



Wandel der Biodiversität in der Schweiz seit 1900

Ist die Talsohle erreicht?

Thibault Lachat / Daniela Pauli / Yves Gonseth /
Gregor Klaus / Christoph Scheidegger / Pascal Vittoz /
Thomas Walter (Red.)

Haupt



BRISTOL-STIFTUNG
Ruth und Herbert Uhl-Forschungsstelle
für Natur- und Umweltschutz

Bristol-Schriftenreihe Band 25



BRISTOL-STIFTUNG
Ruth und Herbert Uhl-Forschungsstelle
für Natur- und Umweltschutz

■ Haupt

Herausgeber
Ruth und Herbert Uhl-Forschungsstelle für Natur- und Umweltschutz,
Bristol-Stiftung, Zürich
www.bristol-stiftung.ch

Redaktion: Thibault Lachat, Daniela Pauli, Yves Gonthier, Gregor Klaus,
Christoph Scheidegger, Pascal Vittoz, Thomas Walter

Wandel der Biodiversität in der Schweiz seit 1900

Ist die Talsohle erreicht?

! Haupt

Ein Projekt des Forum Biodiversität Schweiz der Akademie der Naturwissenschaften (SCNAT), unterstützt von der Bristol-Stiftung, vom Bundesamt für Umwelt (BAFU) und dem Bundesamt für Landwirtschaft (BLW).

Redaktion

Dr. Thibault Lachat, Dr. Daniela Pauli, Dr. Yves Gonseth, Dr. Gregor Klaus,
Prof. Dr. Christoph Scheidegger, Dr. Pascal Vittoz, Thomas Walter

Adresse der Redaktion

Forum Biodiversität Schweiz, Akademie der Naturwissenschaften (SCNAT)
Schwarztorstr. 9, CH-3007 Bern, daniela.pauli@scnat.ch

Kapitelverantwortliche

Prof. Dr. Bruno Baur, Prof. Dr. Peter Duelli, Dr. Manuela di Giulio,
Dr. Yves Gonseth, Dr. Gregor Klaus, Dr. Thibault Lachat, Dr. Catherine Lambelet,
Prof. Dr. Wolfgang Nentwig, Dr. Daniela Pauli, Sarah Pearson, Dr. Armin Peter,
Prof. Dr. Christoph Scheidegger, Dr. Pascal Vittoz, Thomas Walter, Dr. Eric Wiedmer
Liste aller Autorinnen und Autoren im Anhang

Übersetzungen aus dem Französischen (Kap. 5, 7 und 11; z.T. Kap. 2 und 13)
Hansjakob Baumgartner

Layout

Jacqueline Annen, Maschwanden

Umschlag und Illustration

Atelier Silvia Ruppen, Vaduz

Zitierung

LACHAT, T.; PAULI, D.; GONSETH, Y.; KLAUS, G.; SCHEIDEGGER, C.; VITTOZ, P.;
WALTER, T. (Red.) 2010: Wandel der Biodiversität in der Schweiz seit 1900. Ist die
Talsohle erreicht? Zürich, Bristol-Stiftung; Bern, Stuttgart, Wien, Haupt. 435 S.

Zitierung einzelner Kapitel

KAPITELAUTOREN, 2010: Kapiteltitel. In: LACHAT, T.; PAULI, D.; GONSETH, Y.; KLAUS,
G.; SCHEIDEGGER, C.; VITTOZ, P.; WALTER, T. (Red.) Wandel der Biodiversität in der
Schweiz seit 1900. Ist die Talsohle erreicht? Zürich, Bristol-Stiftung; Bern, Stuttgart,
Wien, Haupt. S. x–y.

ISBN 978-3-258-07569-3 (Buch)

ISBN 978-3-258-47569-1 (E-Book)

Alle Rechte vorbehalten

Copyright © 2010 by Haupt Berne

Jede Art der Vervielfältigung ohne Genehmigung des Verlages ist unzulässig.

Copyright © Fotos: Bildautoren

www.haupt.ch

Abstract

Biodiversity in Switzerland from 1900 to the present – has decline bottomed out?

Biodiversity – the variety of life on Earth – is the very foundation of our livelihood. Its economic, ecological, social and aesthetic value cannot be overstated. In 2002, the heads of states and governments met at the Earth Summit on Sustainable Development (Johannesburg) and called for “the achievement by 2010 of a significant reduction in the current rate of loss of biological diversity”. The Ministers of Environment and Heads of Delegations from 51 countries from Europe went a step further: at the 5th “Environment for Europe” Ministerial Conference held in May 2003 in Kiev, they reinforced their objective to halt the loss of biodiversity at all levels by the year 2010. Have we achieved these targets? The present study provides well-documented answers to this question for Switzerland, based on scientific facts.

The overall analysis shows that Switzerland suffered heavy biodiversity losses from 1900 to 1990. During the last 20 years programmes and activities for the conservation of biodiversity have succeeded in reducing or even halting the loss of elements of biodiversity, some of them even showing signs of recovery. However, especially in the lowlands, e.g. the Central Plateau and the densely populated alpine valleys, these welcome signs of recovery take place from a low baseline level of biodiversity in contrast to mountain areas where a biodiversity baseline is ascertained.

Overall, the study concludes that biodiversity loss has not been halted in Switzerland; the curve has not yet bottomed out. Our projections to the year 2020 even show that to achieve a real recovery, i.e. a general reversal of biodiversity loss, significant additional efforts are needed at all levels. The main pressures to be addressed as a matter of priority include the intensification of agricultural activity, especially in mountain regions, the extremely high pressure on aquatic ecosystems, urban sprawl, the expansion of tourism and leisure activities and the ecosystem fragmentation related to previous deterioration. Already rare species and habitats will come under additional pressure from new threat factors such as invasive species and climate-change impacts.

Even stabilising biodiversity in Switzerland at the present level will call for substantially greater commitment to its conservation and sustainable use. And once losses have been halted, there is still no guarantee that important ecosystem services such as buffering climate change and purifying water can be maintained in the long term. The precautionary principle amongst others dictates that Switzerland should protect its biodiversity on a broad-scale basis. This can only succeed if all sectors of society and politics honour their responsibilities to biodiversity. The Federal Council and the Swiss Parliament have the opportunity to initiate this breakthrough by adopting a national biodiversity strategy, which is currently being elaborated, and by setting a coherent framework for its implementation.

Keywords: biodiversity, 2010 targets, ecosystem services, threat factors, biodiversity losses, need for action, precautionary principle, biodiversity strategy

Zum Geleit

Vor acht Jahren haben sich die Vertragsstaaten der Biodiversitätskonvention in Johannesburg angesichts des massiven Rückgangs der Biodiversität zum Ziel gesetzt, bis 2010 die Verlustrate zu reduzieren. Europa setzte sich gar das Ziel, den Verlust gänzlich zu stoppen. Die in diesem Band präsentierte Bilanz für die Schweiz zeigt, dass wir von einem Stopp noch weit entfernt sind; das gleiche dürfte für die weltweit angestrebte Reduktion gelten.

Vor allem für das Mittelland wird nahezu eine Bankrotterklärung für die Biodiversität abgegeben. Wenig besser sieht es für den Göllegürtel in den nördlichen Vor-alpen aus, wo der Stickstoffanteil in den Böden kontinuierlich steigt. Wir hatten als Naturschützer wohl allzu lange einzelne Arten im Fokus und weniger die ganzen Ökosysteme.

Unsere Gesellschaft sieht sich einer massiven Verknappung der natürlichen Ressourcen ausgesetzt. Die Konsequenzen der Biodiversitätsverluste auf die Ökosystemfunktionen und Ökosystemleistungen standen bisher allerdings zu wenig im Zentrum der Betrachtung. Bodenfruchtbarkeit, Erosionsschutz, Wasserrückhaltevermögen, Sicherheit, Landschaftsqualität und Kohlenstoffspeicherung sind hier wichtige Stichworte. Das was eine «nachhaltige Bodennutzung» ausmacht, muss endlich umfassend in die Landnutzungspolitik einfließen. Ein festgestellter vierfacher «ökologischer Fussabdruck» in der Schweiz ist mit nachhaltiger Entwicklung alles andere als kompatibel.

Bereits zeichnen sich durch invasive Arten, Klimaveränderung und dem steigenden Anbau von Biomasse für die Energiegewinnung neue negative Auswirkungen auf Biodiversität und Landschaftsqualität ab. Im Waldareal droht beispielsweise der bestehende hohe Vorrat in gut erreichbaren Lagen undifferenziert verfeuert zu werden. Der CO₂-Speicher und Lebensraum Wald wird damit wieder zum Holzanbaugesbiet. Generell muss die Ressource der «reich strukturierten Kulturlandschaft» deutlicher als ideeller Wert erkannt und entwickelt werden.

Die UNO hat das Internationale Jahr der Biodiversität ausgerufen. Ist dies ein neuer Anlauf, das 2010-Ziel in den kommenden Jahren doch noch zu erreichen? Das vorliegende Buch dokumentiert auf der Basis wissenschaftlicher Grundlagen, wie sich die verschiedenen Aspekte der biologischen Vielfalt seit 1900 entwickelt haben und leitet Prognosen für die Zukunft ab. Wir besitzen damit eine fundierte Analyse mit Einschätzungen von Expertinnen und Experten für die verschiedenen Lebensräume und Biodiversitätskomponenten. Wir erhalten aber auch Handlungsempfehlungen.

Die Erkenntnisse müssen nun in die nationale Biodiversitätsstrategie einfließen. Diese soll einen Politikprozess in Gang setzen, welcher die Umsetzung ökologischer Massnahmen unterstützt. Entsprechende Weichenstellungen sind aus eigenem Interesse unerlässlich. Das Bewusstsein für den ethischen, ästhetischen und wirtschaftlichen Wert der Biodiversität muss allerdings noch deutlich erhöht werden. Mit dieser Schrift und deren Bekanntmachung wird ein wertvoller Beitrag seitens der Wissenschaft geleistet. Hierfür sprechen wir dem Forum Biodiversität Schweiz mit allen beteiligten Expertinnen und Experten unseren Dank aus.

Mario F. Broggi
Stiftungsrat Bristol-Stiftung, Zürich

Dank

Die vorliegende Biodiversitätsstudie hätte ohne die grosszügige Unterstützung der Bristol-Stiftung, des Bundesamtes für Umwelt, des Bundesamtes für Landwirtschaft und der Akademie der Naturwissenschaften Schweiz nicht in diesem Ausmass und in dieser Form realisiert werden können. Ihnen allen gebührt ein grosser Dank.

Zahlreiche Personen haben alle oder einzelne Kapitel kritisch gelesen und kommentiert und/oder unpublizierte Datensätze und weiteres Fachwissen beige-steuert: Angeline Bedolla, Hans Bienz, Herbert Billing, Markus Bolliger, Fabio Bontadina, Martina Brennecke, Alfred Brülisauer, Reto Burkard, Ariane Cail-laux, Alice Cibois, Francis Cordillot, Stefan Eggenberg, Kurt Eichenberger, Markus Fischer, Laurent Gogniat, Kurt Grossenbacher, Andreas Gygax, Verena Hefti, Felix Herzog, Agneta Heuman, Raimund Hipp, Urs Känzig, Urs Kuhn, Catherine Marguerat, Robert Meier, Marco Moretti, Werner Müller, Matthias Plattner, Eduard Ramp, Tobias Roth, Thomas Sattler, Jürg Schenker, Reinhard Schnidrig, Irmi Seidl, André Stapfer, Thomas Stirnimann, Hans-Peter Stutz, Sabine Tschäppeler, Peter Vogel, Samuel Vogel, Bertrand von Arx, Rudolf Weidmann, Markus Wildisen, Michael Winzeler, Christine Wisler, Thomas Wohlgemuth, Friedrich Wulf, Adrian Zangger, Blaise Zaugg, Michael Zemp, Peter Zopfi. Ihnen allen möchten wir an dieser Stelle ganz herzlich danken.

