

20
08

> Umweltziele Landwirtschaft

Hergeleitet aus bestehenden rechtlichen Grundlagen



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Bundesamt für Umwelt BAFU

Bundesamt für Landwirtschaft BLW

20
—
08

> Umweltziele Landwirtschaft

Hergeleitet aus bestehenden rechtlichen Grundlagen

Impressum

Herausgeber

Bundesamt für Umwelt (BAFU)
und Bundesamt für Landwirtschaft (BLW)
Das BAFU ist ein Amt des Eidg. Departements für Umwelt, Verkehr,
Energie und Kommunikation (UVEK).
Das BLW ist ein Amt des Eidg. Volkswirtschaftsdepartements (EVD).

Projektleitung

Simone Aeschbacher, BAFU
Ruth Badertscher, BLW

Arbeitsgruppe Umweltziele Landwirtschaft

BAFU: Willy Geiger, Stephan Müller, Simone Aeschbacher,
Hans Ulrich Gujer
BLW: Eduard Hofer, Christoph Böhnner, Samuel Vogel,
Ruth Badertscher, Lukas Barth

Fachexperten

BAFU: Beat Achermann, Roland von Arx, Ueli von Blücher,
Jean-Pierre Clément, Anita Gassner, Werner Göggel,
Simone Hunziker, Paul Liechti, Reto Murali, Markus Nauser,
Sarah Pearson, Felix Reutimann, Michael Schärer, Andreas Stalder

BLW: Ruth Badertscher, Christina Blank, Elisabeth Bosshard,
Reto Burkard, Toni Candinas, Markus Hardegger, Victor Kessler,
Laurent Nyffenegger, Markus Richner, Samuel Vogel, Markus Wildisen

Für die Anhänge Biodiversität: Stefan Eggenberg, UNA - Atelier
für Naturschutz und Umweltfragen; Yves Gonseth, Schweizer Zentrum
für die Kartografie der Fauna (CSCF); Andreas Gygax, Zentrum
des Datenverbundnetzes der Schweizer Flora (ZDSF); Daniela Pauli,
Forum Biodiversität Schweiz (SCNAT); Ueli Rehsteiner,
Schweizer Vogelschutz SVS/BirdLife Schweiz; Michael Schaad,
Schweizer Vogelschutz SVS/BirdLife Schweiz; Norbert Schnyder,
Nationales Inventar der Schweizer Moosflora (NISM); Beatrice Senn,
Swissfungi, Eidg. Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft
(WSL); Reto Spaar, Schweizerische Vogelwarte; Silvia Stofer,
Swisslichens, Eidg. Forschungsanstalt für Wald, Schnee und
Landschaft (WSL); Thomas Walter, Forschungsanstalt Agroscope
Reckenholz-Tänikon (ART); Silvia Zumbach, Koordinationsstelle
für Amphibien- und Reptilienschutz in der Schweiz (karch)

Zitiervorschlag

BAFU und BLW 2008: Umweltziele Landwirtschaft. Hergeleitet aus
bestehenden rechtlichen Grundlagen. Umwelt-Wissen Nr. 0820.
Bundesamt für Umwelt, Bern: 221 S.

Redaktion

Simone Aeschbacher, BAFU
Gregor Klaus, Wissenschaftsjournalist

Korrektorat

Jacqueline Dougoud

Gestaltung

Ursula Nöthiger-Koch (Layout)
Grafikatelier Max Urech (Abbildungen)

Bildnachweis

Markus Jenny: Titelbild, 19, 42, 78
Fotoagentur AURA, Luzern: 69, 103
Bildagentur Waldhaeusl: 95, 114, 133
BAFU: 58, 123, 145, 155, 165

Bezug

BAFU
Verlagsauslieferung
CH-3003 Bern
Fax +41 (0) 31 324 02 16
docu@bafu.admin.ch
www.umwelt-schweiz.ch/uw-0820-d

Bestellnummer/Preis:

UW-0820-D / CHF 20.– (inkl. MWST)

Diese Publikation ist auch in französischer Sprache erhältlich
(UW-0820-F).

