

Landschaftsbeobachtung Schweiz (LABES): Konzept für ein langfristiges Monitoring

Gilbert Thélin¹ und Ueli Roth²

¹ Hangweg 21, CH-3098 Köniz

² Sigmoplan AG, Thunstrasse 91, CH-3006 Bern

thegil@bluewin.ch, uroth@sigmaplan.ch

Landschaften sind das Resultat des Zusammenspiels von Natur und menschlicher Nutzung, Tradition und Kultur. Charakteristisch für Landschaften ist ihr ständiger Wandel. Dieser wird im Rahmen des Landschaftsbeobachtungsprogramms LABES (2007–2013) anhand von 39 Indikatoren verfolgt, die folgende Themenbereiche abdecken: Finanzen; Flächennutzung; Habitat; Landschaftsästhetik; Luft, Lärm und Licht; Struktur; Wasser; Wohnqualität und Identität. Das Projekt LABES ist das Produkt aus einem dreissigjährigen Prozess in welchem ältere, neuere und neuste Erhebungsmethoden nebeneinander Platz finden.

1 Einleitung

Landschaften bilden räumlich die gelebte und erlebte Umwelt des Menschen, welche ihm als Individuum sowie der Gesellschaft die Erfüllung physischer und psychischer Bedürfnisse ermöglicht. Landschaften haben dabei als Ressource unterschiedliche Funktionen. Sie sind Lebensraum für Menschen, Tiere und Pflanzen, vielfältiger Erholungs- und Identifikationsraum sowie räumlicher Ausdruck des kulturellen Erbes. Zudem leisten sie einen Beitrag zur Wertschöpfung. Landschaften entwickeln sich aufgrund von Prozessen wie geologischer Dynamik, Bodenentwicklung, Klima, Wasser, Luft, Licht, Fauna- und Floraveränderungen im Zusammenspiel mit der menschlichen Nutzung und Gestaltung.

Landschaften wandeln sich laufend. In den letzten Jahrzehnten haben die veränderten technischen, wirtschaftlichen und sozialen Bedingungen zu einem anhaltenden Druck auf die natürlichen Lebensgrundlagen geführt. Landschaften verlieren vielerorts ihre natürlichen und kulturellen Qualitäten. Die bedeutendsten Einflüsse dafür sind die Ausdehnung der Siedlungs-, Produktions- und Verkehrsflächen sowie die Intensivierung der Nutzung insbesondere in der Landwirtschaft.

Mit diesem Landschaftsverständnis hat das Bundesamt für Umwelt (BAFU) das Landschaftsmonitoring Schweiz (LABES) unter Beizug von Experten konzipiert und 2010 Resultate zur 1. Serie mit 18 von 39 Indikatoren präsentiert (Tab. 1).

2 Hintergrund

2.1 Landschaft unter Druck

Angefangen hat das nationale Landschaftsmonitoring bereits vor etwa dreissig Jahren. Unter dem Titel «Landschaft unter Druck» haben das Bundesamt für Raumentwicklung (ARE) und das BAFU die Entwicklung der Landschaftsqualität anhand ausgewählter Landschaftselementen verfolgt (ARE und BUWAL 1991). Alle sechs Jahre wird ein jedes Kartenblatt der Landeskarte 1:25000 durch ein neues ersetzt. Die Veränderungen zwischen dem alten und dem neuen Kartenblatt wurden ursprünglich bei der Eidgenössischen Landestopographie (heute Swisstopo) auf sogenannten Feldkartons farblich dargestellt. Die Idee von «Landschaft unter Druck» war, in einem Stichprobenverfahren landesweit 256 Flächen-

ausschnitte à 12 km² zu bestimmen, darin die in den Feldkartons festgehaltenen Landschaftsveränderungen visuell zu erfassen, zu digitalisieren und hochzurechnen. Bis heute gibt es vier Beobachtungsperioden: 1972–1983, 1978–1989, 1984–1995 und 1989–2003. In den definierten Stichprobenflächen (Abb. 1) wurden die Veränderungen anhand von Signaturen erfasst und auf Teilräume (Landschaftsräumen, Kantonsgruppen) sowie die ganze Schweiz hochgerechnet. Dabei wurden folgende Schlüsselmerkmale erfasst:

- Kleinstrukturen
- Wald
- Fliessgewässer
- Stillgewässer und Feuchtgebiete
- Geländeformen extensiv genutzte oder brachgelegte Flächen
- Nutzungsmuster der Land- und Forstwirtschaft
- Verkehrsanlagen und Infrastruktur

Ausgewertet wurde aus Gründen der Stichprobengrösse nach sechs Kantonsgruppen und nach den vier Landschaftsräumen: Hochalpen, Berggebiet, Mittelland und Agglomerationen (ARE und BUWAL 1991). Diese Signaturenauswertung ergänzte die Arealstatistik welche stichprobenartig Hektaren einer Nutzung zuspricht und dann mittels Hochrechnung flächenhafte Nutzungen in der Schweiz erhebt (BFS 2005). Bei der 3. Fortschreibung (Periode 1989–2003) gab es einen Methodenwechsel: die Landschaftsveränderungen wurden direkt aus digitalen Vektordaten von Swisstopo erfasst (ARE und BAFU 2007). Damit konnte die sehr zeitaufwändige, manuelle Karteninterpretation zugunsten eines schnellen, skalierbaren, leicht zu validierenden und nachvollziehbaren GIS-Auswertungsprozesses ersetzt werden.

2.2 Leitbild Landschaft 2020 – konzeptioneller Hintergrund zu LABES

Im Leitbild Landschaft 2020 hat das BAFU zusammen mit Experten aus den Kantonen und der Wissenschaft Ziele für eine nachhaltige Landschaftsentwicklung formuliert und gleichzeitig ein Set mit Kriterien und Indikatoren für die Überprüfung der Zielerreichung entwickelt (BUWAL 2003). Die Absicht war dabei – ausgehend von der Landschaftsdefinition – die Landschaft so umfassend wie möglich abzubilden. Ein besonderes Augenmerk wurde dabei auch auf die Berücksichtigung der qualitativen Elemente, wie zum Beispiel Naturnähe von Fließgewässern, Landschaftsbild, Wohlbefinden in der Wohnumgebung, Schönheit, Eigenart und Ablesbarkeit der natur- und kulturgeschichtlichen Identität gerichtet (STREMLow *et al.* 2003). Gleichzeitig stehen heute gegenüber dem rudimentären Ansatz von «Landschaft unter Druck» mit dem vorliegen digitaler Landeskarten ganz neue GIS-basierte Auswertungsmöglichkeiten zur Verfügung. Neben der 3. Fortschreibung von Landschaft unter Druck wurden zum

Beispiel erste Erfahrungen mit solchen GIS-basierten Methoden beim Thema Landschaftszerschneidung gemacht. Das Forschungsprojekt «Landschaftszerschneidung Schweiz» wurde vom BAFU mitfinanziert und mit beglei-

tet (BERTILLER *et al.* 2007). Um den Grad der Landschaftszerschneidung zu messen wird die Messgrösse «effektive Maschenweite» verwendet (JAEGER 2000). Sie drückt die Wahrscheinlichkeit aus, dass zwei zufällig gewählte

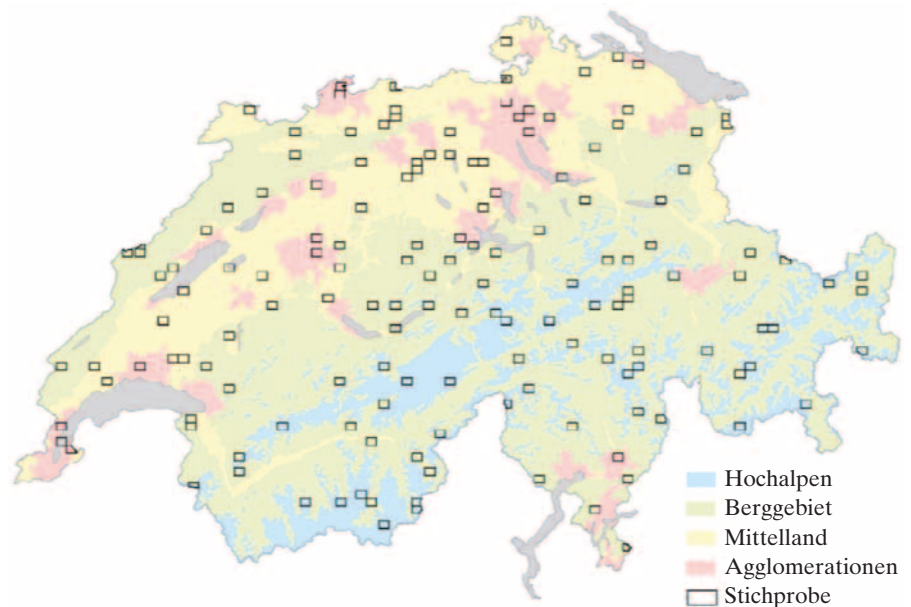


Abb. 1. Die Stichprobenflächen von «Landschaft unter Druck».