Zahlreiche Fotografen haben uns ihre grossartigen Fotos kostenlos zur Verfügung gestellt, wofür wir uns vielmals bedanken. Ein ganz spezieller Dank geht an Ruth Landolt und Jacqueline Annen für das schöne Layout und die Geduld und Nachsicht bei der etappenweisen Lieferung der einzelnen Kapitel und bei den vielen Textänderungen in der Layoutversion.

Die Autorinnen und
Autoren

Inhalt

Abstract	5
Zum Geleit	7
Dank	8
Vorwort	13
1 Den Wandel der Biodiversität aufzeigen – ein Indizienprozess	15
1.1 Biodiversität unter Druck	15
1.2 Der Erdgipfel als Besserungsgelöbnis	15
1.3 Die Überprüfung der 2010-Ziele	17
1.4 Den Wandel messen	18
1.5 Die Zahlen bewerten	20
1.6 Zum Aufbau des Buches	20
1.7 Literatur	21
2 Verlust wertvoller Lebensräume	22
2.1 Drei Lebensräume im Fokus	24
2.2 Auen	25
2.3 Moore	37
2.4 Trockenwiesen und -weiden	51
2.5 Literatur	61
3 Landwirtschaft	64
3.1 Landwirtschaft mit grosser Verantwortung	68
3.2 Nutzungsintensivierung seit 1900	70
3.3 Nutzungsaufgabe in den Berggebieten	79
3.4 Agrarpolitik im Wandel	80
3.5 Der Wandel der Biodiversität im Kulturland	85
3.6 Trend	116
3.7 Literatur	118
4 Waldwirtschaft	124
4.1 Lebensraum Wald	128
4.2 Veränderungen der Biodiversität in den letzten 150 Jahren	130
4.3 Vor-industrielle Mehrfachnutzung des Waldes	131
4.4 Industrialisierung und intensive Holznutzung	133
4.5 Die Förderung der Fichte	136
4.6 Nachhaltige Waldwirtschaft	138
4.7 Multifunktionale Waldwirtschaft	142
4.8 Schadstoffe und Verbauungen	148
4.9 Leistungen der Biodiversität im Wald	150
4.10 Erhaltung und Förderung der Biodiversität	152
4.11 Schlussfolgerungen	154
4.12 Literatur	155

5	Jagd und Fischerei	162
5.1	Einleitung	165
5.2	Die bejagten und befischten Arten	166
5.3	Beweggründe und Auswirkungen auf die Fauna	167
5.4	Der Zustand der Grosswildfauna zu Beginn des 20. Jahrhunderts	171
5.5	Problemdruck zwingt Bund zum Handeln	173
5.6	Wiedereinbürgerungen im 20. Jahrhundert	178
5.7	Der Zustand der Schweizer Fauna zu Beginn des 21. Jahrhunderts	181
5.8	Fazit	191
5.9	Literatur	192
6	Gewässer und ihre Nutzung	196
6.1	Armut im Wasserschloss	199
6.2	Gewässerverbauungen und Hochwasserschutz	199
6.3	Hydroelektrische Nutzung	204
6.4	Wasserqualität	210
6.5	Die Revitalisierung von Gewässern	211
6.6	Schutz und Management	215
6.7	Trend bei der Gewässerentwicklung	218
6.8	Literatur	219
7	Siedlungsentwicklung	224
7.1	Der Siedlungsraum Schweiz	227
7.2	Das Siedlungsgebiet als Lebensraum	230
7.3	Die Biodiversität des Siedlungsraums	233
7.4	Biodiversitätsförderung im Siedlungsraum	255
7.5	Literatur	260
8	Verkehr und Verkehrsinfrastruktur	266
8.1	Dichtes Verkehrsnetz	270
8.2	Der Verlust an Lebensraum	272
8.3	Die Zerschneidung des Lebensraums	276
8.4	Neue Lebensräume entlang von Verkehrswegen	280
8.5	Neue Ausbreitungswege	283
8.6	Massnahmen	285
8.7	Schlussfolgerungen und Trend	291
8.8	Literatur	293
9	Tourismus und Freizeitverhalten	298
9.1	Landschaft als Kapital	301
9.2	Hoher Flächenverbrauch	303
9.3	Einfluss der Freizeitaktivitäten auf Wildtiere	310
9.4	Naturparks als Chance	319
9.5	Trend	320
9.6	Literatur	320

10 Invasive Arten	324
10.1 Biologische Invasionen	327
10.2 Exponentielle Zunahme von Neobioten	329
10.3 Ursachen der Ausbreitung	334
10.4 Auswirkungen invasiver Arten auf die einheimische Biodiversität	337
10.5 Grosser Handlungsbedarf	342
10.6 Literatur	347
11 Klimawandel	350
11.1 Das Klima ändert sich	354
11.2 Veränderungen der Vegetation	355
11.3 Steigende Artenzahl bei den terrestrischen Insekten	358
11.4 Fische und andere aquatische Organismen	361
11.5 Amphibien und Reptilien	363
11.6 Vögel als gute Indikatoren	365
11.7 Prognosen	368
11.8 Schlussfolgerungen	372
11.9 Literatur	373
12 Naturschutz	378
12.1 Die Natur als Lebensgrundlage	380
12.2 Die Schutzgebiete	380
12.3 Der Artenschutz in der Schweiz	393
12.4 Die Integration des Naturschutzes in die Sektoralpolitiken	398
12.5 Daten als Grundlage für gezielte Naturschutzmassnahmen	400
12.6 Akteure des Naturschutzes	403
12.7 Schlussfolgerungen	404
12.8 Literatur	406
13 Synthese und Handlungsempfehlungen	409
13.1 Weiterhin Verluste bei schlechtem Zustand der Biodiversität	409
13.2 Zustand und Entwicklung im Überblick	411
13.3 Übersicht über die Lebensräume und Artengruppen	414
13.4 Handlungsempfehlungen	423
13.5 Fazit und Ausblick	432
Anhang	433
Autoren und Autorinnen	433

Vorwort

Die Gründer des Schweizerischen Nationalparks waren naturbegeisterte Wissenschaftler, die zu Beginn des 20. Jahrhunderts ein Stück ursprüngliche Alpengenatur vor den Menschen schützen wollten. Realisieren konnten sie den Park allerdings nur dort, wo damals keine andere Nutzung möglich war. Auch heute kann mit Naturliebe allein die öffentliche und politische Wahrnehmung und Wertschätzung der Biodiversität nicht erreicht werden, auch wenn charismatische Arten wie Apollofalter, Bär, Adler, Frauenschuh und Edelweiss immer noch Zugpferde für die Erhaltung wertvoller Lebensräume sind. Mit der Verrechtlichung des Schutzes der Natur waren vermehrt Zahlen gefragt. Es dauerte aber lange, bis klar wurde, dass eine neue exotische Pflanzenart am Bahndamm nicht den Verlust des Flusskrebss ausgleichen kann. Zahlen allein reichen eben nicht. Das Besondere an den einzelnen Arten und ihr ökologisches Gewicht aufzuzeigen wurde zur wissenschaftlichen Herausforderung. Arten erzählen Umweltgeschichte – sie wurden zu Indikatoren der Landschaftsqualität.

Welche Arten wollen wir? Und benötigen wir die ganze Vielfalt? Diese provokanten Fragen führen weit über den Wert des Seltene hinaus und beziehen die Rolle der Arten im Ökosystem ein: Ja, die Standfestigkeit eines Waldes beim Durchzug eines Orkans hängt davon ab, welche und wieviele Baumarten in ihm wachsen. Ja, die Qualität unseres Trinkwassers wird davon bestimmt, welche und wieviele Arten im Grünland vorkommen. Ja, die Sicherheit auf den Strassen in den Berggebieten hängt davon ab, welche und wieviele Gehölzarten die Steilhänge sichern. Ja, die Obsternte hängt davon ab, welche und wieviele Bestäuber im Kulturland Lebensraum finden. Ja, es spielt eine Rolle, was unsere Grosskinder darüber denken, welche Vielfalt an Arten von Tieren und Pflanzen wir ihnen hinterlassen.

Biodiversität ist mehr als lieb und nett. Biodiversität ist Spiegel der Qualität unseres eigenen Lebensraumes, sie liefert uns elementare Leistungen wie Nahrung, Sicherheit, Gesundheit, Bodenschutz, Rohstoffe und sauberes Wasser.

Das vorliegende Buch dokumentiert akribisch den Wandel der Biodiversität seit 1900. Damit stehen die wissenschaftlichen Grundlagen zur Verfügung. Es liegt nun an Gesellschaft und Politik, den biologischen Reichtum des Landes und die Ökosystemleistungen für unser Wohlergehen mit Nachdruck zu sichern, zu fördern und so auch für kommende Generationen zu erhalten.

Prof. Dr. Christian Körner,
Präsident des Forum Biodiversität Schweiz

1 Den Wandel der Biodiversität aufzeigen – ein Indizienprozess

Peter Duelli, Gregor Klaus, Thibault Lachat und Daniela Pauli

1.1 Biodiversität unter Druck

Tag für Tag finden weltweit grosse und tiefgreifende Veränderungen in natürlichen oder naturnahen Lebensräumen statt. Sie führen zu erheblichen Verlusten an biologischer Vielfalt, vor allem in den Tropen und auf der Südhemisphäre. Regenwaldflächen kaum vorstellbaren Ausmasses werden gerodet und in Weiden oder Plantagen umgewandelt, grosse Gebiete verschwinden in den Fluten von Stauseen, die Meere leeren sich durch die Überfischung, paradiesische Inseln werden dem Massentourismus geopfert, ehemals vielfältige Kulturlandschaften verkommen zu Monokulturen. In den letzten 70 Jahren hat der Mensch die Ökosysteme der Erde schneller und stärker verändert als in irgendeinem anderen vergleichbaren Zeitraum der Menschheitsgeschichte. Das Millennium Ecosystem Assessment – eine wissenschaftliche Untersuchung, an der sich über 1300 Expertinnen und Experten aus 95 Ländern beteiligt haben – hat gezeigt, dass damit auch die Leistungen der Ökosysteme wie der Schutz vor Bodenerosion und die Reinigung von Luft und Wasser verloren gehen (Millennium Ecosystem Assessment 2005). Und wir fragen uns: Wie kann man nur so verantwortungslos handeln?

Dabei sollten wir uns zweierlei Dinge bewusst sein: Erstens profitieren vor allem wir in den reichen Industrienationen als Konsumenten, Exporteure und Investoren von diesen fatalen Begleiterscheinungen der Globalisierung. Zweitens fanden vergleichbare massive Landschaftsveränderungen in den letzten 200 Jahren auch in der Schweiz statt. Natur- und Kulturlandschaften gingen grossflächig verloren. Trotz guter gesetzlicher Grundlagen und vieler Instrumente zur Erhaltung und nachhaltigen Nutzung der Biodiversität, die im Laufe der letzten Jahrzehnte entwickelt wurden, steht die biologische Vielfalt in unserem Land unter Druck (BAUR *et al.* 2004).

1.2 Der Erdgipfel als Besserungsgelöbnis

Ende der 1980er Jahre etablierte sich in der Wissenschaft ein neuer Begriff, der die Vielfalt des Lebens in einem Wort zum Ausdruck brachte: Biodiversität. Gemeint ist damit die gesamte biologische Vielfalt auf verschiedenen hierarchischen Stufen von den Genen bis zu den Ökosystemen sowie alle Interaktionen innerhalb und zwischen den Stufen. Der traditionelle Begriff Artenvielfalt erfuhr damit eine

enorme Erweiterung. Biodiversität integriert auf faszinierende Weise Zahlen, ökologische Zusammenhänge, Wertungen und Forderungen: Mit einem einzigen Begriff wurde eine Verbindung zwischen der biologischen Vielfalt und ihrer Erforschung, Bedrohung und Erhaltung hergestellt.