© BAFU 2008

> Inhalt

Abstracts	5	3.3 Pflanzenschutzmittel	123
Vorwort	7	3.3.1 Allgemeines Umweltziel	125
Die Umweltziele Landwirtschaft im Überblick	8	3.3.2 Umweltziel Landwirtschaft	131
Einleitung	16	3.4 Arzneimittel	133
		3.4.1 Allgemeines Umweltziel	136
		3.4.2 Umweltziel Landwirtschaft	140
<hr/>			
1 Biodiversität und Landschaft	18	4 Boden	144
1.1 Biodiversität	19	4.1 Schadstoffe im Boden	145
1.1.1 Allgemeines Umweltziel	23	4.1.1 Allgemeines Umweltziel	147
1.1.2 Umweltziel Landwirtschaft	30	4.1.2 Umweltziel Landwirtschaft	151
1.2 Landschaft	42	4.2 Bodenerosion	155
1.2.1 Allgemeines Umweltziel	45	4.2.1 Allgemeines Umweltziel	159
1.2.2 Umweltziel Landwirtschaft	54	4.2.2 Umweltziel Landwirtschaft	162
1.3 Gewässerraum	58	4.3 Bodenverdichtung	165
1.3.1 Allgemeines Umweltziel	60	4.3.1 Allgemeines Umweltziel	167
1.3.2 Umweltziel Landwirtschaft	65	4.3.2 Umweltziel Landwirtschaft	170
<hr/>			
2 Klima und Luft	68	Anhang	172
2.1 Treibhausgase	69	A1 Ziel- und Leitarten	173
2.1.1 Allgemeines Umweltziel	72	A2 Lebensräume	220
2.1.2 Umweltziel Landwirtschaft	76		
2.2 Stickstoffhaltige Luftschadstoffe	78		
(Ammoniak, Stickoxide)			
2.2.1 Allgemeines Umweltziel	80		
2.2.2 Umweltziel Landwirtschaft	90		
2.3 Dieselruß	95		
2.3.1 Allgemeines Umweltziel	97		
2.3.2 Umweltziel Landwirtschaft	101		
<hr/>			
3 Wasser	102		
3.1 Nitrat	103		
3.1.1 Allgemeines Umweltziel	105		
3.1.2 Umweltziel Landwirtschaft	111		
3.2 Phosphor	114		
3.2.1 Allgemeines Umweltziel	116		
3.2.2 Umweltziel Landwirtschaft	121		

> Abstracts

Over the next two years the Federal Office for the Environment (FOEN) will be preparing a set of general environmental objectives. These will be specified in detail for sectors that are in a position to make a substantial contribution to the achievement of the general objectives. The present report outlines the environmental objectives for the first of these sectors, agriculture, in the four areas of biodiversity and landscape, climate and air, water, and soil. The objectives have been determined in collaboration with the Federal Office for Agriculture (FOAG). They are based on existing legal requirements as reflected in various acts, ordinances, international treaties and decisions of the Federal Council.

Das Bundesamt für Umwelt (BAFU) erarbeitet in den kommenden zwei Jahren ein Umweltzielsystem. Dabei werden allgemeine Umweltziele definiert und für diejenigen Sektoren spezifiziert, welche einen wesentlichen Beitrag zur Zielerreichung leisten. Der vorliegende Bericht präsentiert für die vier Bereiche Biodiversität und Landschaft, Klima und Luft, Wasser sowie Boden die Umweltziele für den ersten Sektor, die Landwirtschaft. Diese Umweltziele wurden zusammen mit dem Bundesamt für Landwirtschaft (BLW) erarbeitet. Sie basieren auf bestehenden rechtlichen Grundlagen wie Gesetzen, Verordnungen, internationalen Abkommen und Bundesratsbeschlüssen.

Dans les deux prochaines années, l'Office fédéral de l'environnement (OFEV) élaborera un système d'objectifs environnementaux. Il s'agira de définir des objectifs environnementaux généraux qui seront ensuite précisés pour les différents secteurs contribuant largement à les atteindre. Le présent rapport détaille les objectifs pour le premier secteur, l'agriculture, dans quatre domaines: biodiversité et paysage, climat et air, eaux ainsi que sol. Ces objectifs environnementaux ont été élaborés en collaboration avec l'Office fédéral de l'agriculture (OFAG). Ils reposent sur des bases légales existantes telles que lois, ordonnances, conventions internationales et arrêtés du Conseil fédéral.