LK alt; Veränderung; LK neu (SP6): (See neu ■ Vergrößerung Kiesgrube ■). Neue Stillgewässer innerhalb einer Kiesgrube.



LK alt; Veränderung; LK neu (SP148): (See neu ■). Vergrößerung Stillgewässer und Neuanlage eines Speichersees für die Beschneidung

Abb. 2. Beispiele: Kartenauswertung der Beobachtungsperiode 1989–2003.

Punkte in einer ausgewählten Gebiets-einheiten verbunden sind, das heisst, nicht durch Barrieren wie Verkehrswege oder Siedlungen getrennt sind.

3 LABES – Konzept und Indikatoren

Im Rahmen der Arbeiten des BAFU für die Nationale Umweltbeobachtung Schweiz (NUS) wurde zusammen mit kantonalen Vertretern für den Bereich «Landschaft» der Indikatorenvorschlag aus Landschaft 2020 angepasst, angereichert und die zu verifizierenden Aussagen festgelegt. Im Rahmen einer Forschungszusammenarbeit zwischen BAFU und WSL wurden 39 Indikatoren hinsichtlich einer Operationalisierung und Parametrisierung überprüft, detailliert und komplettiert. Die Indikatoren sind neun Themen zugeordnet: Erholung; Finanzen; Flächen-nutzung; Habitat; Landschaftsästhetik;

Luft, Lärm und Licht; Struktur; Wasser; Wohnqualität und Identität. Ausserdem sind die Indikatoren auf das vom BAFU bevorzugte DPSIR Modell abgestimmt: D) Driving forces; P) Pressure; S) State; I) Impact; R) Responses; S) State. Die entsprechende Zuordnung ist im Appendix 1 aufgelistet. Je nach Verfügbarkeit der Daten umfassen die einzelnen Indikatoren unterschiedliche Beobachtungszeiträume.

Zu jedem Indikator besteht eine detaillierte Beschreibung mit Angaben zu den Messgrössen, den Datengrundlagen, Forschungsbedarf, Erhebungsbedarf und weiterführender Literatur (KIENAST 2006). Insbesondere wurde auch die Frage der Überwachung regionstypischer Landschaftsqualitäten, also des Landschaftscharakters, mit einbezogen. Das daraus resultierende Indikatorenset wurde anschliessend mit den NUS Indikatoren und Aussagen verknüpft und abgeändert (Tab. 1). Das Indikatorenset entspricht den folgenden inhaltlichen Kriterien:

- Repräsentatives Bild der Landschaft
- Aufteilung der Indikatoren auf möglichst viele landschaftsrelevante Themen
- Keine ähnlichen und redundanten Indikatoren
- Veränderungen der Umwelt und der menschlichen Aktivitäten wirken sich auf den Indikator aus
- Wissenschaftlich fundiert
- Eindeutige Interpretation möglich

4 LABES – Die Module

Die 39 Indikatoren sind bezüglich Datenverfügbarkeit, Verlässlichkeit der Aussage oder Operationalität sehr unterschiedlich. Einige Indikatoren können direkt aus anderen Monitoringaktivitäten übernommen werden, während für andere ein erheblicher Erhebungs- bzw. Forschungsaufwand geleistet werden muss. Die Indikatoren

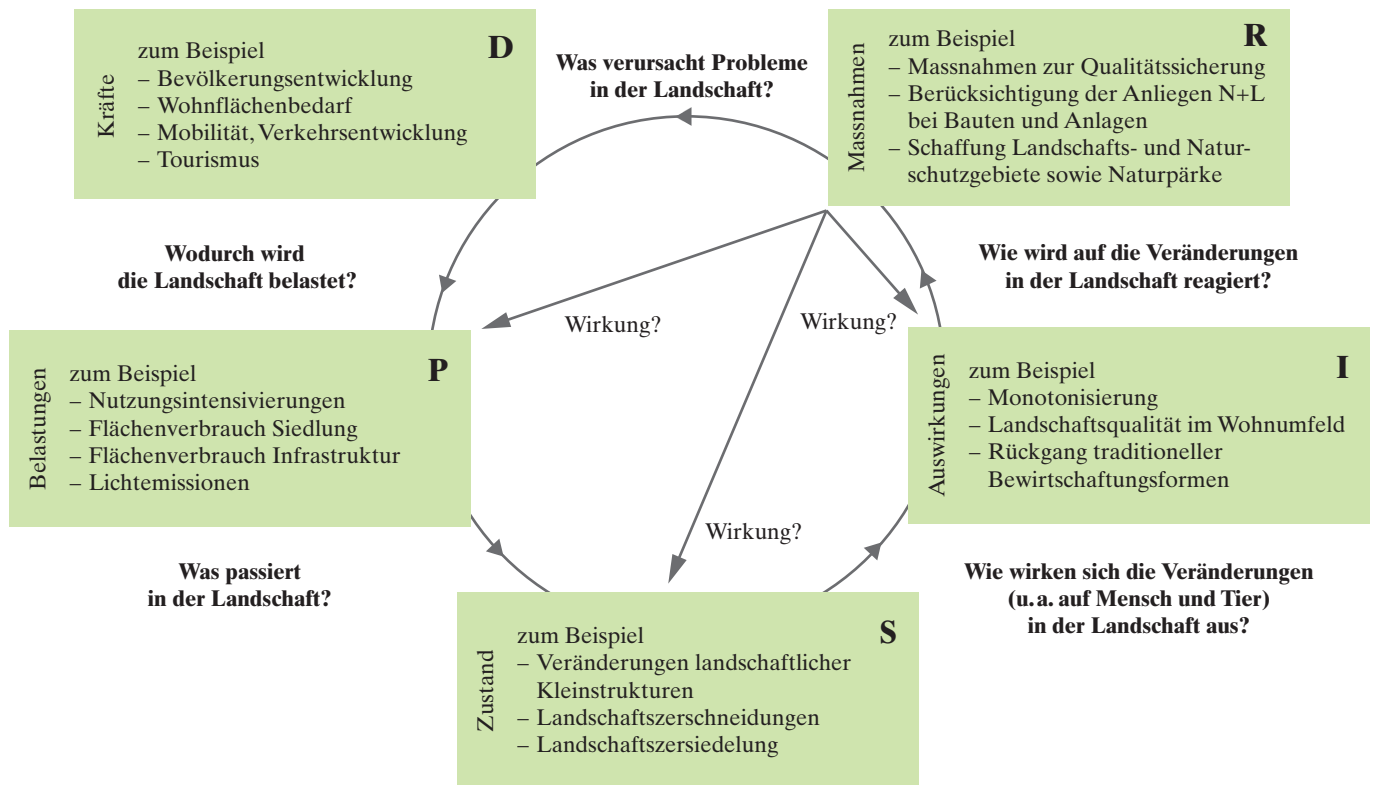


Abb. 3. Wodurch wird die Landschaft beeinflusst, und wie wirken sich Veränderungen aus? Das DPSIR Modell angewendet auf Landschaft (Quelle: BAFU 2010).