Mit dem Erdgipfel von Rio de Janeiro und der Verabschiedung der Biodiversitätskonvention wurde die Biodiversität ein fester Bestandteil der politischen Agenda. Im Juni 1992 trafen sich rund 15 000 Delegierte aus 178 Ländern, darunter fast 120 Staats- und Regierungschefs, eine grosse Zahl von Umwelt- und Entwicklungsministern sowie Vertreterinnen und Vertreter nichtstaatlicher Organisationen, um unter anderem Lösungen für den globalen Biodiversitätsverlust zu suchen. Unter Biodiversität versteht die Konvention «die Variabilität der lebenden Organismen jeglicher Herkunft (...) sowie die ökologischen Komplexe, zu denen sie gehören. Dies umfasst die Diversität innerhalb von Arten, zwischen Arten und von Ökosystemen».

Die seit dem Erdgipfel von Rio zunehmend positive Einstellung der Menschen zur Biodiversität hängt mit der Erkenntnis zusammen, dass letztlich die gesamte Menschheit und ihre Zukunft von einer intakten natürlichen Umwelt abhängig ist; der Verlust von Arten und die Beeinträchtigung der Ökosystemfunktionen wirken sich auch auf das Leben der Menschen aus. Die optimale Verknüpfung von Nutzung und Schutz der Biodiversität ist deshalb eine Schlüsselherausforderung für unsere Zukunft.

Die Unterzeichner der Biodiversitätskonvention haben sich dazu verpflichtet, die biologische Vielfalt zu erhalten, ihre Nutzung nachhaltig zu gestalten und die Vorteile und Gewinne, die sich aus der Nutzung der genetischen Ressourcen ergeben, gerecht untereinander aufzuteilen. Das internationale Vertragswerk nennt Massnahmen, welche die Identifizierung und Überwachung der Biodiversität, ihre Erforschung, ihren Schutz und ihre nachhaltige Nutzung umfassen sowie Bildung und Öffentlichkeitsarbeit beinhalten.

Allerdings gab es von Seiten der Biodiversitätskonvention lange Zeit keine klaren und schon gar keine quantitativen Vorgaben für den Schutz der Biodiversität – Vorgaben, wie sie zum Beispiel im Kyoto-Protokoll zur Klimakonvention mit völkerrechtlich verbindlichen Zielwerten für den Ausstoss von Treibhausgasen vereinbart wurden. Erst 2002 beschlossen die am Erdgipfel von Johannesburg versammelten Staaten, die Rate des Biodiversitätsverlusts bis ins Jahr 2010 bedeutend zu verlangsamen. Was unter «Verlust» zu verstehen ist, definierte die Parteienkonferenz der Biodiversitätskonvention in ihrem Beschluss VII/30: «Die auf globaler, regionaler oder nationaler Ebene messbare langfristige oder permanente qualitative oder quantitative Reduktion von Biodiversitätskomponenten sowie deren Möglichkeiten, Güter und Dienstleistungen zu produzieren».

Die europäischen Länder, unter ihnen die Schweiz, gingen noch einen Schritt weiter: Sie verpflichteten sich an der 5. Ministerkonferenz «Umwelt für Europa» in Kiew im Mai 2003, den Verlust an biologischer Vielfalt bis ins Jahr 2010 ganz zu stoppen. Die Weltnaturschutzunion IUCN lancierte daraufhin die paneuropäische Initiative «Countdown 2010» (www.countdown2010.net), um politische Entscheidungsträger wie auch die Zivilgesellschaft zu mobilisieren, alles Nötige zu unternehmen, um dieses Biodiversitätsziel zu erreichen.

1.3 Die Überprüfung der 2010-Ziele

Mit der Verabschiedung der 2010-Ziele stellte die internationale Staatengemeinschaft die Wissenschaft vor eine schwierige Aufgabe: Wie können wir überhaupt feststellen, ob der Verlust an Biodiversität verlangsamt oder gar gestoppt werden konnte? Von den meisten Artengruppen gibt es keine oder ungenügende Bestandsdaten; ja wir wissen noch nicht einmal, wie viele Arten auf der Erde leben. Für die Feststellung von Trends existiert auch keine Einheitswährung, welche der Komplexität der Biodiversität gerecht wird.

Die bisher grösste Bedeutung bei globalen Analysen haben der Living Planet Index des WWF und die Roten Listen. Für den Living Planet Index werden weltweit 4642 Populationen von 1686 Arten von Säugetieren, Vögeln, Reptilien, Amphibien und Fischen untersucht. Der Index zeigt einen globalen Rückgang der Populationsgrössen um 28 Prozent zwischen 1970 und 2005 (WWF 2008). Die Roten Listen-Indizes basieren auf Veränderungen in der Gefährdungseinstufung von Arten auf den internationalen Roten Listen der IUCN. Solche Veränderungen können aber nur dokumentiert werden, wenn zwei Bewertungen aus unterschiedlichen Jahren vorliegen, die mit den gleichen Methoden erarbeitet wurden. Weil auch die IUCN ihre Kriterien immer wieder den neusten wissenschaftlichen Erkenntnissen anpasst, existieren praktisch keine direkt vergleichbaren Roten Listen. Weltweit können daher Rote Listen-Indizes nur für wenige Artengruppen berechnet werden. Für Vögel ergab sich zwischen 1988 und 2004 eine Verschlechterung des Index um etwa sieben Prozent (BUTCHART *et al.* 2004).

Um die Erreichung der 2010-Ziele umfassend zu überprüfen, legten die Vertragsstaaten der Biodiversitätskonvention für verschiedene Biodiversitätskomponenten Indikatoren fest. Der «Global Biodiversity Outlook 2» (Secretariat of the Convention on Biological Diversity 2006) zeigte aufgrund dieser Indikatoren bereits vor vier Jahren, dass die biologische Vielfalt weltweit auf allen Ebenen zurückgeht. So setzt sich die Entwaldung insbesondere durch Umwandlung in landwirtschaftliche Nutzflächen in Besorgnis erregendem Tempo fort. Pro Jahr gehen sechs Millionen Hektaren Primärwald verloren. Bei rund 3000 Arten mit guten Datengrundlagen hat die Individuendichte zwischen 1970 und 2000 um 40 Prozent abgenommen. Immer mehr Arten sind vom Aussterben bedroht. Ob diese globalen Negativtrends abgeschwächt werden können, wird der «Biodiversity Outlook 3» zeigen, der 2010 veröffentlicht wird.

Auf europäischer Ebene ist klar: Das Ziel, den Verlust von Biodiversität zu stoppen, wird nicht erreicht. Dies zeigt der Bericht der Europäischen Umweltagentur (European Environment Agency 2009). Er beurteilt die Entwicklung der Biodiversität anhand eines Sets von 26 Indikatoren (SEBI 2010 Indicators), die international anerkannt sind.

Um die Biodiversität zu überwachen, hat die Schweiz 2001 als eines der ersten Länder ein systematisches Monitoring ins Leben gerufen, das Biodiversitäts-Monitoring Schweiz (BDM). Das Monitoring arbeitet mit verschiedenen Typen von Indikatoren: Zustandsindikatoren, Einflussindikatoren und Massnahmenindikatoren. Für seine Kernindikatoren unterhält das BDM zwei Messnetze, die in den kommenden Jahrzehnten für die fünf Artengruppen Gefässpflanzen, Moose,

Brutvögel, Tagfalter und Gehäuseschnecken sehr gute Daten zum Zustand und zur Entwicklung der Biodiversität in der Schweiz liefern werden. Die Datenaufnahmen werden für jede Organismengruppe alle fünf Jahre wiederholt. Anhand der bis 2010 vorliegenden zwei Datenpunkte pro Gruppe kann das BDM aber für die 2010-Ziele erst begrenzt Aussagen machen.

Für eine umfassende Beurteilung der Ziele müssen auch der Zustand und die Entwicklung der Biodiversität vor 1990 bekannt sein. Dies würde einen Vergleich mit dem Zustand und der Entwicklung nach 1990 erlauben. Eine allfällige «Trendwende zum Guten» liesse zum Beispiel darauf schliessen, dass die ab den 1980er Jahren eingeleiteten Massnahmen zur Förderung der Biodiversität, beispielsweise in der Land- und Forstwirtschaft, Wirkung zeigen.

Der wissenschaftliche Beirat des Forum Biodiversität Schweiz beschloss im Jahr 2006, möglichst viele der verfügbaren Daten und Untersuchungen der vergangenen Jahre und Jahrzehnte zur Biodiversität zusammenzutragen und zu analysieren, um Antworten auf die folgenden Fragen zu erhalten: Bei welchen Biodiversitätskomponenten konnte der Verlust gestoppt oder mindestens gebremst werden, wo nicht? Welche Politikbereiche und Akteure sind für diese Entwicklungen verantwortlich? Haben wir die Talsohle erreicht, und welche Trends für die Zukunft zeichnen sich ab?

Bei den Analysen konnte auf zahlreiche wertvolle Datenquellen zurückgegriffen werden: Im Vergleich zu andern Ländern sind in der Schweiz sowohl Qualität wie Quantität der Daten zur Biodiversität relativ hoch. Dies ist der jahrzehntelangen sorgfältigen Aufnahme und Verwaltung von Daten zu verschiedenen Organismengruppen in nationalen Datenbanken zu verdanken. Trotzdem gibt es auch für die Schweiz nicht für alle Gruppen genügend Messwerte, um national gültige und statistisch abgesicherte Trends ableiten zu können. Deshalb wurden zahlreiche taxonomisch, regional oder zeitlich begrenzte Fallstudien in die Analysen einbezogen. Zwar können Einzelbeispiele nicht auf die Situation in der ganzen Schweiz extrapoliert werden. Doch in ihrer Gesamtheit geben sie einen Eindruck vom Biodiversitätswandel in der Schweiz von 1900 bis 2010, basierend auf den besten verfügbaren Daten.

1.4 Den Wandel messen

In der Praxis werden messbare Einheiten benötigt, mit denen ein Wandel der Biodiversität dokumentiert werden kann. Wichtige Messgrössen sind die Artenvielfalt, die Häufigkeit und Verbreitung von Arten, die genetische Vielfalt, die Vielfalt der Ökosysteme sowie deren Funktionsfähigkeit.

Artenvielfalt: Die meisten Fallbeispiele in diesem Buch basieren auf Artenzahlen, was zeigt, dass die Kategorie «Arten» nach wie vor das Kernstück der Biodiversität ist. Allerdings sind auch Arten nicht immer einfach zu erheben – und manchmal ist das Ergebnis noch schwerer zu interpretieren. Von den rund 50000 in der Schweiz bekannten Arten liegen nur für wenige Organismengruppen ausreichende Zahlen vor, um einen Wandel festzustellen. Da es aber aller Wahrscheinlichkeit nach in

absehbarer Zeit nicht möglich sein wird, die gesamte Artenvielfalt zu erfassen, wird man sich bei der Beurteilung der Biodiversität immer mit einem repräsentativen Teilstück, zum Beispiel der Artenzahl einer bestimmten Organismengruppe auf einer bestimmten Fläche, begnügen müssen.

Häufigkeit und Verbreitung von Arten: Um über den Zustand einer Art Aussagen machen zu können, sind Angaben über die Anzahl und Grösse der Populationen sowie deren Verteilung im Raum nötig. Eine wichtige Biodiversitätskomponente ist auch die Individuendichte, also zum Beispiel die Anzahl Feldlerchen pro Fläche. In der Praxis liegen insbesondere Daten über das Vorkommen von Arten vor, manchmal auch eine Schätzung des Bestands. Daten zur Häufigkeit von Arten sind in zahlreichen Fallbeispielen in unsere Analysen eingeflossen.

Genetische Vielfalt: Eine hohe genetische Vielfalt innerhalb einer Art ist die Grundlage für die natürliche Selektion. Sie ermöglicht es den Arten, sich an zukünftige Umweltveränderungen anzupassen. In der Regel verfügen dezimierte Arten und Populationen über eine reduzierte genetische Vielfalt. Die genetische Vielfalt innerhalb der Arten mit Hilfe molekulargenetischer Analysen zu erfassen, ist eine relativ neue und aufwändige Methode; Daten sind daher nur für ausgewählte Arten und Populationen vorhanden. Auf dem Niveau der genetischen Vielfalt mussten wir uns deshalb weitgehend auf die Vielfalt der Kulturpflanzen und Nutztiere beschränken, bei denen die Datengrundlagen in der Schweiz gut sind.