L'Ufficio federale dell'ambiente (UFAM) elaborerà nei prossimi due anni un sistema di obiettivi ambientali. In tale ambito saranno definiti gli obiettivi ambientali generali, i quali saranno specificati in funzione dei settori che contribuiscono in modo determinante alla loro realizzazione. Il presente rapporto illustra gli obiettivi ambientali relativi all'agricoltura, nei quattro comparti seguenti: biodiversità e paesaggio, clima e aria, acqua e, infine, suolo. Gli obiettivi ambientali saranno elaborati congiuntamente con l'Ufficio federale dell'agricoltura (UFAG) e sono basati sulle norme giuridiche vigenti, ovvero su leggi, ordinanze, convenzioni internazionali e decreti federali.

Keywords:

Environmental objectives, agriculture, legal requirements, biodiversity, landscape, climate, air, water, soil

Stichwörter:

Umweltziele, Landwirtschaft, rechtliche Grundlagen, Biodiversität, Landschaft, Klima, Luft, Wasser, Boden

Mots-clés:

Objectifs environnementaux, agriculture, bases légales, biodiversité, paysage, climat, air, eaux, sol

Parole chiave:

Obiettivi ambientali, agricoltura, basi giuridiche, biodiversità, paesaggio, clima, acqua, suolo

> Vorwort

Die grosse Mehrheit der Schweizerinnen und Schweizer hat 1996 einem neuen Landwirtschaftsartikel in der Bundesverfassung zugestimmt. Neben der sicheren Versorgung der Bevölkerung mit hochwertigen Lebensmitteln soll die Landwirtschaft einen wesentlichen Beitrag zur dezentralen Besiedlung, zum Erhalt der natürlichen Lebensgrundlagen und zur Pflege der Kulturlandschaft leisten. Seither haben sich die unerwünschten Nebeneffekte durch die landwirtschaftliche Tätigkeit auf Biodiversität, Landschaft, Luft, Wasser und Boden verringert – dies, obwohl die Produktion gesteigert werden konnte und die soziale Stabilität gewährleistet blieb. Evaluationen und Umweltbeobachtungsprogramme zeigen allerdings auch, dass die Anstrengungen für den Erhalt unserer Lebensgrundlagen noch verstärkt werden müssen.

Dafür sind klar formulierte Ziele erforderlich. Unsere beiden Bundesämter haben deshalb Umweltziele für die Landwirtschaft formuliert, die aus Gesetzen, Verordnungen, internationalen Abkommen und Bundesratsbeschlüssen hergeleitet werden. Auch für die anderen Sektoren werden in den kommenden zwei Jahren entsprechende Umweltziele erarbeitet. Das Umweltziele-System stellt die prioritären Handlungsfelder generell und in den einzelnen Sektoren dar und dient als Grundlage für zielorientierte Massnahmen.

Bei der Festlegung der Agrarpolitik im Sinne einer nachhaltigen Landwirtschaft sind die Dimensionen Ökologie, Ökonomie und Soziales gleichwertig zu behandeln. Klare Umweltziele bilden für die Schweizer Bäuerinnen und Bauern einen stabilen Rahmen und zeigen ihre Leistungen transparent auf. Die Erarbeitung der Umweltziele ist ein klares Bekenntnis zu einer multifunktionalen und nachhaltigen Landwirtschaft. Qualitativ hochwertige Produkte, die in einer intakten Umwelt hergestellt werden, sind zudem ein Erfolgsfaktor auf dem nationalen Markt genauso wie im internationalen Wettbewerb.