Tab. 1. Die definitiven LABES Indikatoren und ihre Zuordnung zu den Themenbereichen des NUS.

Themenbereich	Nr.	Indikatoren	Modul	Serie
Quantitativer- und qualitativer Bodenerhalt	1	Veränderung der Waldfläche	B	1
	2	Veränderung der Landwirtschaftsfläche	A	1
	3	Flächenverbrauch für Bauten	B	1
	4	Flächenverbrauch für Infrastrukturanlagen	B	2
	5	Flächenverbrauch für Intensivkulturen	A/CL	2
	7	Bodenversiegelung	A/CL	1
	8	Gebäudebestand ausserhalb der Bauzonen	A	2
	8a	Gebäudeflächen ausserhalb Bauzonen	A	1
	9	Landschaftszerschneidung	A	1
	36	Landschaftszersiedelung	A	1
Nutzungsvielfalt der Lebens- und Erlebnisräume	1a	Veränderung der Waldrandlängen	B	2
	2a	Nutzungsvielfalt der Landwirtschaftsfläche	A	1
	11	Ökomorphologie der Gewässer	A	1
	19	Entwicklung ökologisch wertvoller Landschaftselemente	B	1
	20	Abstand zu zentralen Dienstleistungen	CL	2
	31a	Gewässeranteil frei begehbar	CL	2
	31b	Nicht dauernd bewohnte Wohnungen	CL/CS	2
	32	Anlagefreie Gebiete	CL/CS	2
	32a	Stille Erholungsgebiete	CL/CS	2
35	Erschliessung mit Fuss- und Wanderwegen	B	2	
Ausgleichsräume für Natur und Kultur	15	Fläche der naturüberlassenen Gebiete	A	1
	16	Ökologische Ausgleichsflächen	A	1
	17a	Sömmerungsweiden	A	1
	17b	extensiv genutzte Waldflächen	A/CS	1
Landschaft als Heimat	14	Lichtemissionen	CL	1
	18	Besondere regionaltypische Bewirtschaftungsformen	CL	2
	21	Landschaftsqualität im Wohnumfeld (objektiv und subjektiv)	A/CS	2
	23	Identifikation und Heimatgefühl	CS	2
	24	Landschaftsbild	CS	2
	25	Landschaftsidentität (Eigenart und Ablesbarkeit der natur- und kulturgeschichtlichen Identität einer Landschaft)	CS	2
	26	Vielfalt	B	2
	27	Mysteriosität	CS	2
	28	Lesbarkeit	CS	2
	29	Faszination	CS	2
	30	Authentizität	CS	2
6	Landschafts- und Naturschutzgebiete	A	1	
Landschaftserhaltung als Bundesaufgabe	6a	Naturpärke	A	2
	33	Öffentliche Gelder für Schutz	A	1
	34	Öffentliche Gelder für ökologischen Lastenausgleich	A	1

wurden deshalb in vier Erhebungsmodule eingeteilt (Tab. 2).

Die erste Serie mit 18 LABES Indikatoren wurde bis Mitte 2010 ausgewertet und mit dem Zustandsbericht Landschaft des BAFU veröffentlicht (BAFU 2010). Die Auswertung und Veröffentlichung der zweiten Serie ist für 2013 vorgesehen.

5 LABES – Resultate

Rund die Hälfte der in Tabelle 1 aufgeführten Indikatoren ist ausgewertet und im eben erschienenen Zustandsbericht des BAFU publiziert (BAFU 2010). Im Folgenden werden beispielhaft einige Ergebnisse vorgestellt.

5.1 Beispiel aus Modul A: Landschafts- und Naturschutzgebiete

(Modulbearbeitung: «Die Geographen Schwick+Spichtig», Zürich)

Als Qualitätsziel des Leitbildes Landschaft 2020 des BAFU soll es in der Schweiz genügend grossflächige Schutzgebiete haben, in denen die Natur Vorrang hat. Nicht ersetzbare Landschaftselemente und Lebensräume sollen erhalten bleiben und geschützte Biotop zur Erhaltung der Artenvielfalt sollen untereinander vernetzt sein. Diesen Zielen wurde seit den 1980er Jahren vermehrt Rechnung getragen, entsprechend liegt der Flächenanteil der nationalen Schutzgebiete heute bei rund 23 Prozent der Landesfläche und der Grossteil davon ist untereinander vernetzt. Gleichzeitig wird auch die Vernetzung der übrigen Landschaft, beispielsweise im Rahmen der ökologischen Ausgleichsflächen in der Landwirtschaft, vorangetrieben.

Indikator 6 beschreibt die Veränderung der Fläche der Landschafts- und Naturschutzgebiete von nationaler Bedeutung. Hierzu wurden einbezogen: der Schweizerische Nationalpark und die bestehenden Bundesinventare: das BLN-Inventar, das Aueninventar, das Bundesinventar der Hoch- und Übergangsmoore sowie diejenigen der Flachmoore und der Moorlandschaften, die Amphibienlaichgebiete, die eidgenössischen Jagdbanngebiete und

Tab. 2. LABES Module.

Modul A	Daten momentan vorhanden, Forschungs- und Erhebungsbedarf durch andere Projekte abgedeckt, geringer bis mittlere Aufbereitungsaufwand fürs Landschaftsmonitoring, wenig Forschungsbedarf
Modul B	Daten aus dem bisherigen Projekt Landschaft unter Druck, welches im Blick auf Vector25 neu konzipiert wird; aus einem Stichprobenansatz wird eine Vollerhebung.
Modul CL	Daten nur teilweise vorhanden; müssen aus unterschiedlichen Datensätzen bereitgestellt oder modelliert werden; grosser landschaftsökologischer Forschungsbedarf
Modul CS	Daten meist nicht vorhanden, grosser sozialwissenschaftlicher Forschungsbedarf

das Inventar der Wasser- und Zugvogelreservate von internationaler und nationaler Bedeutung.

Bisher kannte man die Flächen der Gebiete pro Inventar, nicht aber, welchen Anteil der Landesfläche sie umfassen und wie sie sich veränderten. Im Rahmen von LABES hat das BAFU die entsprechenden Daten erstmals rückwirkend erhoben.

Die Inventare stellen zentral greifbare Daten bereit, erfassen jedoch nur einen Teil als wertvoll klassifizierte Lebensräume in der Schweiz. Weitere wertvolle Lebensräume wie beispielsweise Seen, Flachwasserzonen, Wälder oder Biotope von regionaler Bedeutung fehlen im Indikator mangels vergleichbarer einheitlicher Daten. Die Trockenstandorte sind aus verschiedenen Gründen (noch) nicht berücksichtigt worden (fehlende Unterlagen zum Zeitpunkt der Erhebung, keine zeitliche Entwicklung, teilweise sehr kleinräumige Vorkommen). Ebenso fehlen kantonale und kommunale Landschafts- und Naturschutzgebiete.

Anfangs 2010 lagen rund 23 Prozent der Landesfläche in einem oder mehreren nationalen Schutzgebieten (Abb. 4). Die Fläche dieser Schutzgebiete nimmt zu oder ab, wenn ihre rechtlich festgelegten Perimeter geändert werden.

Dieser Indikator dokumentiert nicht, wie sich die natürliche Umwelt verändert, sondern wie Gesellschaft und Politik mit Natur und Landschaft umgehen und welchen Schutz sie ihr angedeihen lassen.

Die Gesamtfläche aller Schweizer Schutzgebiete (Abb. 4) ist kleiner als die Summe der Flächen der einzelnen Schutzgebietskategorien (Abb. 5), weil sich verschiedene Schutzgebiete überlagern, d.h. dieselben Gebiete in meh-

ren Bundesinventaren vorkommen. Zum Beispiel werden Flächen, die im Auen- und Flachmoorinventar ebenso wie in der Wasser- und Zugvogelreservate-Verordnung erscheinen, nur

einmal gezählt. Rund 1800 km² Schutzgebietsfläche von nationaler Bedeutung (etwa 19 %) liegen in mehreren Schutzkategorien.