Vielfalt der Ökosysteme: Je vielfältiger die Ökosysteme sind, desto mehr Arten finden darin geeignete Lebensräume. Die Ökosystemvielfalt auf nationalem oder regionalem Niveau zu messen, scheitert aber oft am Anspruch einer klaren Definition und Abgrenzung der Lebensräume und der Übergangsbereiche. Im vorliegenden Buch beschränkt sich die Bewertung des Wandels der Ökosystemvielfalt auf klar definierbare Lebensraumtypen mit ausreichender Datengrundlage.

Funktionelle Biodiversität: Die Wissenschaft hat sich in den letzten Jahren zunehmend mit den Zusammenhängen zwischen Biodiversität und Ökosystemfunktionen beschäftigt. Inzwischen liegen zahlreiche Hinweise vor für den positiven Effekt der Biodiversität auf die sehr unterschiedlichen Ökosystemfunktionen (vgl. z. B. SCHMID *et al.* 2009), von denen wir in vielfältiger Weise profitieren, beispielsweise von der Produktion von Biomasse, der Neubildung von Böden und der Erhaltung der Bodenfruchtbarkeit, der Bestäubung, der Wasserreinigung, der Aufrechterhaltung von Wasser- und Stoffkreisläufen, dem Schutz vor Erosion oder der Speicherung von CO₂. Artenreiche Lebensgemeinschaften sind zudem deutlich resistenter gegen Schädlinge und die Einwanderung von invasiven Arten, und sie erholen sich nach einer Störung rascher als artenarme Systeme. Trotz ihrer inzwischen anerkannten Bedeutung gibt es in der Schweiz, ja in ganz Europa, bisher kein offizielles Monitoring für die funktionelle Biodiversität. Für die vorliegende Analyse konnten deshalb nur sehr punktuell Daten zu Ökosystemfunktionen einbezogen werden.

1.5 Die Zahlen bewerten

Bei der Bewertung der Biodiversität spielt es nicht nur eine Rolle, wie viele Arten vorkommen, sondern auch welche Arten. Der qualitative Aspekt (die Zugehörigkeit zu einer Art) ist mindestens so wichtig wie der quantitative (die Artenzahl). Schliesslich gilt es ja, nicht Zahlen, sondern Arten zu erhalten. So können in einem Quadratmeter Hochmoor weniger Arten leben als in einem Quadratmeter intensiv genutzter Fettwiese. Das Hochmoor ist aber deshalb nicht weniger wert als die Fettwiese – im Gegenteil. Im Moor wachsen hoch spezialisierte Arten, die in der Schweiz heute zum Teil extrem selten sind; deren Erhaltung wird deshalb als prioritär erachtet.

Eine Zunahme der Artenzahl in einem Lebensraum ist also nicht immer positiv zu bewerten – das zeigen unter anderem die Ergebnisse des BDM. Beispielsweise stieg im Jura und in den nördlichen Alpen die Gefässpflanzenvielfalt auf Wiesen und Weiden innerhalb von fünf Jahren zu Beginn dieses Jahrtausends leicht an (Koordinationsstelle Biodiversitäts-Monitoring Schweiz 2009). Ein näherer Blick auf jene Arten, die in den untersuchten Flächen neu aufgetaucht sind, zeigt aber, dass es sich dabei vor allem um bereits sehr häufige Arten wie den Löwenzahn oder den Weissklee handelt, die dank des allgemein zunehmenden Nährstoffgehalts der Böden ihre weite Verbreitung noch ausbauen konnten. Dafür verschwanden vielerorts für den Standort charakteristische Arten. Ingesamt führt diese Entwicklung zu einer schweizweiten Vereinheitlichung der Artengemeinschaften in Wiesen und damit zu einem Verlust an Biodiversität.

Besonders problematisch ist die kurzfristige Erhöhung der Artenzahl durch das gezielte Einführen oder zufällige Verschleppen von Arten aus anderen Kontinenten. Diese nicht-einheimischen Arten erhöhen zwar auf nationaler Ebene zunächst die Artenzahl; in den betroffenen Lebensräumen bewirken sie aber durch Konkurrenz, als Prädatoren oder durch die Übertragung von Pathogenen und Parasiten mittel- bis langfristig oft eine Abnahme der einheimischen Artenvielfalt.

Verschwundene einheimische Arten lassen sich nicht mit neu hinzugekommenen Arten aufrechnen. Wo nicht anders vermerkt, beziehen sich die genannten Artenzahlen in diesem Buch deshalb auf einheimische, europäische Arten.

1.6 Zum Aufbau des Buches

Das Buch dokumentiert, wie sich die einzelnen Biodiversitätskomponenten in der Schweiz entwickelt haben, welches die Ursachen für die festgestellten Veränderungen sind und wie in Zukunft möglichst viele der vermeidbaren Verluste gestoppt werden können. Kapitel 2 beschäftigt sich mit der Flächenentwicklung ausgewählter Lebensräume, die für die Biodiversität wichtig sind. Dazu wurden für die Biotope der Bundesinventare (Auen, Moore, Trockenwiesen und -weiden) Verbreitungskarten für die Jahre 1900, 1990 und 2010 rekonstruiert. Die Kapitel 3 bis 12 sind nach Akteuren oder Einflussfaktoren gegliedert, welche die Biodiversität beeinflussen. Für jedes Kapitel wurden wichtige Fall- und Einzelstudien sowie

Datensammlungen zu verschiedenen Ebenen und Komponenten der Biodiversität zusammengetragen und ausgewertet, um möglichst umfassende Aussagen zum Biodiversitätswandel in der Schweiz zu erhalten.

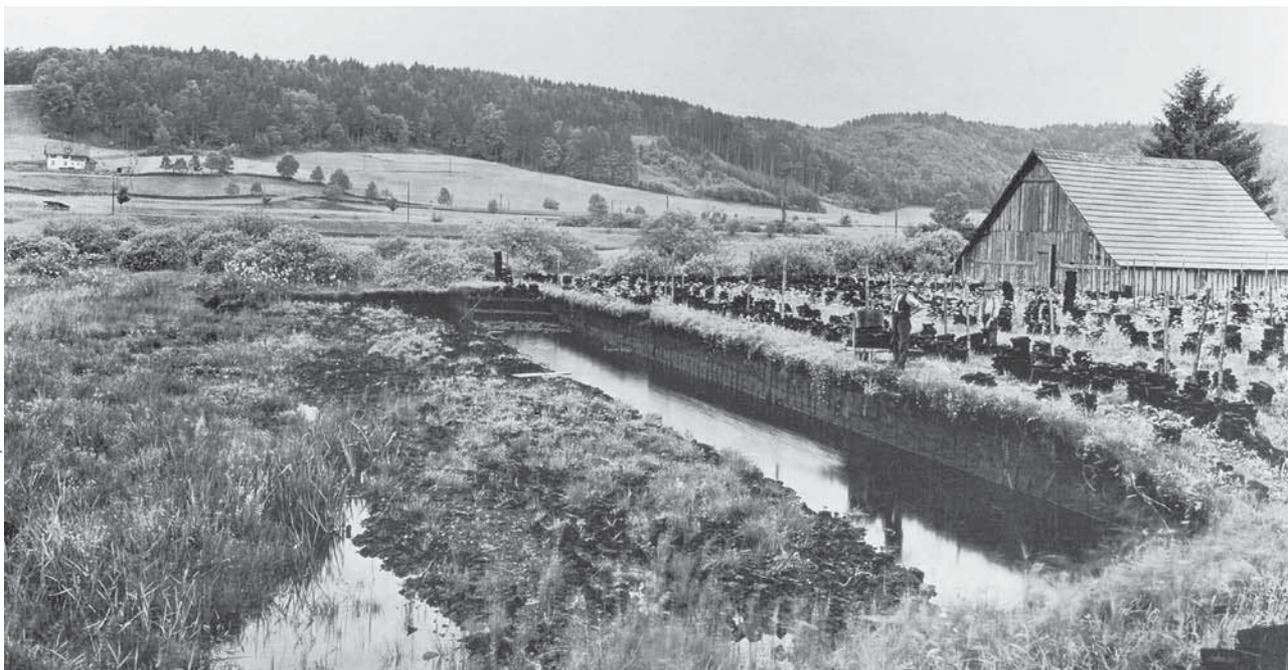
Insgesamt haben über 80 Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler, Fachexpertinnen und Fachexperten aus der ganzen Schweiz an dem Projekt mitgewirkt. Damit liegt nun erstmals eine möglichst umfassende Analyse der Entwicklung der Biodiversität in qualitativer und quantitativer Hinsicht vor. Sie erlaubt uns, die auf der vorhandenen Datengrundlage bestmögliche Bilanz zu ziehen und diese der Verwaltung, Politik und interessierten Öffentlichkeit zur Verfügung zu stellen.

1.7 Literatur

- BAUR, B.; DUELLI, P.; EDWARDS, P.J.; JENNY, M.; KLAUS, G.; KÜNZLE, I.; MARTÍNEZ, S.; PAULI, D.; PETER, K.; SCHMID, B.; SEIDL, I.; SUTER, W., 2004: Biodiversität in der Schweiz: Zustand, Erhaltung, Perspektiven. Wissenschaftliche Grundlagen für eine nationale Strategie. Forum Biodiversität Schweiz (Hrsg.). Haupt Verlag, Bern. 237 S.
- BUTCHART, S.H.M.; STATTERSFIELD, A.J.; BENNUN, L.A.; SHUTES, S.M.; AKÇAKAYA, H.R.; BAILLIE, J.E.M.; STUART, S.N.; HILTON-TAYLOR, C.; MACE, G.M., 2004: Measuring Global Trends in the Status of Biodiversity: Red List Indices for Birds. *PLoS Biol* 2: 12, e383. doi:10.1371/journal.pbio.0020383.
- European Environment Agency, 2009: Progress towards the European 2010 biodiversity target. EEA Report Nr. 4. Copenhagen. 52 p.
- Koordinationsstelle Biodiversitäts-Monitoring Schweiz, 2009: Zustand der Biodiversität in der Schweiz. Ergebnisse des Biodiversitäts-Monitorings Schweiz (BDM) im Überblick. Umwelt-Zustand Nr. 0911, Bundesamt für Umwelt, Bern, 112 S.
- Millennium Ecosystem Assessment, 2005: Ecosystems and Human Well-being. Synthesis Report. Island Press, Washington, DC. 160 S.
- SCHMID, B.; PFISTERER, A.B.; BALVANERA, P., 2009: Effects of biodiversity on ecosystem, community, and population variables reported 1974–2004. *Ecology* 90/3: 853. *Ecological Archives* E090-059-D1.
- Secretariat of the Convention on Biological Diversity, 2006: Global Biodiversity Outlook 2. Montreal. 81 + vii p.
- WWF, 2008: Living Planet Report 2008. WWF – World Wide Fund For Nature, Gland, Switzerland. 45 p.

2 Verlust wertvoller Lebensräume

*Thibault Lachat, Florian Blaser, Ruedi Bösch, Leslie Bonnard, Urs Gimmi,
Andreas Grünig, Christian Roulier, Gioia Sirena, Jürg Stöcklin und Gaby Volkart*



Zusammenfassung

Auen, Moore sowie Trockenwiesen und -weiden waren vor 200 Jahren in der ganzen Schweiz weit verbreitet. Ab etwa 1850 hat der Druck auf diese Lebensräume drastisch zugenommen. Auen fielen vor allem den Gewässerkorrekturen zum Opfer, Moore wurden abgetorft oder zu Landwirtschaftsland umgewandelt, und Trockenwiesen und -weiden wurden immer intensiver bewirtschaftet oder fielen brach und wurden zu Wald.

Zwischen 1900 und 2010 betrug der Flächenverlust für Auen 36 Prozent, für Moore 82 Prozent und für Trockenwiesen und -weiden 95 Prozent (Abb. 2). Es darf dabei nicht vergessen werden, dass schon vor 1900 grosse Veränderungen stattgefunden haben. Vor allem bei den Auen fanden die grossen Flächenverluste zwischen 1850 und 1900 statt. Betrachtet man für die Auen den Zeitraum von 1850 bis heute, betragen die Flächenverluste über 70 Prozent.