Bruno Oberle
Direktor
Bundesamt für Umwelt (BAFU)

Manfred Bötsch
Direktor
Bundesamt für Landwirtschaft (BLW)

> Die Umweltziele Landwirtschaft im Überblick

	Allgemeines Umweltziel	Umweltziel Landwirtschaft
Biodiversität und Landschaft		
Biodiversität	Erhalt und Förderung einheimischer Arten und ihrer Lebensräume.	Die Landwirtschaft leistet einen wesentlichen Beitrag zur Erhaltung und Förderung der Biodiversität. Dies umfasst die Aspekte 1. Artenvielfalt und Vielfalt von Lebensräumen, 2. genetische Vielfalt innerhalb der Arten sowie 3. funktionale Biodiversität. <ol style="list-style-type: none"> 1. Die Landwirtschaft sichert und fördert die einheimischen, schwerpunktmässig auf der landwirtschaftlich genutzten Fläche vorkommenden oder von der landwirtschaftlichen Nutzung abhängigen Arten (nach Anhang 1) und Lebensräume (nach Anhang 2) in ihrem natürlichen Verbreitungsgebiet. Die Bestände der Zielarten werden erhalten und gefördert. Die Bestände der Leitarten werden gefördert, indem geeignete Lebensräume in ausreichender Fläche und in der nötigen Qualität und räumlichen Verteilung zur Verfügung gestellt werden. 2. Die Landwirtschaft erhält und fördert die genetische Vielfalt bei einheimischen, schwerpunktmässig auf der landwirtschaftlich genutzten Fläche vorkommenden wildlebenden Arten. Sie leistet zudem einen wesentlichen Beitrag zur Erhaltung und nachhaltigen Nutzung von einheimischen Sorten landwirtschaftlicher Kulturpflanzen und von einheimischen Nutzierrassen. 3. Die landwirtschaftliche Produktion erhält die von der Biodiversität erbrachten Ökosystemdienstleistungen.
Landschaft	Die vielfältigen Natur- und Kulturlandschaften mit ihren spezifischen regionalen Eigenarten und ihrer Bedeutung für Biodiversität, Erholung, Identität, Tourismus und Standortattraktivität erhalten, fördern, weiterentwickeln und vor Zersiedlung schützen.	Erhalt, Förderung und Weiterentwicklung vielfältiger Kulturlandschaften mit ihren spezifischen regionalen Eigenarten und ihrer Bedeutung für Biodiversität, Erholung, Identität, Tourismus und Standortattraktivität über <ol style="list-style-type: none"> 1. Offenhaltung durch angepasste Bewirtschaftung; 2. Vielfalt der nachhaltig genutzten und erlebbaren Kulturlandschaften; 3. Erhaltung, Förderung und Weiterentwicklung ihrer regionsspezifischen, charakteristischen, natürlichen, naturnahen und baulichen Elemente.
Gewässerraum	Ausreichender Gewässerraum im Sinne des Leitbildes Fließgewässer mit gewässergerechtem Uferbereich gemäss Modulstufenkonzept.	Ausreichender Gewässerraum im Sinne des Leitbildes Fließgewässer mit gewässergerechtem Uferbereich gemäss Modulstufenkonzept im Landwirtschaftsgebiet.
Klima und Luft		
Treibhausgase	Stabilisierung der Treibhausgaskonzentration in der Atmosphäre auf einem Niveau, auf dem eine gefährliche Störung des Klimasystems verhindert wird.	Reduktion der landwirtschaftlichen Kohlendioxid-, Methan- und Lachgasemissionen.
Stickstoffhaltige Luftschadstoffe (Ammoniak, Stickoxide)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Vorsorgliche Begrenzung der Emissionen so weit, als dies technisch und betrieblich möglich und wirtschaftlich tragbar ist. 2. Keine übermässigen Immissionen, das heisst keine Überschreitung von Belastungsgrenzen wie Immissionsgrenzwerte, Critical Loads, Critical Levels und «Air Quality Guidelines». Verschärfte Emissionsbegrenzungen, falls trotz vorsorglicher Emissionsbegrenzung übermässige Immissionen verursacht werden. 	Die Ammoniakemissionen aus der Landwirtschaft betragen maximal 25 000 Tonnen Stickstoff pro Jahr.
Dieseleruss	Reduktion der gesamten Dieselerussemissionen in der Schweiz auf 100 Tonnen pro Jahr.	Die Dieselerussemissionen der Landwirtschaft betragen maximal 20 Tonnen pro Jahr.