Das Ausscheiden von Landschafts- und Naturschutzgebieten hat für den Erhalt natürlicher, seltener oder bedrohter Lebensräume eine zentrale Bedeutung und ist eine der Voraussetzungen für den Erhalt und die Förderung der landschaftlichen Vielfalt der Schweiz. Eine Erweiterung der Schutzgebietsfläche fördert deshalb in aller Regel die landschaftliche Vielfalt und ist positiv zu werten.

Die Daten wurden – soweit vorliegend – auch für die biogeografischen Regionen ausgewertet (Abb. 6).

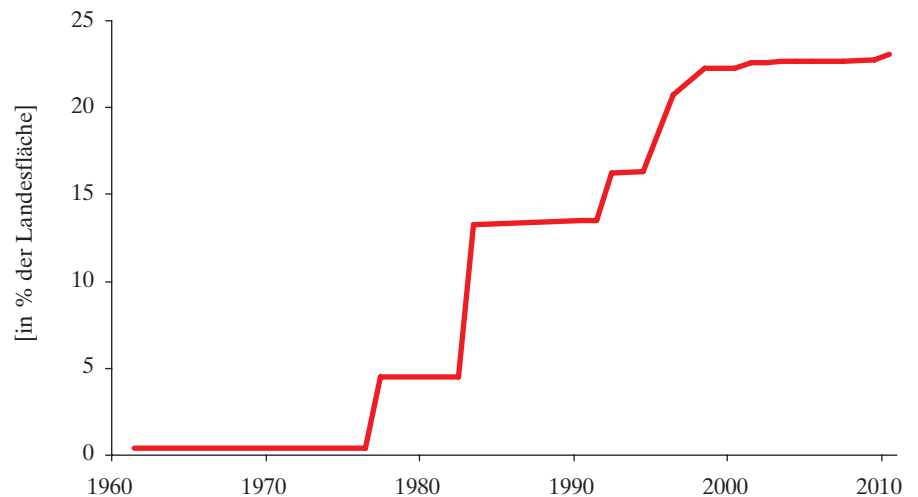


Abb. 4. Entwicklung der Fläche aller Natur- und Landschaftsgebiete von nationaler Bedeutung in der Schweiz (Angaben in Prozent der Landesfläche).

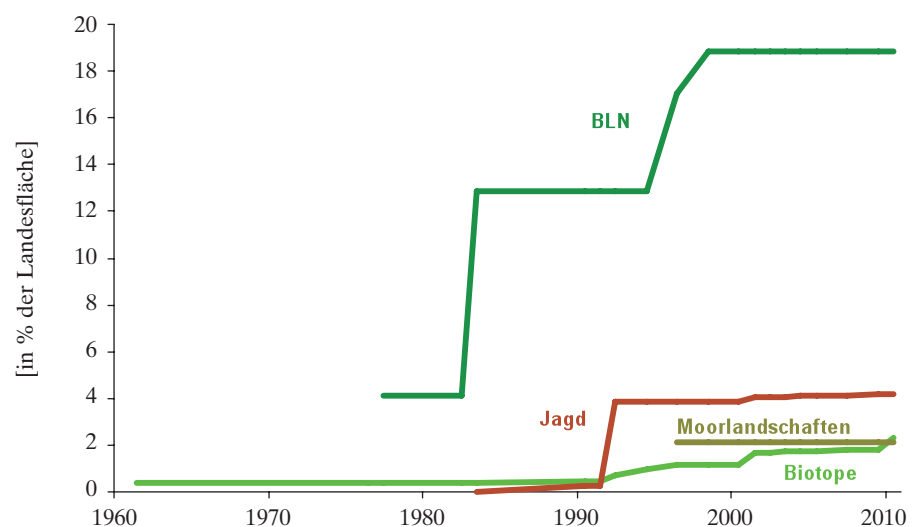
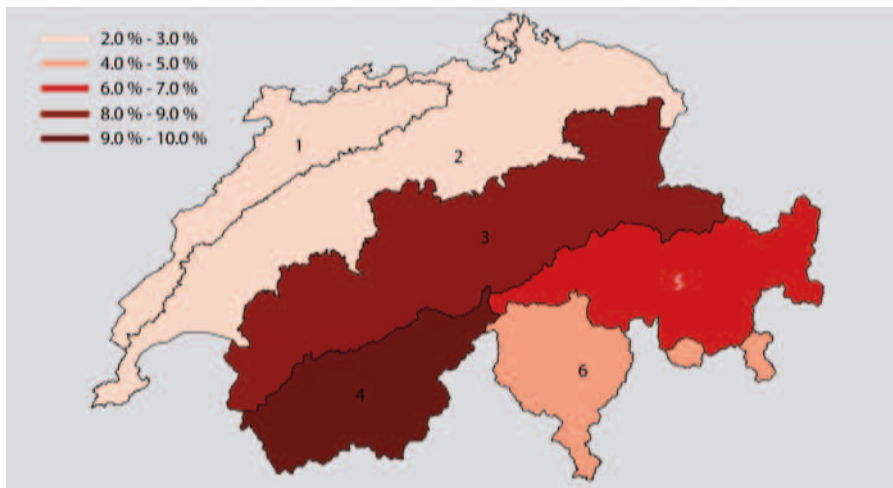


Abb. 5. Entwicklung der Fläche der einzelnen Inventarkategorien (Angaben in Prozent der Landesfläche).



- 1 Jura
- 2 Mittelland
- 3 Alpennordflanke
- 4 Westliche Zentralalpen
- 5 Östliche Zentralalpen
- 6 Alpensüdseite

Abb. 6. Verteilung der nationalen Schutzgebiete (ohne BLN-Gebiete und Moorlandschaften) auf die biogeographischen Regionen.

5.2 Beispiel aus Modul B: «Entwicklung ökologisch wertvoller Landschaftselemente»

(Modulbearbeitung: Sigmaplan AG, Bern)

Die Erfassung der Indikatoren im Modul B basiert auf den in der Landeskarte LK25 der swisstopo ausgewiesenen Änderungen der entsprechenden Signaturen. Da diese Daten in den ersten Beobachtungsperioden des Projektes «Landschaft unter Druck» noch nicht elektronisch verfügbar waren, wurden diese auf der Basis eines repräsentativen Stichprobennetzes von je 12 km² über die ganze Schweiz hochgerechnet und die jährlichen Veränderungsdaten in der jeweiligen Beobachtungsperiode ermittelt. In Zukunft wird hier mit dem Instrument TLM Topographisches Landschaftsmodell eine flächendeckende Auswertung möglich sein.

Die zeitliche Überschneidung der Auswertungen ergibt sich aus der Nachführungsmethode für die Landeskarte: Die einzelnen Kartenblätter werden alle sechs Jahre nachgeführt, wobei jedes Jahr ein Teil der Schweiz anhand von neuen Luftbildern bearbeitet wird. Die Methodik und Ergebnisse der Beobachtungsperiode 1972–1983 sind ausführlich dargelegt und erläutert in Landschaft unter Druck (1991). Die Ergebnisse der 2. und 3. Beobachtungsperiode sind dargestellt in den Berichten Land-

schaft unter Druck, Fortschreibung (1994), 2. Fortschreibung (2001) und 3. Fortschreibung (2007).