Seit 1990 konnte der Flächenverlust bei den Auen und Mooren dank dem Inkrafttreten der entsprechenden Biotopinventare und einer wirksameren Gesetzgebung weitgehend gestoppt werden. Bei den Trockenwiesen und -weiden wurde das Bundesinventar erst 2010 in Kraft gesetzt. Die Flächenverluste konnten zwar gebremst, aber nicht gestoppt werden.

Angesichts der massiven Flächenverluste muss befürchtet werden, dass viele Tier- und Pflanzenpopulationen in den kleinflächigen Restgebieten der drei Lebensräume nicht überlebensfähig sind und lokal bis regional aussterben. Es müssen daher zusätzliche Flächen durch Renaturierung oder extensive Bewirtschaftung gewonnen werden.

Eine grosse Herausforderung ist die Erhaltung der Lebensraumqualität in den verbliebenen Flächen. Auen benötigen periodische Hochwasser und eine natürliche Flussdynamik, um ihre ökologische Qualität zu erhalten. Moore mit einer gestörten Hydrologie sind langfristig von Austrocknung und Verbuschung bedroht. Trockenwiesen und -weiden müssen weiterhin extensiv bewirtschaftet werden.

Abb. 2: Prozentualer Flächenrückgang der Auen, Moore sowie Trockenwiesen und -weiden seit 1900. Ausgangspunkte (=100%) sind die im Text beschriebenen Bestandsschätzungen für die drei Lebensräume. Dabei ist zu beachten, dass insbesondere die Auen und Moore bereits im 19. Jahrhundert bedeutende Flächen verloren haben.

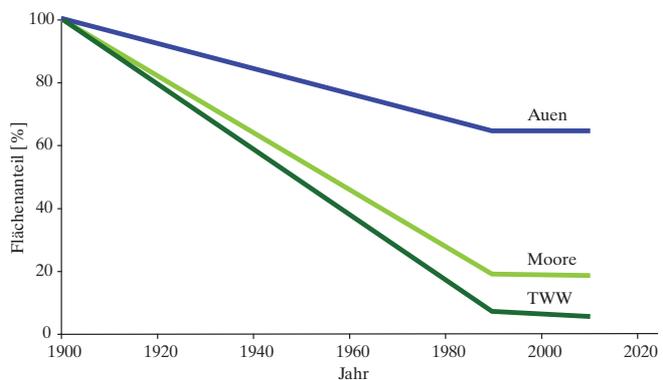


Abb. 1: Das Obermoos nördlich von Münchenbuchsee (BE) um 1916 und 1994. Das Moor wurde praktisch vollständig zerstört (Fotos: Documenta Natura).

2.1 Drei Lebensräume im Fokus

Die Schweiz beherbergt unter anderem dank den beachtlichen Höhengradienten, der geologischen Vielfalt und dem über lange Zeit traditionell bewirtschafteten Kulturland eine grosse Anzahl an unterschiedlichen Lebensräumen. DELARZE und GONSETH (2008) unterscheiden in der Schweiz insgesamt 235 Lebensraumeinheiten. Einzelne Einheiten weisen eine beachtliche Artenvielfalt oder eine Reihe hochspezialisierter Tier- und Pflanzenarten auf.

Die Ausdehnung und Intensivierung der Flächennutzung sowie der vermehrte Raumbedarf für Siedlungen, Anlagen und Verkehrsinfrastruktur haben in den letzten 150 Jahren zu massiven Landschaftsveränderungen und zu einem starken Rückgang an Lebensräumen geführt (ARE und BAFU 2007, EWALD und KLAUS 2009). Die Erhaltung der einheimischen Arten ist aber nur dann gewährleistet, wenn die gesamte Bandbreite der heimischen Lebensraumtypen erhalten wird. Der einzelne Lebensraum muss dabei in ausreichender Qualität und Quantität vorhanden sein.

Die Lebensraumqualität bezieht sich auf die typischen biotischen und abiotischen Eigenschaften eines Lebensraums in seinem natürlichen oder naturnahen Zustand wie die Nährstoffarmut bei Trockenwiesen oder der spezifische Wasserhaushalt bei Mooren. Bei der Quantität gilt grundsätzlich, dass der Artenreichtum mit der Flächengrösse zunimmt (Abb. 3). Man erwartet daher, dass die Artenzahl mit einer Vergrösserung der Fläche steigt und mit einer Verkleinerung der Fläche abnimmt. Die Distanz zu anderen Lebensräumen desselben Typs ist ebenfalls ein wichtiger Faktor: Die Artenvielfalt von stark isolierten Lebensräumen ist niedriger als die von gut vernetzten Habitatinseln. Der theoretische Hintergrund für diese

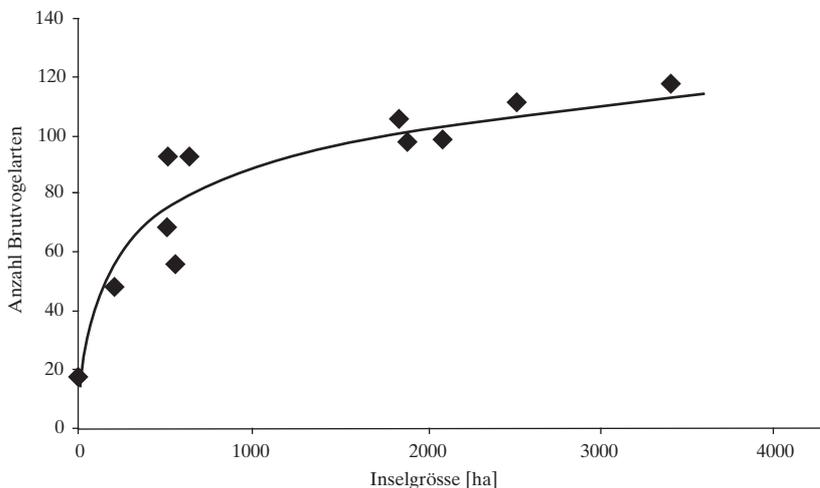


Abb. 3: Die Artenvielfalt auf den Ostfriesischen Inseln: Die Anzahl Brutvögel ist abhängig von der Inselgrösse. Quelle: NIEDRINGHAUS *et al.* 2008.

Beobachtung ist die Inseltheorie von MACARTHUR und WILSON (1967). Diese Theorie lässt sich nicht nur auf Inseln im Meer anwenden, sondern auch auf Habitatsinseln, beispielsweise den Rest eines Moores inmitten einer landwirtschaftlich intensiv genutzten Region oder eine Altholzinsel inmitten eines Wirtschaftswalds.

Der Wandel der Biodiversität verläuft meist schleichend – und er wird in der Regel nicht quantitativ erfasst. Für die meisten Lebensräume fehlen daher Angaben zu Veränderungen der Flächenausdehnung. In diesem Kapitel wird der Rückgang von drei Lebensräumen dokumentiert, die aus Sicht des Biodiversitätsschutzes von grosser Bedeutung sind: Auen, Moore sowie Trockenwiesen und -weiden. Um die Entwicklung dieser Lebensräume nachvollziehen zu können, wurde ihre Ausdehnung um das Jahr 1900 rekonstruiert und mit der Ausdehnung in den Jahren 1980 und 2010 verglichen.

2.2 Auen



Abb. 4: Der Brugger Ausschachen ist Teil des Auenschuttparks Aargau (Foto: Ökovision).

Die Auen umfassen jene Bereiche, die periodisch oder episodisch überschwemmt werden (KUHN und AMIET 1988). Sie entwickeln sich überall dort, wo Bäche, Flüsse oder Seen intensiv mit dem Land in Wechselbeziehung stehen. Ein kontrastreiches Mosaik unterschiedlichster Lebensräume – Gewässer, Feuchtgebiete, Kiesbänke, Magerwiesen, Weidengebüsch, Wälder – prägt dieses Ökosystem, das dem dauernden Wandel durch die natürliche Gewässerdynamik unterworfen ist. Gemäss nationalen Datenbanken über die Flora und Fauna der Schweiz ist das Vorkommen von fast 500 Arten eng an Auen gebunden. Der Erhalt dieser Arten bedingt zwingend den Schutz der Auen.

Im Folgenden legen wir den Fokus auf die Auen niederer Lagen (unterhalb von 1800 m ü.M.) entlang der Fliessgewässer, in den Deltas und an den Seeufern. Diese Lebensräume haben einen Grossteil ihrer ursprünglichen Fläche und ihrer ökologischen Qualität eingebüsst. Die alpinen Auen (Gletschervorfelder und alpine Schwemmebenen) standen weniger unter Druck. Zwar hat der Bau der grossen

Stauseen in den Alpen einen Teil dieser Lebensräume zum Verschwinden gebracht. Doch infolge des Rückzugs der Gletscher nimmt die Fläche der alpinen Auen gegenwärtig zu.

Um sich vor Hochwasser zu schützen und in den Talebenen neues Kulturland zur Ernährung der wachsenden Bevölkerung zu gewinnen, ist der Mensch seit Jahrhunderten bestrebt, die dynamischen Prozesse, die der Auenbildung zugrunde liegen, einzuschränken oder gar gänzlich zu unterbinden. Die Umgestaltung der Gewässerlandschaft begann schon zu Zeiten der Helvetier und Römer. Mitte des 19. Jahrhunderts erreichte sie ihren Höhepunkt.

1900 waren die Korrekturen der grossen Schweizer Flüsse – Rhein, Aare, Rhone, Reuss, Thur, Inn, Ticino – abgeschlossen oder standen kurz vor dem Abschluss (Tab. 1). Es folgten ergänzende Massnahmen: Die Korrektur der Zuflüsse, Entwässerung und Urbarmachung des Umlands, sowie die Errichtung eines Wegnetzes (VISCHER 2003). Ab 1886 erfolgte der Bau der ersten Flusskraftwerke. Deren Zahl nahm in der Folge laufend zu.

Inzwischen sind sämtliche grössere Flüsse unseres Landes umgeleitet, verbaut oder korrigiert. Bei 11 der 15 Seen mit einer Fläche von mehr als zehn Quadratkilometern wird der Wasserstand zur Vermeidung grösserer Schwankungen künstlich reguliert (Tab. 2). Die heutigen Auen umfassen insgesamt nur noch einen kleinen Rest ihrer ursprünglichen Fläche. Da ihre natürliche Dynamik unterbunden wurde, werden sie nur noch bei aussergewöhnlichen Hochwasserereignissen überschwemmt.

Rekonstruktion der Flächenausdehnung

Zur Bestimmung der Auenfläche der Schweiz zu Beginn des 20. Jahrhunderts wurde die von MÜLLER-WENK *et al.* (2003) beschriebene Methode verwendet. Auf historischen Landkarten (Siegfriedkarte um 1900) wurden die mehr als dreissig Kilometer langen Flüsse, die Umgebung der Seen und der heute noch vorhandenen Auen in digitaler Form erfasst. Die so ermittelte gesamte Auenfläche der Schweiz um 1900 beläuft sich auf 36 500 Hektaren (Abb. 5)

Die Schätzungen der aktuellen Auenfläche stützen sich auf die im Rahmen der Überarbeitung des Bundesinventars der Auengebiete von nationaler Bedeutung erhobenen Daten (THIELEN *et al.* 2002). Dieses Aueninventar umfasst 216 Objekte in Höhenlagen unter 1800 Meter über Meer. Zudem wurden 385 nicht national bedeutende Auengebiete, die aber die charakteristischen ökologischen Merkmale dieses Lebensraums aufweisen, in die Berechnung einbezogen. Die so ermittelte gesamte noch vorhandene Auenfläche beträgt 23 300 Hektaren (Abb. 6).

Tab. 1: Übersicht über die grossen Eingriffe des Menschen in die Schweizer Flusslandschaft bis 1900 (nach VISCHER 2003).