	Allgemeines Umweltziel	Umweltziel Landwirtschaft
Wasser		
Nitrat	<ol style="list-style-type: none"> 1. Maximal 25 mg Nitrat pro Liter in Gewässern, die der Trinkwassernutzung dienen oder dafür vorgesehen sind. 2. Reduktion der Stickstoffeinträge in die Gewässer um 50 % gegenüber 1985. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Maximal 25 mg Nitrat pro Liter in Gewässern, die der Trinkwassernutzung dienen oder dafür vorgesehen sind und deren Zufließbereich hauptsächlich von der Landwirtschaft genutzt wird. 2. Reduktion der landwirtschaftsbedingten Stickstoffeinträge in die Gewässer um 50 % gegenüber 1985.
Phosphor	Der Sauerstoffgehalt im Seewasser darf zu keiner Zeit und in keiner Seetiefe weniger als 4 mg Sauerstoff pro Liter betragen. Er muss zudem ausreichen, damit wenig empfindliche Tiere den Seegrund ganzjährig und in einer möglichst natürlichen Dichte besiedeln können. Besondere natürliche Verhältnisse bleiben vorbehalten.	Der Gesamtposphorgehalt in Seen, deren Phosphoreintrag hauptsächlich aus der Landwirtschaft stammt, beträgt weniger als 20 µg Phosphor pro Liter. Besondere natürliche Verhältnisse bleiben vorbehalten.
Pflanzenschutzmittel	<ol style="list-style-type: none"> 1. Keine Beeinträchtigung von Umwelt und Gesundheit durch Pflanzenschutzmittel. 2. Maximal 0,1 µg organische Pflanzenschutzmittel und relevante Metaboliten pro Liter je Einzelstoff in oberirdischen Gewässern sowie im Grundwasser, das als Trinkwasser genutzt wird oder dafür vorgesehen ist. Vorbehalten bleiben andere Werte aufgrund von Einzelstoffbeurteilungen im Rahmen des Zulassungsverfahrens. 3. Das Umweltrisiko durch Pflanzenschutzmittel ist so weit wie möglich zu reduzieren. Dabei sind naturräumliche Gegebenheiten zu berücksichtigen. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Keine Beeinträchtigung von Umwelt und Gesundheit durch Pflanzenschutzmittel aus der Landwirtschaft. 2. Für Gewässer, deren Pflanzenschutzmittel-Eintrag hauptsächlich aus der Landwirtschaft stammt: maximal 0,1 µg organische Pflanzenschutzmittel und relevante Metaboliten pro Liter je Einzelstoff in oberirdischen Gewässern sowie im Grundwasser, das als Trinkwasser genutzt wird oder dafür vorgesehen ist. Vorbehalten bleiben andere Werte aufgrund von Einzelstoffbeurteilungen im Rahmen des Zulassungsverfahrens. 3. Das Umweltrisiko durch Pflanzenschutzmittel in der Landwirtschaft ist so weit wie möglich zu reduzieren. Dabei sind naturräumliche Gegebenheiten zu berücksichtigen.
Arzneimittel	Keine Beeinträchtigung von Umwelt und Gesundheit durch Arzneimittel.	Keine Beeinträchtigung von Umwelt und Gesundheit durch Tierarzneimittel, deren Eintrag hauptsächlich aus der Landwirtschaft stammt.
Boden		
Schadstoffe im Boden	Keine Beeinträchtigung der Bodenfruchtbarkeit und der Gesundheit durch anorganische oder organische Schadstoffe.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Keine Beeinträchtigung der Bodenfruchtbarkeit und der Gesundheit durch anorganische oder organische Schadstoffe aus der Landwirtschaft. 2. Der Eintrag einzelner Schadstoffe aus der Landwirtschaft in Böden ist kleiner als deren Austrag und Abbau.
Bodenerosion	<ol style="list-style-type: none"> 1. Keine Beeinträchtigung der Bodenfruchtbarkeit durch Erosion. 2. Keine Beeinträchtigung der Gewässer und naturnaher Lebensräume durch abgeschwemmtes Bodenmaterial. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Keine Richtwertüberschreitungen für Erosion und Verhinderung der Talwegerosion auf Ackerflächen. 2. Keine Beeinträchtigung der Bodenfruchtbarkeit durch Erosion auf landwirtschaftlich genutzten Flächen. 3. Keine Beeinträchtigung der Gewässer und naturnaher Lebensräume durch abgeschwemmtes Bodenmaterial aus landwirtschaftlich genutzten Flächen.
Bodenverdichtung	Keine Beeinträchtigung der Bodenfruchtbarkeit durch Bodenverdichtung.	Vermeidung dauerhafter Verdichtungen landwirtschaftlicher Böden.