Die Ergebnisse können am Beispiel der offenen Bachläufe illustriert werden (Abb. 7). Auch in der letzten erfassten Beobachtungsperiode wurden in der Schweiz immer noch Bachläufe eingedolt und zwar etwa im gleichen Umfang wie in den vorherigen Beobachtungsperioden. Beispiele zeigen, dass im Landwirtschaftsland durch den Ausbau der Erschliessung, durch die Aufgabe von nicht mehr genutzten Mühlekanälen und nicht mehr gewässerten Wiesen oder zuneh-

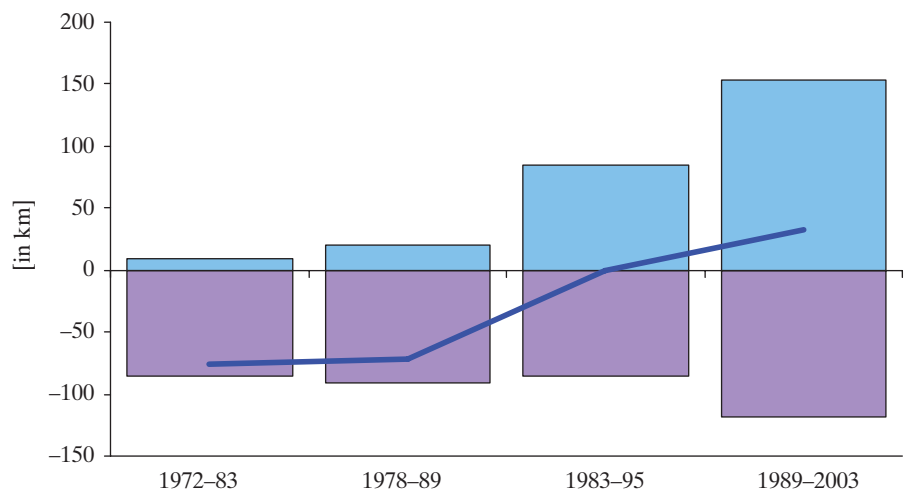


Abb. 7. Veränderung der offenen Bachläufe zwischen 1972 und 2003 (Angaben in Kilometern pro Jahr). Durchschnittliche jährliche Längenveränderung (blaue Säulen = Zunahme, violette Säulen = Eindolungen, blaue Linie = Saldo), Quelle: LK25, Vector25, swisstopo.

mend auch durch Wohn- und Industriebauten Gewässer in unserer Landschaft verschwinden. Im Mittelland und in der Nordost- und Nordwestschweiz wurden gegenüber der 1. und 2. Beobachtungsperiode in der 3. und 4. Beobachtungsperiode weniger Bäche eingedolt. In der Westschweiz hingegen ist eine Zunahme an eingedolten Bächen zu beobachten.

Demgegenüber setzt sich der Trend zu neuen offenen Bachläufen fort, indem deutlich mehr Bäche neu hinzukommen als verschwinden. Neue Bachläufe können durch eine offene Meteorientwässerung/Versickerung und Bachoffenlegung im Rahmen des ökologischen Siedlungsbaus oder durch vermutlich hochwasserbedingte Bachverlegungen erfolgen. Zugenommen hat die Zahl der neuen Bachläufe im Mittelland, in den Agglomerationen und in allen Kantonsgruppen.

Im Berggebiet wird sowohl eine hohe Anzahl von neuen aber auch von verschwundenen Bachläufen festgestellt. Zum Teil ist dies auf die natürliche Dynamik zurückzuführen, wenn nach Hochwasserereignissen neue Gewässerläufe entstehen. Neue Gewässerläufe sind aber auch im Berggebiet oberhalb der Baumgrenze festzustellen, indem bestehende, zeitweise wasserführende Gewässeroberläufe aufgrund der Witterung bei der Befliegung oder höherer Schmelzwasseranteile mehr Wasser führen und daher auf der Landeskarte nach oben verlängert wurden.

**5.3 Beispiel aus Modul CL:
«Lichtemissionen»**

(Modulbearbeitung: Eidg. Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft WSL, Landschaftsmodellierung, Birmensdorf)

Der Indikator der Lichtemissionen gibt an, wie viel Licht in der Nacht von der Erde ins All abgegeben wird. Der Indikator basiert auf Auswertungen von Satellitenbildern des *Defense Meteorological Satellite Program (DMSP)* aufgenommen mit dem *Operational Linescan System (OLS)*. Die Daten werden seit 1992 fortlaufend aufgenommen. Für LABES hat die WSL ein vom National Geophysical Data Center (NGDC) angebotenes Produkt verwendet und mit eigenen Verfeinerungen ergänzt.

Nicht nur die ursprüngliche Natur, auch die Dunkelheit wird weltweit auf immer kleinere Bereiche zurückgedrängt. Ausgedehnte und natürlich dunkle Gebiete sind vor allem in Europa selten geworden. Die Lichtemissionen nehmen seit Jahren weltweit zu. Dies führt zu einer einschneidenden Veränderung unserer natürlichen Umgebung, wie beispielsweise der Zerstörung der natürlichen Nachtlandschaft. Dadurch verschwindet für viele Menschen der sichtbare Sternenhimmel.

Durch übermässige Lichtemissionen können die Lebensräume nachtaktiver Tiere beeinträchtigt werden, mit teilweise tödlichen Folgen. Zum Beispiel können die Lichtemissionen die Orientierung fliegender Tiere stören. Vögel werden oft im Lichtdom gefangen und drehen sich endlos im Kreis. Aber auch andere Tierarten werden durch das Kunstlicht beeinflusst. Der Aktionsradius lichtscheuer Tiere wird eingeschränkt. Zusätzlich erwachen nachtaktive Lebewesen später und haben dadurch weniger Zeit für die Nahrungssuche.

Auch für den Menschen stellt der Verlust der Nachtlandschaft ein Problem dar. Die Sternenbeobachtung wird für Astronomen fast unmöglich, und zu viel Licht in der Nacht kann der Gesundheit schaden: Die «innere Uhr» (circadianes System) regelt verschiedene Körperfunktionen und ist eng mit dem tageszeitlichen Wechsel von hell und dunkel verknüpft. Eine Störung

der inneren Uhr führt zu Schlafstörungen, Veränderungen vom Herzrhythmus und eine Reduktion der Melatoninproduktion, welches u.a. das Immunsystem antreibt.

In Abbildung 8 sind die Mittelwerte von jeweils drei Jahren in einem «moving window» von 90×90 Bogensekunden dargestellt. Die Karte wurde

auf das Schweizer Koordinatensystem projiziert und in eine Pixelgrösse von 1 km² umgerechnet. Die Dunkelräume zwischen den Ballungsgebieten und die Nachtdunkelheit sind grösstenteils verschwunden.

Die Ballungsräume in der Schweiz sind auf den Satellitenbildern sehr gut erkennbar (Abb. 8). Im Vergleich von