Periode	Gewässer, Ort	Eingriff
Helvetier und Römer	Südufer des Bielersees	Stollen
Mittelalter (500–1500)	Lütschine	Umleitung
	Renggbach, Krienbach	Bachverbauung
	Dranse, Martigny	Längswerke
	Saltina, Brig	Längswerke
	Reuss	Längswerke
	Engelberger Aa	Umleitung
1711–1714	Kander	Umleitung
1807–1816	Linth	Korrektion
ab 1811	Birs	Korrektion des Unterlaufs
ab 1813	Glatt	Korrektion
ab 1824	Aare	Korrektion
ab 1850	Reuss	Korrektion
ab 1853	Broye	Korrektion
1862–1900	Alpenrhein	Korrektion
1863–1894	Rhone	1. Korrektion
1868–1891	Juragewässer	1. Korrektion
ab 1886	Emme	Korrektion
ab 1888	Ticino	Korrektion

Tab. 2: Übersicht über die grossen Eingriffe des Menschen in den Wasserhaushalt Schweizer Seen (nach VISCHER 2003).

Periode	See	Eingriff
Beginn des 14. Jahrhunderts	Vierwaldstädtersee	Schwelle in der Reuss
1592	Zugersee	Stauwehr
1726	Thunersee	Stauwehr
ab 1811	Zürichsee	Tieferlegung des Seeabflusses
1884	Genfersee	Abkommen über die Abflussregulierung
1887	Neuenburgersee, Bielersee, Murtensee	Stauwehr und Senkung des Wasserspiegels im Zug der 1. Juragewässer-korrektion
Mitte des 20. Jahrhunderts	Lago di Lugano Lago Maggiore	Stauwehr Stauwehr

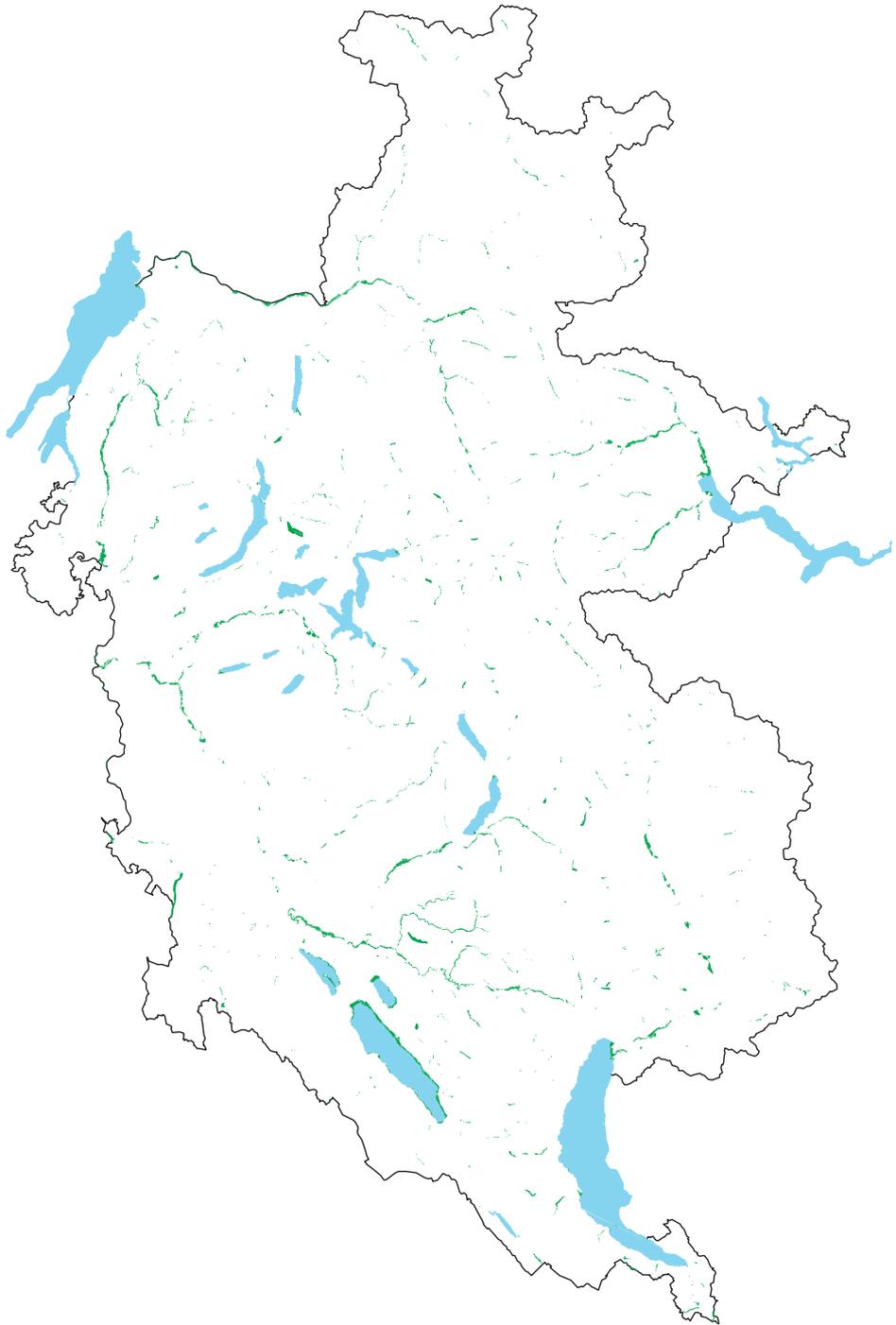


Abb. 5: Die Auen der Schweiz um 1900 (Rekonstruktion basierend auf den Siegfriedkarten um 1900). Details siehe Text und www.biodiversity.ch/d/publications. © BFS GEOSTAT/Bundesamt für Landestopographie.



Abb. 6: Die Auen der Schweiz um 2010 (216 Auengebiete von nationaler Bedeutung und 385 regional bedeutende Auengebiete in Höhenlagen unter 1800 Meter über Meer). Details siehe Text und www.biodiversity.ch/d/publications. © BFS GEOSTAT/Bundesamt für Landestopographie, BAFU.

Der Rückgang der Auen

Um 1900 waren die meisten grossen Gewässerkorrekturen abgeschlossen. Die Schweizer Auen waren deshalb schon zu diesem Zeitpunkt stark dezimiert. Die mit Hilfe der Methode von MÜLLER-WENK *et al.* (2003) geschätzte Auenfläche unterhalb von 1800 Metern über Meer vor den Eingriffen beträgt 81 000 Hektaren. Der Verlust bis 1900 liegt somit bei knapp 55 Prozent. Seither ist sie nochmals um 36 Prozent zurückgegangen (Tab. 3). Der stärkste Rückgang im 20. Jahrhundert erfolgte in den westlichen Zentralalpen (minus 64 %). Verursacht wurde dieser namentlich durch die 2. Rhonekorrektur zwischen 1930 und 1960. Am geringsten sind die Verluste im Jura (minus 23 %; Tab. 3).

1992 trat die Verordnung über den Schutz der Auengebiete von nationaler Bedeutung in Kraft. Zahlreiche Auen sind seither geschützt. Hinzu kommt, dass der Hochwasserschutz neuerdings zum Ziel hat, den Fließgewässern wieder mehr Raum zu lassen und diese zu renaturieren (Kap. 6). Auf die gesamte Auenfläche haben sich die bis anhin umgesetzten Renaturierungsmassnahmen allerdings erst marginal ausgewirkt. Wir gehen deshalb davon aus, dass sich die Auenfläche seit 1990 nicht wesentlich verändert hat.

Im Verlauf des letzten Jahrhunderts ist die Auenfläche stark geschrumpft und einige Gebiete sind ganz verschwunden. Ein Vergleich mit der Situation um 1900 zeigt zudem, dass viele einst zusammenhängende Flächen entlang von Fließgewässern in mehrere isolierte Teilgebiete aufgesplittert wurden. Damals waren die Zentren der einzelnen Auenbiotope im Durchschnitt 2,4 Kilometer vom nächsten entfernt, heute sind es 3,2 Kilometer. Parallel dazu hat die Zahl der Teilgebiete von 959 auf 601 abgenommen.

Tab. 3: Auenfläche in Lagen unterhalb von 1800 m ü.M. in den Jahren 1900 und 2010 nach biogeographischen Regionen.

Biogeographische Region	Fläche um 1900 (ha)	Fläche um 2010 (ha)	Verlust 1900–2010
Jura	1 820	1 401	23 %
Mittelland	18 290	12 343	33 %
Alpennordflanke	7 167	4 348	39 %
Westliche Zentralalpen	2 184	782	64 %
Östliche Zentralalpen	2 509	1 638	35 %
Alpensüdflanke	4 584	2 764	40 %
Total	36 554	23 275	36 %

Sinkende Lebensraumqualität

Zu den quantitativen Verlusten kommt eine Verschlechterung der Qualität des Lebensraums hinzu. Der Qualitätsschwund setzte bereits um 1900 ein (MOOR 1958). Die ersten Laufkraftwerke wurden errichtet, die Talböden überbaut und melioriert. Die Fliessgewässersysteme wurden dadurch in ihrer Gestalt und Funktion massiv verändert. Man zwängte die Flüsse in einen engen, begradigten Lauf zwischen hart verbauten Ufern und hinderte sie so daran, sich zu verzweigen. Damit beschränkte man ihre gestaltende Kraft auf eine möglichst schmale Abflussrinne, wo sie sich immer tiefer eingruben, so dass das Umland austrocknete. Das Gebiet bis zum Hochwasserdamm wurde als Grünland bewirtschaftet oder gar in Ackerland umgewandelt (Abb. 7).

Erosion und Sedimentation, die dynamischen Prozesse, die immer neue Läufe, Mäander, Inseln und Pionierstandorte entstehen lassen und wieder zum Verschwinden bringen, kommen in den engen Flussbetten nicht mehr zum Zug. Der Raum ist zu eng, und das Wasser wird darin zu schnell abgeleitet. Die Auenwälder jenseits der Dämme sind vom Gewässer abgeschnitten, werden nicht mehr periodisch überschwemmt oder nur vom Grundwasser und den zufließenden Bächen vernässt (Abb. 8). Entsprechend verändert sich die Waldvegetation.



Abb. 7: Der Fluss als Abflussrinne. Das intensiv genutzte Umland ist ohne Auen. Fluss und Strasse sind kaum zu unterscheiden. Das Reusstal bei Seedorf (UR) (Foto: AURA).

Aktuelle Situation

Die korrigierten Auen der Schweiz sind heute unterteilt in eine «dynamische» Zone – dem Fließgewässer in seinem engen Bett – und einen stabilen Teil in den Auenwäldern jenseits der Dämme (Abb. 8). Der Raum dazwischen, der ursprünglich vom periodischen Wechsel des Wasserstands geprägt und von Pionierpflanzengesellschaften und Weichholzaunen bedeckt war, ist stark geschrumpft oder verschwunden. Dementsprechend haben auch die Tier- und Pflanzenarten, die an diese Lebensräume gebunden sind, im Lauf des 20. Jahrhunderts starke Bestands-einbussen erlitten.

Das Aueninventar gibt einen guten Überblick über den Allgemeinzustand dieses Lebensraums. Im Rahmen der Erfolgskontrolle Auenschutz (BONNARD *et al.* 2009) wurde der Zustand bei 283 Inventarobjekten – davon 67 alpine Auen – aufgrund von geomorphologischen, hydrologischen, botanischen und zoologischen Indikatoren evaluiert. Es zeigte sich, dass die Auen in den grossen Talebenen des Mittellandes und der Alpensüdseite am stärksten gelitten haben. Die von Weidenbüschen und Weichholzaunen bestockten Bereiche fehlen in vielen Fällen. Die montanen, subalpinen und alpinen Fließgewässersysteme sind dagegen in einem besseren Zustand. Die Naturnähe nimmt mit der Höhenlage zu.



Abb. 8: Wasser und Land wurden fast überall strikt getrennt. Die Auen rechts im Bild sind vom Fluss (Rhein bei Trübbach, SG) durch den Damm und die Nationalstrasse getrennt und vorwiegend vom Grundwasser beeinflusst (Foto: Emanuel Ammon/AURA).