> Aperçu des objectifs environnementaux pour l'agriculture

	Objectif environnemental général	Objectif environnemental pour l'agriculture
Biodiversité et paysage		
Biodiversité	Conserver et favoriser les espèces indigènes et leurs habitats.	L'agriculture apporte une contribution essentielle à la conservation et au soutien de la biodiversité, sous trois angles: 1. diversité des espèces et diversité des habitats, 2. diversité génétique à l'intérieur de chaque espèce et 3. biodiversité fonctionnelle. 1. L'agriculture assure la conservation et favorise les espèces indigènes (annexe 1) – en accordant la priorité aux espèces présentes sur les surfaces agricoles et à celles qui dépendent de l'agriculture – ainsi que des habitats (annexe 2) dans leur aire de répartition naturelle. Les populations des espèces-cibles sont conservées et favorisées. Les populations des espèces caractéristiques sont favorisées par la mise à disposition de surfaces suffisantes d'habitats adéquats ayant la qualité requise, bien répartis sur le territoire. 2. L'agriculture conserve et favorise la diversité génétique des espèces indigènes vivant à l'état sauvage, en accordant la priorité aux espèces présentes sur les surfaces agricoles. Elle apporte en outre une contribution essentielle à la conservation et à l'utilisation durable de variétés indigènes de plantes agricoles cultivées et de races indigènes d'animaux de rente. 3. La production agricole préserve les services écosystémiques rendus par la biodiversité.
Paysage	Conserver, favoriser, développer et préserver du morcellement les paysages naturels et ruraux variés avec leurs caractéristiques régionales spécifiques et leur contribution à la biodiversité, à la détente, à l'identité, au tourisme et à l'attrait de la place économique.	Conserver, favoriser et développer les paysages ruraux variés avec leurs caractéristiques régionales spécifiques et leur contribution à la biodiversité, à la détente, à l'identité, au tourisme et à l'attrait de la place économique, par: 1. le maintien d'espaces ouverts par une exploitation adaptée; 2. l'utilisation durable de paysages ruraux variés et accessibles; 3. la conservation, la mise en valeur et le développement de leurs éléments régionaux caractéristiques, naturels, proches de l'état naturel et architecturaux.
Espace réservé aux cours d'eau	Assurer un espace suffisant aux cours d'eau au sens des «Idées directrices – Cours d'eau suisses» avec des rives typiques d'un cours d'eau selon le système modulaire gradué.	Assurer, dans les zones agricoles, un espace suffisant aux cours d'eau au sens des «Idées directrices – Cours d'eau suisses» avec des rives typiques d'un cours d'eau selon le système modulaire gradué.
Climat et air		
Gaz à effet de serre	Stabiliser la concentration de gaz à effet de serre dans l'atmosphère à un niveau évitant toute perturbation dangereuse du système climatique.	Réduire les émissions de dioxyde de carbone, de méthane et de protoxyde d'azote dans l'agriculture.
Polluants atmosphériques azotés (ammoniac, oxydes d'azote)	1. Limiter les émissions à titre préventif dans la mesure où cela est réalisable sur le plan de la technique et de l'exploitation et économiquement supportable. 2. Eviter les immissions excessives, à savoir les dépassements de limites de charge telles que les valeurs limites d'immission, les charges critiques, les niveaux critiques et lignes directrices de l'OMS pour la qualité de l'air (WHO Air Quality Guidelines). Limiter plus sévèrement les émissions si les limitations préventives ne suffisent pas pour éviter des immissions excessives.	Limiter les émissions d'ammoniac de l'agriculture à 25 000 tonnes d'azote par an au maximum.
Suies de diesel	Ramener les émissions totales de suies de diesel en Suisse à 100 tonnes par an.	Limiter les émissions de suies de diesel de l'agriculture à 20 tonnes par an au maximum.