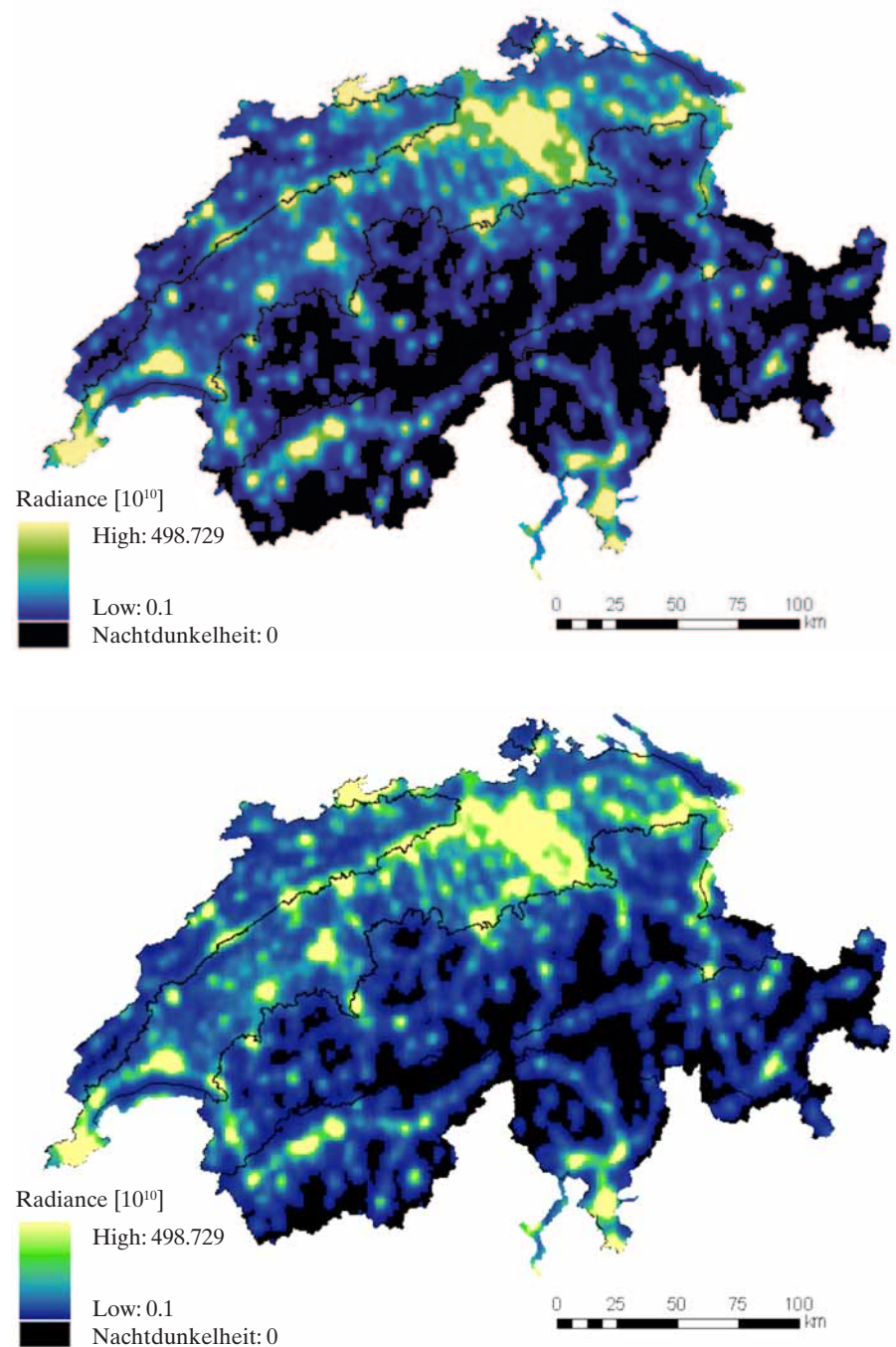


Abb. 8. Satellitenbild mit Lichtemissionen der Schweiz für das Jahr 1994 (oben) und 2003 (unten).

1994 und 2003 ist zu sehen, dass sich die Ballungsräume ausgeweitet haben. Vor allem die im Jahr 1994 noch dunklen Bereiche zwischen den Ballungsräumen werden zunehmend heller. Es ist aber auch ein stetiger Rückgang der Flächen mit Nachtdunkelheit sichtbar (Abb. 9). Im Mittelland ist bereits seit 1996 kein km² mit Nachtdunkelheit mehr auffindbar.

Von diesem gesamtschweizerischen Trend der steigenden Lichtemissionen bleiben auch die Landschaften und Naturdenkmäler von nationaler Bedeutung und die Moorlandschaften von besonderer Schönheit und nationaler Bedeutung nicht verschont (Abb. 9).

Im Vergleich der sechs biogeographischen Regionen erreicht das Mittelland Werte, die beinahe dem Dreifachen des schweizerischen Mittels entsprechen.

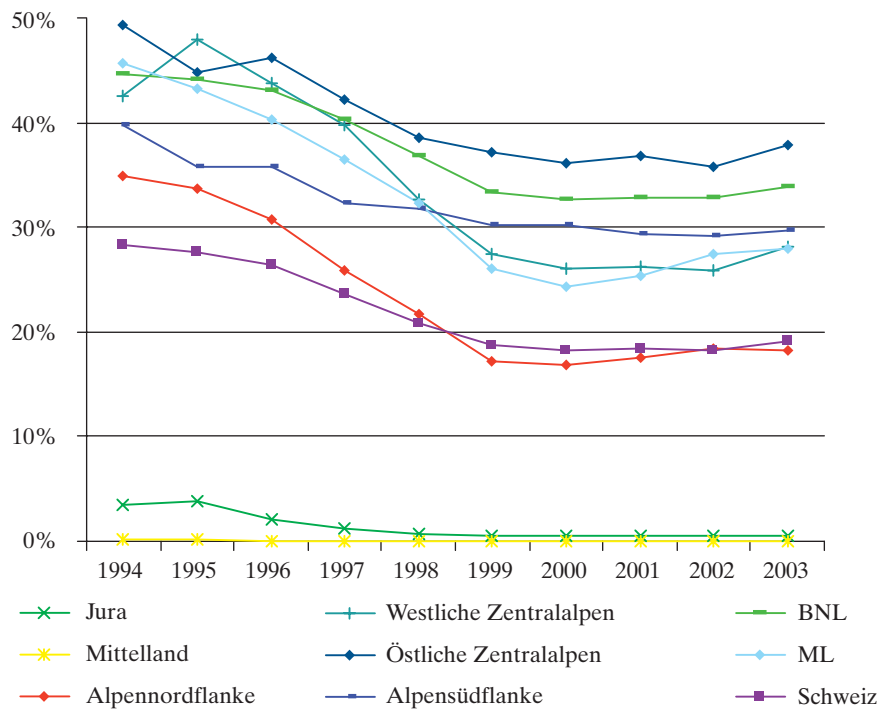


Abb. 9. Flächenanteil mit Nachtdunkelheit (0-Wert) im Zeitverlauf der Jahre 1994–2003 (jeweils gemittelt über die drei letzten Jahre).

5.4 Beispiel aus den Modulen CL und CS: «Anlagefreie Gebiete»

(Modulbearbeitung: Eidg. Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft WSL, Landschaftsmodellierung, Birmensdorf)

«Unberührte Natur» ist für viele Menschen der Inbegriff von Erholung. In der Schweiz existieren kaum mehr Orte, die im Urzustand belassen wurden. Trotzdem findet man Regionen, in welchen der Einfluss des Menschen nicht so offensichtlich ist. Dies sind Gebiete, in denen keine menschlichen Bauten und Anlagen zu sehen sind. Anlagefreie Gebiete sind daher die naturbelastendsten, die in der Schweiz gefunden werden können.

- Als anlagefreie Gebiete werden Gebiete bezeichnet, die keine störenden, künstlichen Landschaftselemente aufweisen. Dazu wurde eine Liste erstellt, aus welcher ersichtlich ist, welche Landschaftselemente als nicht störend angesehen werden und deshalb nicht als Anlage im Sinne dieses Indikators gelten.

Dieser Indikator wird erst im Rahmen der zweiten Serie publiziert werden, soll aber hier bereits als «Primeur» kurz vorgestellt werden.

Anlagefreie Gebiete sind ein wichtiger Lebensraum für lärmempfind-

liche, scheue Lebewesen. Aber nicht nur Tiere profitieren von anlagefreien Gebieten: «Naturbelassene» Gebiete sind ein wichtiger Erholungsfaktor für die Bevölkerung. Gebiete in welchen keine Anlagen stehen, sind aber in der Schweiz immer seltener. Umso gewichtiger wird die Bedeutung dieser Gebiete für die Erholung des Menschen. Als völlig anlagefrei gilt ein Gebiet, wenn in einem Quadrat von 0,25 km² keine Anlagen vorkommen. Die Kategorien mit etwas weniger strikten Grenzwerten bezüglich Vorkommen von Anlagen differenzieren das Bild. Grosse zusammenhängende Gebiete von anlagefreien Flächen sind vor allem in den Bergen zu finden. Im Mittelland und Jura sind bloss vereinzelte Flächen auffindbar (Abb. 10).

Völlig anlagefreie Gebiete erreichen in der Schweiz einen Anteil von etwa 24 Prozent. Sie kommen vermehrt im

Alpenraum vor, im Mittelland dagegen nur noch vereinzelt. Im Jura sind einige anlagefreie Gebiete vorhanden, es handelt sich dabei jedoch um wenige isolierte Flächen. Anteilsmässig machen sie auch bloss etwa zwei Prozent der Gesamtfläche im Jura aus. Während in den westlichen und östlichen Zentralalpen sowie an der Alpensüdflanke die anlagefreien Gebiete um die 50 Prozent der Fläche einnehmen, sind es im Mittelland nur gerade 0,23 Prozent.