Grosse, noch gänzlich oder nahezu intakte Systeme wie jenes der Sense oder des Rheins bei Mastrils beziehungsweise Rhäzüns spielen eine zentrale Rolle als Reservoir für auentypische Arten und Lebensgemeinschaften. Die relativ weitläufigen Auen am Südufer des Neuenburgersees entwickelten sich dagegen erst im Lauf des 20. Jahrhunderts infolge der Seespiegelabsenkungen und ersetzen heute zum Teil die während der 1. Juragewässerkorrektur verschwundenen Lebensräume. Positive Wirkung für die Auensysteme zahlreicher Fließgewässer hatten die Hochwasserereignisse der Jahre 1987, 1993, 2000 und 2005 (BEZZOLA und HEGG 2007; Abb. 9).

Entwicklung der Vegetation

SIEGRIST (1913) verfasste einige Jahrzehnte nach den Korrektionswerken an der Aare mehrere Publikationen zur Vegetation der Auen entlang der Aare. Auf Kiesinseln fand er Pioniergesellschaften mit Schilfähnlichem Reitgras (*Calamagrostis pseudophragmites*), Deutscher Tamariske (*Myricaria germanica*) und Sanddorn (*Hippophae rhamnoides*). Inzwischen gelten diese Arten als verschollen. Ihm entging nicht, dass die Auenwälder bereits damals als Folge der Wasser-



Abb. 9: Beim Hochwasser im Jahr 2005 beanspruchte der Chärstelenbach (UR) deutlich mehr Raum (Foto: Auenberatungsstelle).

spiegel-Absenkung allmählich austrockneten und sich Arten aus den Wäldern der Umgebung ansiedelten. Forstliche Eingriffe beschleunigten diese Entwicklung. Mit Erstaunen stellte Siegrist fest, dass auf einer Auenterrasse Buchenbestände in unmittelbarer Nähe von Weichhölzern wuchsen.

MOOR (1958) beschrieb die Auenvegetation und deren Sukzession in seinem Werk «Pflanzengesellschaften schweizerischer Flussauen». Er wies im Mittelland und den Alpen noch sämtliche auentypischen Pflanzengesellschaften Mitteleuropas nach (ELLENBERG 1996), was darauf schliessen lässt, dass die verbliebenen Auen der Schweiz, namentlich jene der Alpen, noch weitgehend intakt waren. Während der kartographischen Aufnahmen für das Aueninventar (GALLANDAT *et al.* 1993) fand man zahlreiche krautreiche Wälder mit Weiden, Erlen und Eschen im Übergangsstadium zu trockeneren und stabileren Waldgesellschaften. Die auentypischen Pflanzengesellschaften verschwinden – eine Entwicklung, die sich seither beschleunigt hat.

MÜLLER-WENK *et al.* (2003) stellten den Rückgang bei 153 Gefässpflanzenarten in Zusammenhang mit dem Schrumpfen der Auenfläche seit 1850 fest. Von diesen leben 29 in stehenden oder ruhig fliessenden Gewässern, 87 an Ufern und in Feuchtgebieten, 32 in Krautsäumen, Hochstaudenfluren, an Waldrändern und auf Ruderalstandorten, vier in Wäldern und eine auf Geröll. Es scheint somit, dass die Pflanzen der ufernahen Pionierstandorte, deren Vorkommen stark von der Gewässerdynamik abhängt, die grosse Mehrheit der bedrohten Arten ausmachen.

Zu diesen zählt beispielsweise der Kleine Rohrkolben (*Typha minima*; Abb. 10), eine Flaggschiff-Art für den Naturschutz und Pionier auf sandigen bis schlickigen Uferbereichen. In der Schweiz sind nur noch drei natürliche Standorte bekannt. Um ihr gänzlich Verschwinden zu verhindern, wurde ein Aktionsplan lanciert, der auch Wiederansiedlungsmassnahmen beinhaltet (KÄSERMANN 1999). Die Be-



Abb. 10: Der Kleine Rohrkolben (*Typha minima*) wächst in der Schweiz nur noch an drei natürlichen Standorten. Um das Verschwinden zu verhindern, wurde ein Aktionsplan lanciert (Foto: Josef Hlasek).

strebungen waren erfolgreich: Gemäss Biodiversitäts-Monitoring Schweiz nahmen die Bestände des Kleinen Rohrkolbens zwischen 1996 und 2005 zu (BDM.ch, Z6).

Gewässerläufe sind Ausbreitungskorridore für invasive Neophyten. PERRENOUD (2007) zeigte, dass diese in den Auengebieten von nationaler Bedeutung heute zahlreicher und verbreiteter anzutreffen sind als noch vor 20 Jahren. Bevorzugt besiedelt werden die häufig überschwemmten, ufernahen Bereiche, die Uferböschungen und die Gebüsch. Einzelne Neophyten stehen in direkter Lebensraumkonkurrenz mit einheimischen Arten (Kap. 10).

Entwicklung der Tierwelt

Aufgrund der engen Verzahnung von Wasser- und Landlebensräumen gehören Auen auch zoologisch zu den artenreichsten europäischen Ökosystemen. Der Zustand der Tierwelt ist weniger gut erfasst als jener der Flora, dürfte sich aber ähnlich präsentieren. Die Mehrheit der bedrohten auentypischen Tierarten besiedelt Habitate in Gewässernähe oder im Wasser, Ruderalflächen, Auensteppen und Moore. Bei allen taxonomischen Gruppen sind die Auenarten auf den Roten Listen stärker vertreten als jene, die in den übrigen Gebieten der Landschaft zuhause sind (RUST-DUBIÉ *et al.* 2006).

Sehr hohe Ansprüche an Qualität und Grösse eines Auenbiotops stellt der Flussuferläufer (*Actitis hypoleucos*; Kap. 9, Abb. 13). Er ist als Brutvogel aus dem Mittelland, wo er noch in den 1970er Jahren auftrat, verschwunden. Heute brütet er nur noch in grossflächigen Auen unkorrigierter Fliessgewässer der kollinen und montanen Höhenstufe in den Alpen und im Tessin. Zurzeit sind es im ganzen Land etwas weniger als 100 Paare.

Die Säugetiere der Fliessgewässer haben alle ihre eigene Geschichte. Der Biber (*Castor fiber*) war bereits zu Beginn des 19. Jahrhunderts im ganzen Land ausgerottet und wurde ab 1958 in mehreren Gebieten nördlich der Alpen wieder angesiedelt (RAHM *et al.* 2002). Die Bestände entwickelten sich positiv (Kap. 5). 1993 lebten um die 350 Biber in der Schweiz, 2008 waren es 1600. Zahlreiche Gewässerläufe blieben indessen bis heute biberfrei. Flusskraftwerke und andere Wanderbarrieren behindern deren Besiedlung. Der Fischotter (*Lutra lutra*) litt lange unter der direkten Verfolgung (Kap. 5); für das gänzliche Verschwinden waren aber die Lebensraumzerstörung, die Abnahme der Fischbestände und Umweltgifte ausschlaggebend (WEBER 1990).

Bei den Wirbellosen der Auen ist die Zahl der akut bedrohten Arten sehr gross. Von den auentypischen Heuschrecken (Orthoptera) sind mit Ausnahme der Sumpfgrille (*Pteronemobius heydenii*) sämtliche Arten stark gefährdet (MONNERAT *et al.* 2007, RUST-DUBIÉ *et al.* 2006). Mehrere Arten, die Standorte mit Pioniervegetation bewohnen, sind in korrigierten Fliessgewässern verschwunden, so etwa die Türks Dornschröcke (*Tetrix tuerki*; WERNER 2001).

Ausblick

Um die Jahrtausendwende erfolgte in der Schweiz ein Paradigmawechsel im Hochwasserschutz. Sicherheit und Biodiversität werden seither als komplementäre Ziele betrachtet (GOBAT *et al.* 2007). Das Bundesgesetz über den Wasserbau (1991) beziehungsweise dessen Verordnung postuliert eine Verbesserung der Struktur der Fliessgewässer und namentlich genug Raum, so dass die Fliessgewässer ihre natürlichen Funktionen erfüllen können (Art. 21 WBV). Die Subventionspraxis fördert die neue Philosophie. Die Sanierung von Restwasserstrecken mit ungenügender Dotierung und Massnahmen zur Reaktivierung des Geschiebehaushaltes sind im Gang oder werden entwickelt (Kap. 6).

Auf nationaler Ebene hat dieser Paradigmawechsel bisher noch wenig Wirkung gezeigt. Vereinzelt wurde Gewässern aber abschnittsweise die Funktionalität zurückgegeben (Abb. 11). Eine Erhebung im Jahr 2007 listete 154 Revitalisierungsprojekte auf, von denen 135 Auen von nationaler Bedeutung betrafen (COSANDEY und RAST 2007). Die meisten Projekte führen zu einer ökologischen Verbesserung des Auenlebensraums, jedoch nicht zu einer Vergrösserung (Abb. 11). Insgesamt ist die Bilanz der letzten 20 Jahre nuancierter und besser als jene des gesamten 20. Jahrhunderts.



Abb. 11: Die Flussaufweitung Pascoletto am Fluss Moesa (GR) führte zu einer engeren Verzahnung von Wasser- und Landlebensräumen, aber nicht zu einer Vergrösserung des Lebensraums Aue (Fotos: Tiefbauamt Graubünden).

2.3 Moore



Abb. 12: Die Moorlandschaft von Rothenthurm (SZ). Die Annahme der sogenannten Rothenthurm-Initiative im Jahre 1987 setzte der direkten Zerstörung der Moore ein Ende (Foto: Stefano Schröter/AURA).

Wenn Böden langfristig wassergesättigt und von einer Torf bildenden Vegetation bedeckt sind, können sich Moore entwickeln. Moore entstehen in Regionen mit hohen Niederschlägen sowie geringer Verdunstung, in Gebieten mit hohem Grundwasserspiegel, in Mulden, auf wenig geneigten Ebenen mit hoher Wasserzufuhr oder über undurchlässigen Böden. Der geologische Untergrund, das Landschaftsrelief, die Hydrologie, das Klima sowie das Alter bestimmen die Flächenausdehnung und den Moortyp (z. B. Flach-, Übergangs- oder Hochmoor).

Der Wasserhaushalt eines Moores bemisst sich unter anderem nach Höhe und Dauer des Wasserstands und seiner Schwankungsbreite, den Strömungsbedingungen, den Infiltrations- und Abflussverhältnissen und den kapillaren Aufstiegsmöglichkeiten des Grundwassers. In intakten, das heisst Torf produzierenden Mooren schwankt der Wasserspiegel nur wenig. Während der Vegetationsperiode ist er praktisch nie mehr als zwanzig Zentimeter unter der Oberfläche. Die nassen, nährstoffarmen Moorböden werden von spezialisierten Pflanzenarten besiedelt (z. B. Sonnentau, Abb. 13). In der Schweiz gelten rund 600 Tier- und Pflanzenarten als Moorspezialisten.



Abb. 13: Seltene Arten, die vorwiegend in Mooren vorkommen: Zwiebelorchis (*Liparis loeselii*), Sommer-Wendelähre (*Spiranthes aestivalis*) und Rundblättriger Sonnentau (*Drosera rotundifolia*) (Fotos: Beat Wartmann, oben; Albert Krebs, unten).

Für Moore ist die ständige Präsenz des Wassers derart dominant und prägend, dass die übrigen Einflussfaktoren eine geringe Rolle spielen. Die Moorvegetation ist deshalb weitgehend azonal. Über alle Höhenstufen und unabhängig von der umliegenden Vegetation sind die einzelnen Moortypen von ähnlicher Physiognomie und zeigen meist nur geringe Unterschiede bezüglich der Artenzusammensetzung. Moore der höheren Lagen können aber dennoch die Moore der tieferen Lagen nicht ersetzen. Flachmoore des Mittellands weisen mehr seltene Arten auf als die Moore in den höheren Lagen, beispielsweise die Zwiebelorchis (*Liparis loeselii*, Abb. 13), die Sumpf-Orchis (*Orchis palustris*), die Sommer-Wendelähre (*Spiranthes aestivalis*, Abb. 13), das Moorwiesenvögelchen (*Coenonympha oedippus*) und die Zierliche Moosjungfer (*Leucorrhinia caudalis*).

