlaubt einen Vergleich mit den Pflanzengesellschaften der Pflanzensoziologie.

Strukturell verwandte Lebensräume (sog. Lebensraumtypen) werden in einer Lebensraumkategorie (auch Lebensraumgruppe genannt), ähnliche Lebensraumkategorien in einen Lebensraumbereich zusammengefasst.

Für die Schweiz werden **9 Lebensraumbereiche** unterschieden (Delarze R. & Gonseth Y., 2008. Lebensräume der Schweiz. 2. Auflage. Ott Verlag, Bern):

- 1 Gewässer
- 2 Ufer und Feuchtgebiete
- 3 Gletscher, Fels, Schutt und Geröll
- 4 Grünland (Naturrasen, Wiesen und Weiden)
- 5 Krautsäume, Hochstaudenfluren und Gebüsche
- 6 Wälder
- 7 Pioniervegetation gestörter Plätze (Ruderalstandorte)
- 8 Pflanzungen, Äcker und Kulturen
- 9 Bauten und Anlagen (ohne Vegetation)

Alle Einheiten werden mit einem hierarchischen Dezimalsystem kodiert, wobei die Bereiche mit 1, die Kategorien mit 2 und die Typen mit 3 oder 4 Ziffern charakterisiert werden. Beispiel: Der Lebensraumbereich „Wälder“ hat die Ziffer 6, mit der Ziffer 6.2 werden „Buchenwälder“ kodiert, und der „Waldmeister-Buchenwald“ trägt die Ziffer 6.2.3; mittels einer vierten Ziffer kann bei Bedarf noch weiter unterteilt werden.

7 Sukzession und Dynamik

Beim Betrachten von Vegetationen mag der Eindruck entstehen, dass eine Gesellschaft jeweils einen stabilen und fixierten Zustand einer Gemeinschaft von Pflanzenarten darstellt. Dies ist aber nicht der Fall. Die an einer bestimmten Stelle vorhandene Gesellschaft ist nicht sta-

tisch, sondern eine sich verändernde Verflechtung von Organismen im Zusammenspiel mit den jeweiligen abiotischen Faktoren. Pflanzengesellschaften unterliegen einer Entwicklung, wobei sich die verschiedenen Elemente (biotische wie auch abiotische!) gegenseitig beeinflussen. Diese Dynamik der Vegetationsentwicklung und das Durchlaufen von verschiedenen Entwicklungsphasen nennt man **Sukzession**.

Dieser Vorgang ist in Abb. 6 schematisch dargestellt: An einem neu entstandenen, unbesiedelten Standort (1; z. B. Schutthalde, Ruderalstelle, Kiesbank) setzt die Sukzession (Vegetationsentwicklung) ein, bei der eine Pioniervegetation (2) allmählich durch langsame Veränderungen in eine Schlussvegetation (4) übergeht, die sich unter den vorhandenen Standortbedingungen nicht mehr ändert. Der Vorgang gründet auf der langsamen Veränderung des Standortes durch die Vegetation. Die Pionierpflanzen (und natürlich auch die später auftretenden Pflanzen) geben durch die Wurzelatmung CO_2 in den Untergrund ab. Das gasförmige CO_2 reagiert mit Wasser, die daraus resultierende Kohlensäure bewirkt erste Verwitterungsvorgänge des Ausgangsgesteins. Die Pflanzen produzieren organisches Material, das nach dem Absterben zur Bildung von Humus beiträgt. Beide Prozesse tragen zur Bodenbildung bei. Je weiter der Boden entwickelt ist, desto

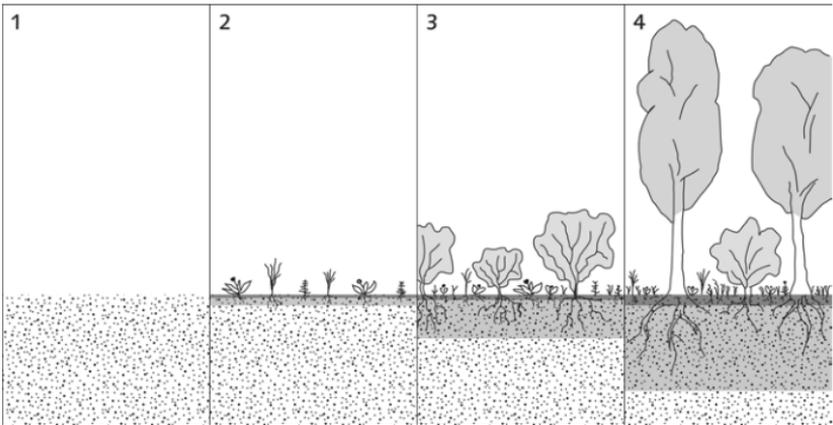


Abb. 6: Sukzession (schematisch) von einem neu entstandenen, vegetationslosen Pionierstandort (1) über Pioniervegetation (2) und Übergangsvvegetation (3) zu einer Schlussvegetation (4). Bodenbildung und Vegetationsentwicklung verlaufen parallel, dies verändert den Standort. 1: Unbesiedelter Pionierstandort. 2: Erste Pflanzen (Pioniervegetation) bewirken erste Veränderungen im Boden. 3: Tiefgründigerer Boden ermöglicht das Aufkommen einer dichteren Vegetation mit anspruchsvolleren und grösseren Pflanzen. 4: Tiefgründigen Boden findet man unter der Schlussvegetation (meist Wald). Baltisberger M. & al., 2013. Systematische Botanik; v/d/f Hochschulverlag, Zürich.