Erstaunlich ist, dass nur um die 20 Prozent der Moorlandschaftsfläche von nationaler Bedeutung anlagefrei sind. Es kann sein, dass dies daran liegt, dass Mooregebiete in der Regel gut mit Strassen erschlossen sind und daher in dieser Analyse wegfallen. Beim Bundesinventar der Landschaften und Naturdenkmäler von nationaler Bedeutung sind es etwa 40 Prozent.

5.5 Folgerungen

Aufgrund der bisher ausgewerteten LABES-Indikatoren kann in Bezug auf den Zustand und die Entwicklung der Landschaft Folgendes festgehalten werden:

Die Landschaft Schweiz leidet unter der durch die gesellschaftlichen und wirtschaftlichen Entwicklungen der letzten Jahrzehnte ausgelösten räumlichen Veränderungen:

- Sie wird zerschnitten, zersiedelt und versiegelt.
- Die Nachtlandschaft verschwindet; bald gibt es keine dunklen Orte mehr in der nächtlichen Schweiz.
- Kulturlandschaftliche Werte gehen unter anderem durch die Monotonisierung der Landwirtschaftsflächen und durch das Verbuschen der Sömmerungsweiden verloren.

In der Schweizer Landschaft sind aber auch Erfolge zu verzeichnen:

- In den letzten 20 Jahren haben die geschützten Flächen kontinuierlich zugenommen, was vor allem auf die Inkraftsetzung verschiedener Bundesinventare zurückzuführen ist.
- Massnahmen zu Gunsten der Landschaftserhaltung (z. B. Revitalisierung von Bachläufen) beginnen zu greifen.
- In den Landschaften von nationaler Bedeutung (BLN-Gebiete) ist tendenziell eine in Bezug auf Natur und Landschaft positive Entwicklung festzustellen.
- Langzeitmonitoring liefert einen Beitrag, um der Bevölkerung die Bedeutung einer nachhaltigen Landschaftsentwicklung näherzubringen.

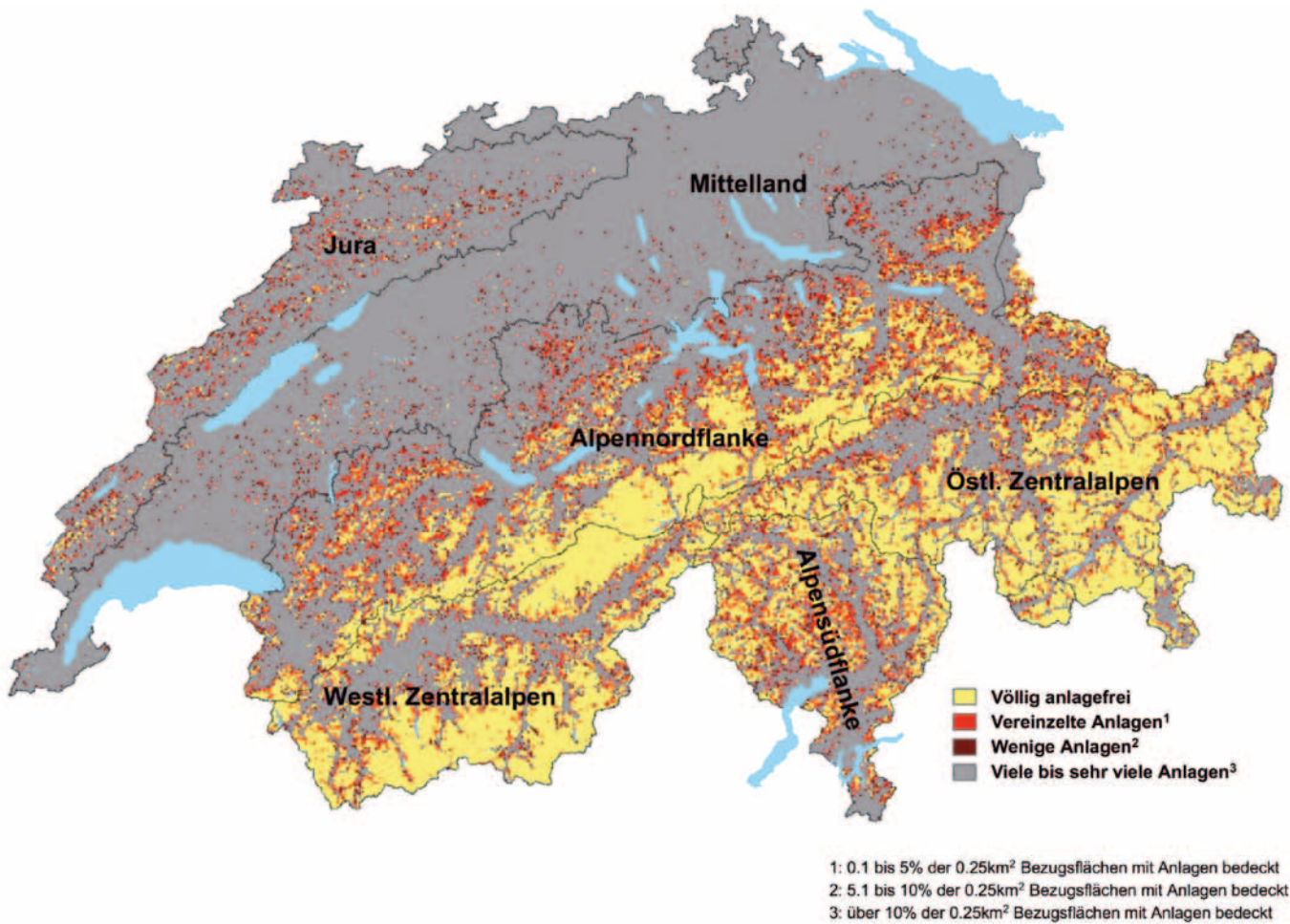


Abb. 10. Vorkommen anlagefreier Gebiete in der Schweiz für das Jahr 2009 (VECTOR25 aktualisiert 2009; Mobil- und Rundfunkantennen aktualisiert 2009).

6 Literaturverzeichnis

- Bundesamt für Raumentwicklung (ARE); Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft (BUWAL) (Hrsg.) 1991: Landschaft unter Druck. Beobachtungsperiode 1972–1983. Bern.
- Bundesamt für Raumentwicklung (ARE); Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft (BUWAL) (Hrsg.) 1994: Landschaft unter Druck. Fortschreibung. Beobachtungsperiode 1978–1989. Bern.
- Bundesamt für Raumentwicklung (ARE); Bundesamt für Umwelt (BAFU) (Hrsg.) 2001: Landschaft unter Druck. 2. Fortschreibung. Beobachtungsperiode 1983–1995. Bern.
- Bundesamt für Raumentwicklung (ARE); Bundesamt für Umwelt (BAFU) (Hrsg.) 2007: Landschaft unter Druck. 3. Fortschreibung. Beobachtungsperiode 1989–2003. Bern.
- Bundesamt für Statistik (BFS) (Hrsg.) 2005: Arealstatistik. Neuenburg.
- Bundesamt für Umwelt (BAFU) 2010: Zustand der Landschaft in der Schweiz. Bern.
- Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft (BUWAL) (Hrsg.) 2003: Landschaft 2020 – Erläuterungen und Programm. Synthese zum Leitbild des BUWAL für Natur und Landschaft. Bern.
- BERTILLIER, R.; SCHWICK, C.; JAEGER, J., 2007: Landschaftszerschneidung Schweiz. Zerschneidungsanalyse 1885–2002 und Folgerungen für die Verkehrs- und Raumplanung. Langversion. ASTRA-Bericht. Bern.
- JAEGER, J.A.G., 2000: Landscape division, splitting index and effective mesh size: New measures of landscape fragmentation. *Landsc. Ecol.* 15, 2: 115–130.
- KIENAST, F.; HELLER-KELLENBERGER, I.; HERSPERGER, H.; HUNZIKER, M.; HÄGELI, M., 2006: Monitoring der Landschaftqualität in der Schweiz. Unpubliziertes Manuskript. Birmensdorf.
- STREMLow, M.; ISELIN, G.; KIENAST, F.; KLÄY, P.; MAIBACH, M., 2003: Landschaft 2020 – Analysen und Trends. Grundlagen zum Leitbild des BUWAL für Natur und Landschaft. Schriftenreihe Umwelt Nr. 352. Bern, Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft.