Wachstum und Zerstörung

Der hohe Wasserspiegel verzögert nicht nur die Nachlieferung von Sauerstoff in den Wurzelraum, sondern hemmt auch das Bodenleben und insbesondere das Enzym Phenoloxidase und damit die Mineralisierung des anfallenden organischen Materials. Dadurch wird die abgestorbene Biomasse nur unvollständig zersetzt und als Torf akkumuliert. Dies führt zu einer stark reduzierten Nährstoffverfügbarkeit im Wurzelraum; bei Hochmooren erfolgt die Nährstoffzufuhr sogar ausschliesslich über die Niederschläge und über die Luft.

Die Torfschichten der Hochmoore wachsen äusserst langsam in die Höhe. In der Schweiz kann mit einer Zuwachsrate von etwa 0,5 bis 1 Millimeter pro Jahr gerechnet werden. Hochmoore mit Torfmächtigkeiten von einigen Metern können deshalb ein Alter von mehreren tausend Jahren aufweisen.

Die ersten Moore in der Schweiz begannen sich bereits in der Endphase der jüngsten Eiszeit vor etwa 15000 Jahren zu bilden. Zeuge dafür ist ein 6,50 Meter hohes Torfprofil, das auf der Halbinsel des Étang de la Gruère (JU; 1000 m ü.M.) entnommen wurde. Für die Torfbasis wurde ein Alter von rund 14500 Jahren ermittelt (SHOTYK *et al.* 1998).

Vor etwa 300 Jahren erreichten die Torfkörper der Schweiz ihr maximales Volumen (KLAUS 2007). Danach setzte ein zeitweise drastischer Rückgang ein. Um die Wälder zu schonen und den Energiehunger der rasch wachsenden Bevölkerung zu stillen, wurde in der ersten Hälfte des 18. Jahrhunderts vor allem im Mittelland damit begonnen, in den Hochmooren und zum Teil auch in den Flachmooren Torf zu stechen (Abb. 14). Die Verwendung von Torf als Ersatz für Brennholz verbreitete sich rasch im ganzen Land (KAISER 1992). Gegen Ende des 18. Jahrhunderts erlangte das Torfstechen mancherorts eine hohe wirtschaftliche Bedeutung. Um 1850 wurde der Bedarf an Brennmaterial (Primärenergie) im Kanton Bern zu etwa zehn Prozent und im Kanton Zürich gar zu zwanzig Prozent durch Torf gedeckt (PFISTER und EGLI 1998, GRÜNIG 2007). In praktisch jedem Hochmoor des Mittellands und des Juras wurde zumindest zeitweise Torf gestochen (KLAUS 2007).

Bereits um 1850 war bekannt, dass sich abgetorfte Hochmoore unter günstigen Umständen (genügender Wasserhaltung) regenerieren und bereits nach wenigen Jahren wieder Torf bilden können (LESQUEREUX 1844). Zu den wichtigsten Vor-



Abb. 14: ETH-Exkursion mit Prof. Carl Schröter zu einem Torfstich im Einsiedler Moor (um 1900). Die übrig gebliebene Moorfläche verschwand 1937 im Sihlsee (Foto: WSL Biotopschutz).

aussetzungen für eine erfolgreiche Regeneration gehören, dass das Moor nicht bis auf den (nährstoffreichen) mineralischen Untergrund abgebaut wurde und die verbliebenen Torfreste bis in die obersten Schichten vernässt werden.

Besonders drastisch war der Rückgang der Moore während der beiden Weltkriege. Einerseits wurde Torf intensiv abgebaut, um die Selbstversorgung mit Brennmaterial sicherzustellen (GRÜNIG *et al.* 1986; Abb. 15 oben). Andererseits wurden während der «Anbauschlacht» im Rahmen des ausserordentlichen Meliorationsprogrammes zahlreiche Moore drainiert, um zusätzliches Kulturland zu schaffen (Abb. 15 mitte). Im Rahmen von nachfolgenden Meliorationen und der einsetzenden Intensivierung der Landwirtschaft verschwanden viele Moore ganz aus der Landschaft (Abb. 15 unten).

Meliorationen dezimieren Moorfläche

Die Zahlen zu den Meliorationen zeigen, dass seit 1850 mehrere 10000 Hektaren Moore im Rahmen von Meliorationsvorhaben trocken gelegt wurden. Für Flächenentwässerungen wurden während des 20. Jahrhunderts etwa fünf Milliarden Franken (inflationsbereinigt) ausgegeben (Deflation gerechnet mit dem vom Bundesamt für Statistik empfohlenen Luzerner Scheunenindex). Dies ist mehr als die Hälfte des gesamten Meliorationsaufwandes, der im letzten Jahrhundert betrieben wurde. Der Ausbau der Vorfluter kostete inflationsbereinigt über ein Milliarde



Abb. 15: Die Luftbilder von 1931, 1947 und 2000 dokumentieren das Verschwinden des Hochmoors bei Bünzen (AG). Mit der Entwässerung des Moors wurde bereits in den 1870er Jahren begonnen. 1931 und auch noch 1947 ist der Abbau in vollem Gang. Das Torfmoos ist heute nur noch ein Flurname (Nidermoos). (Luftbilder reproduziert mit Bewilligung von swisstopo BA100048).

Franken. Im 20. Jahrhundert wurden demnach jedes Jahr über 65 Millionen Franken (heutiges Preisniveau) für Entwässerungsmassnahmen ausgegeben (Bundesamt für Statistik 1886–2007; Bundesamt für Statistik 1949; Eidg. Volkswirtschaftsdepartement 1947).

Zahlreiche Moore wurden für die Gewinnung von Wiesen, Weiden und Anbauflächen trocken gelegt (Abb. 15). Allein zwischen 1940 und 1946 (ordentliche und ausserordentliche Meliorationsprogramme) wurden insgesamt fast 80000 Hektaren drainiert. Diese Flächen dürfen aber nicht ausschliesslich als verlorene Moorfläche verstanden werden. Oft handelte es sich um die Sanierung und Wiederherstellung von bereits früher drainierten Flächen (Zweit- oder Dritt-drainagen), so dass die Ausdehnung der tatsächlich drainierten Fläche nur mit detaillierten Untersuchungen auf der Grundlage von alten Karten nachgewiesen werden kann. Zudem fanden nicht alle Drainagen in Mooren statt; periodisch vernässte Flächen wurden ebenfalls drainiert.

Was ist geblieben?

In der Schweiz existieren drei nationale Moorinventare: Das Bundesinventar der Hoch- und Übergangsmoore, das Bundesinventar der Flachmoore und das Bundesinventar der Moorlandschaften von besonderer Schönheit und von nationaler Bedeutung (Kap. 12). Da das Bundesinventar der Moorlandschaften als Landschaftsinventar auch Flächen ohne Moorvegetation enthält, ist diese Inventarfläche deutlich grösser als die Moorflächen selbst und kann somit nicht für die Berechnung der aktuellen Verbreitung der Moore in der Schweiz verwendet werden. Zur Darstellung der aktuellen Moorfläche wurden die beiden Moorbiotopinventare des Bundes (Flach- und Hochmoorinventare), das Inventar der Flachmoore von regionaler Bedeutung und die Sumpfsignatur aus der Landeskarte 1:25000 (2008) (Sumpf, Sumpf und Gebüsch, Sumpf im Wald, Sumpf im offenen Wald) überlagert. Insgesamt ergibt sich so eine aktuelle Moorfläche von 33700 Hektaren.

Rekonstruktion der Moorfläche für das Jahr 1900

Die Sumpfsignatur der Siegfriedkarten dient als Basis für die Rekonstruktion der Moorfläche um 1900. Ausgehend von den gescannten Siegfriedkarten wurden die einzelnen Signaturen automatisch extrahiert. Längliche und horizontale Signatur-Elemente mit hohem Blau-Anteil wurden automatisch zu Mooregebieten zusammengefasst. Diese Prozedur erfasst die Mooregebiete der Siegfriedkarten im Allgemeinen sehr gut. Allerdings werden mit dieser Methode wegen der unterschiedlichen Druckqualität der Karten nicht alle Moore erfasst, insbesondere in den Berggebieten, wo der Massstab nicht 1:25000 sondern 1:50000 beträgt.

Eine besondere Herausforderung für den Vergleich der Karten von 1900 mit den heutigen stellt aber die unterschiedliche Definition einer Moorfläche dar. Gemäss den Kartierinstruktionen zur Siegfriedkarte wurde eine Fläche dann als Moor betrachtet, wenn sie nicht mehr mit dem Pferd passierbar war. Moore auf stark geneigten Hängen wurden zudem nur selten aufgenommen; 99 Prozent der Moore aus der Siegfriedkarte haben deshalb eine Neigung von weniger als 18

Tab. 4: Verlust der Moore nach der Siegfriedkarte (1900–2010) für die biogeographischen Regionen der Schweiz. Gemäss den Kartierinstruktionen zur Siegfriedkarte wurde eine Fläche nur dann als Moor betrachtet, wenn sie nicht mehr mit dem Pferd passierbar war.

Region	Moore um 1900 nach der Signatur der Siegfriedkarte (ha)	Heute übrig gebliebene Moore nach Siegfriedkarte (ha)	Verlust 1900–2010
Jura	1 594	253	84 %
Mittelland	16 883	2 623	84 %
Alpennordflanke	7 147	1 734	76 %
Westliche Zentralalpen	510	4	99 %
Östliche Zentralalpen	334	60	82 %
Alpensüdflanke	136	11	92 %
Total	26 604	4 684	82 %

Grad. Die heutige Inventarisierung der Moore erfolgte dagegen luftbildgestützt und unter Verwendung eines geobotanisch-ökologischen Moorbegriffs (siehe BROGGI 1994 für Flachmoore). Im Gegensatz zu den Siegfriedkarten werden heute somit nicht nur die stark vernässten Böden als Moore kartiert, sondern die Flächen mit typischer Moorvegetation. Damit ist die heutige Inventarisierung «grosszügiger» als jene vor hundert Jahren. Diese unterschiedlichen Erhebungskriterien führen dazu, dass die heutigen Moore nur eine schwache Übereinstimmung (16 %) zeigen mit den Mooren aus der Siegfriedkarte – obwohl die meisten heutigen Moore mit sehr hoher Wahrscheinlichkeit bereits um 1900 existierten.

Um die Moorflächen von 1900 mit den heutigen zu vergleichen, konnten wir uns deshalb nicht allein auf die Siegfriedkarten stützen. Zur Berechnung der Moorflächen musste zuerst abgeschätzt werden, welche Moorflächen um 1900 nach heutigen Moorkriterien kartiert worden wären. Zuerst wurde die Verlustrate der Moore im Sinne der Siegfriedkarte (also nur stark vernässte Gebiete) bestimmt (Tab. 4), indem nur die überlappenden Moorflächen (1900 und heute) betrachtet wurden. Basierend auf der heutigen Fläche der Moore mit einer Neigung von weniger als 18 Grad (etwa 30 000 ha) und der Verlustrate (82 %) konnten wir die Fläche der Moore um 1900 hochrechnen (Abb. 17). Mit diesem Verfahren erhalten wir für die ganze Schweiz eine ehemalige Moorfläche von knapp 168 100 Hektaren.

Flächenbilanz

Vor allem im Mittelland sind viele Moore bereits vor 1900 verschwunden. Die Gesamtfläche der Moore um 1800 wird auf über 250 000 Hektaren oder 6 Prozent der Schweizer Landesfläche geschätzt (GRÜNIG 2007, KLAUS 2007). Dieser Verlust war besonders gross in jenen Kantonen, in denen grössere Gewässerkorrekturen stattgefunden haben (Tab. 1).

Die heutige Fläche von 33 700 Hektaren (Abb. 18) entspricht 18 Prozent der Moorfläche, die für 1900 hochgerechnet wurde. Immerhin konnte der Rückgang