Links zum Indikator «Landschafts- und Naturschutzgebiete»

- www.ecogis.admin.ch (GIS-Karten mit wählbaren Schutzgebieten)
- www.bafu.admin.ch (Homepage BAFU)
- www.bafu.admin.ch/buwal/de/fachgebiete/fg_grundlagen/inventare/inventarliste/index.html (Inventarliste BAFU)

Links zum Indikator «Entwicklung ökologisch wertvoller Landschaftselemente»

- www.bafu.admin.ch/publikationen, www.are.admin.ch (siehe Themen/Raumbeobachtung/Definition und Projekte)

Weiterführende Literatur zum Indikator «Lichtemissionen»

- CROFT, T.A., 1979: The brightness of lights on Earth at night, digitally recorded by DMSP satellite. Stanford Research Institute Final Report, U.S. Geological Survey, Washington, DC.

ELVIDGE, C.D.; BAUGH, K.E.; DIETZ, J.B.; BLAND, T.; SUTTON, P.C.; KROEHL, H.W., 1999: Radiance Calibration of DMSP-OLS Low-Light Imaging Data of Human Settlements. *Remote Sens. Environ.* 68: 77–88.

KLAUS, G.; KÄGI, B.; KOBLER, R.L.; MAUS, K.; RIGHETTI, A., 2005: Empfehlungen zur Vermeidung von Lichtemissionen. Vollzug Umwelt. Bern, Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft. 40 S.

KOBLER, R.L., 2002: Die Lichtverschmutzung in der Schweiz – Mögliche Auswirkungen und praktische Lösungsansätze. Diplomarbeit an der Fachhochschule beider Basel. http://www.darksky.ch/downloads/artikel/rkobler_dipl.pdf

WANG, K.; DICKINSON, R.E.; LIANG, S., 2009: Clear Sky Visibility Has Decreased over Land Globally from 1973 to 2007. *Science* 323: 1468–1470.

Abstract

Landscape observation Switzerland (LABES): A concept for long-term monitoring

Landscapes are the result of the interaction between nature and human activities, tradition and culture. Continuous change is characteristic of landscapes. The Landscape Observation Programme LABES (2007–2013) provides a framework to monitor landscape changes with a set of 39 indicators that cover the following thematic areas: finances; land use; habitat; landscape aesthetics; air, noise and light; structure; water; housing quality and identity. The project LABES is the product of a 30-year-long process in which older, newer and most recent surveying methods are integrated.

Keywords: Landscape observation, monitoring, landscape change, land use, habitat, landscape aesthetics, landscape quality, housing quality, identity, urban sprawl, intensive farming, protected areas

Appendix 1. Überblick über die LABES – Indikatoren und ihre Einbettung im DPSIR des BAFU

Nr. Indikator	DPSIR	In welchen Monitoringaktivitäten des Bundes verwendet ...	Modulzuordnung	Indikator erwähnt/referenziert in ...
1 Veränderung der Waldfläche (Indikator zur Quantität der Waldfläche)	P	BDM, LUD (teilweise, LFI)	A	BDM, MLR, MNR
1a Veränderung der Waldrandlänge (Indikator zu Qualität der Waldfläche)	P	BDM, LFI, LUD (teilweise)		
2 Veränderung der Landwirtschaftsfläche (Indikator zur Quantität der Landwirtschaftsfläche)	P	BDM	BDM, MLR	
2a Grösse der Bewirtschaftungsparzellen (Indikator zur Qualität der Landwirtschaftsfläche)	P			
3 Bodenverbrauch für Bauten und Anlagen (Siedlung)	P	BDM, LUD (teilweise)	BDM, NUD	
4 Bodenverbrauch für Verkehrsinfrastrukturen	P	BDM, LUD (teilweise)	BDM, NUD	
5 Landwirtschaftliche Intensivkulturen	S	BDM	MLR	
6 Landschafts- und Naturschutzgebiete	R	BDM	MLR, Monet	
7 Versiegelungsgrad	S	NUD		
8a Gebäudebestand ausserhalb der Bauzonen (unterschieden nach zonenkonformen und nicht-zonenkonformen Bauten und Anlagen)	S	Mit ARE koordinieren	MLR, NUD, MNR	
8b Anteil der nicht dauernd bewohnten Wohnungen am gesamten Wohnungsbestand	S	Mit ARE koordinieren	MLR	
9 Zerschneidungsgrad: Alle Strassen und Eisenbahnlinien	S	BDM	MLR, NUD, MNR (Jaeger 2000)	
9a Zerschneidungsgrad: Strassen 3. und 4. Klasse und Eisenbahnlinien mit tiefer Frequenz	S	BDM	MLR, NUD, MNR, (Jaeger 2000)	
11 Ökomorphologie der Gewässer	S	EEA		
14 Lichtverschmutzung	I	CQC, NUD		
15 Fläche der naturüberlassenen Gebiete	P	BDM		
16 Anteil ökologischer Ausgleichsfläche	R	BDM, StratInd	MLR, Monet, MNR	
17 Sömmerungsweiden und extensiv genutzte Waldfläche	P	EEA		
18 Besondere regionaltypische Bewirtschaftungsformen, wichtig für die Artenvielfalt	P	EEA		
18a Besondere regionaltypische Bewirtschaftungsformen wichtig für die Ästhetik	S			
19 Entwicklung ökologisch wertvoller Landschaftselemente	P	LUD	LUD, MLR, MNR	
20 Abstand zu zentralen Dienstleistungen	P	CQC		
21a Wohnqualität und Wohlbefinden (subjektiv)	I	Hu, L2020		
21b Wohnqualität und Wohlbefinden (objektiv)	I	Hu, L2020		
23 Identifikation und Heimatgefühl	I	Hu		
24 Landschaftsbild	I	Hu, BDM, L2020		
25 Landschaftsidentität (Eigenart und Ablesbarkeit der natur- und kulturgeschichtlichen Identität einer Landschaft)	S	Hu, L2020		
26 Vielfalt	S	Hu, L2020		
27 Mysteriosität	I	Hu		
28 Lesbarkeit	I	Hu, L2020		
29 Faszination	I	Hu		
30 Authentizität	I	Hu		

Appendix 1. Fortsetzung.

Nr.	Indikator	DPSIR	In welchen Monitoringaktivitäten des Bundes verwendet ...	Modulzuordnung	Indikator erwähnt/referenziert in ...
31a	Gewässeranteil frei begehbar	S	L 2020		
31b	Erreichbarkeit Naherholungsgebiete	S	Hu		
32	Erreichbarkeit anlagefreier, stiller Gebiete	S	MLR, Monet		
32a	Fläche touristisch wertvoller Erholungsgebiete	P			
33	Öffentliche Gelder für Natur-, Landschafts- und Heimatschutz	R	BDM, L2020		
34	Öffentliche Gelder mit ökologischem Leistungsauftrag	R	L 2020		
35	Erschliessung mit Fuss- und Wanderwegen (Erholungsqualität)	S			

Erläuterung zur Spalte «Indikator erwähnt/referenziert in ...»

BDM	Biodiversitätsmonitoring der Schweiz
BMU	Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, Berlin
CQC	Countryside Quality Counts, England
EEA	Europe's environment: the second assessment 1998 (cited in Wascher 2002)
Hu	Hunziker Marcel «Evaluation der soziokulturellen Indikatoren des BUWAL-Leitbildes Landschaft 2020»
IRENA	Indicator reporting on the integration of environmental concerns into agricultural policy
LUD	Landschaft unter Druck
L2020	Landschaft 2020
Monet	Nachhaltigkeitsindikatoren, Bundesamt für Statistik
MLR	Monitoring ländlicher Raum
MNR	Indikatoren im «Monitoring nachhaltige Richtplanung»
NQ3	Norwegian Q3 Monitoring programme
NUS	Nationale Umweltbeobachtung Schweiz.