	Objectif environnemental général	Objectif environnemental pour l'agriculture
Eaux		
Nitrates	<ol style="list-style-type: none"> 1. Au maximum 25 mg de nitrates par litre dans les eaux utilisées comme eau potable ou destinées à l'être. 2. Réduction de 50 % des apports en azote dans les eaux par rapport à 1985. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Au maximum 25 mg de nitrates par litre dans les eaux utilisées comme eau potable ou destinées à l'être, et dont l'aire d'alimentation est consacrée en majeure partie à l'exploitation agricole. 2. Réduction des apports en azote d'origine agricole dans les eaux de 50 % par rapport à 1985.
Phosphore	La teneur en oxygène des eaux lacustres ne doit être, à aucun moment et à aucune profondeur, inférieure à 4 mg par litre. Elle doit en outre suffire pour que des animaux relativement peu sensibles puissent peupler le fond du lac durant toute l'année et en nombre aussi proche que possible de la densité naturelle. Les conditions naturelles particulières sont réservées.	La teneur totale en phosphore des lacs dont la charge en phosphore provient principalement de l'agriculture est inférieure à 20 µg par litre. Les conditions naturelles particulières sont réservées.
Produits phytosanitaires	<ol style="list-style-type: none"> 1. Éviter les atteintes environnementales et sanitaires liées à des produits phytosanitaires. 2. Limiter la quantité de produits phytosanitaires organiques et de métabolites pertinents à 0,1 µg au maximum par substance et par litre dans les eaux superficielles ainsi que dans les eaux souterraines utilisées comme eau potable ou destinées à l'être. D'autres valeurs sont réservées sur la base de l'appréciation des différentes substances dans le cadre de la procédure d'autorisation. 3. Réduire autant que possible les risques environnementaux liés aux produits phytosanitaires, en tenant compte des particularités naturelles locales. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Éviter les atteintes environnementales et sanitaires liées à des produits phytosanitaires issus de l'agriculture. 2. Pour les eaux dans lesquelles les apports en produits phytosanitaires proviennent essentiellement de l'agriculture: limiter la quantité de produits phytosanitaires organiques et de métabolites pertinents à 0,1 µg au maximum par substance et par litre dans les eaux superficielles ainsi que dans les eaux souterraines utilisées comme eau potable ou destinées à l'être. D'autres valeurs sont réservées sur la base de l'appréciation des différentes substances dans le cadre de la procédure d'autorisation. 3. Réduire autant que possible les risques environnementaux liés aux produits phytosanitaires utilisés dans l'agriculture, en tenant compte des particularités naturelles locales.
Médicaments	Absence d'atteintes à l'environnement et à la santé par des médicaments.	Absence d'atteintes à l'environnement et à la santé par des médicaments vétérinaires dont l'apport provient principalement de l'agriculture.
Sol		
Polluants dans le sol	Éviter les atteintes à la fertilité du sol et à la santé liées à des polluants inorganiques ou organiques.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Éviter les atteintes à la fertilité du sol et à la santé liées à des polluants inorganiques ou organiques issus de l'agriculture. 2. Maintenir les apports des différents polluants d'origine agricole dans les sols à un niveau inférieur à la capacité d'exportation par les plantes et de dégradation du sol.
Erosion du sol	<ol style="list-style-type: none"> 1. Éviter les atteintes à la fertilité du sol résultant de l'érosion. 2. Éviter les atteintes aux eaux et aux habitats proches de l'état naturel résultant de l'entraînement par ruissellement des terres fines. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Éviter les dépassements des valeurs indicatives pour l'érosion ainsi que l'érosion par les eaux de ruissellement concentrées sur les terres assolées. 2. Éviter les atteintes à la fertilité du sol liées à l'érosion sur les surfaces agricoles. 3. Éviter les atteintes aux eaux et aux habitats proches de l'état naturel dues à l'entraînement par ruissellement des terres fines provenant de surfaces agricoles.
Compaction	Éviter les atteintes à la fertilité du sol résultant de la compaction.	Éviter les compactations persistantes des sols agricoles.

> Sintesi degli obiettivi ambientali per l'agricoltura

	Obiettivo ambientale generale	Obiettivo ambientale per l'agricoltura
Biodiversità e paesaggio		
Biodiversità	Conservazione e promozione delle specie indigene e dei loro habitat.	Il contributo che l'agricoltura fornisce alla salvaguardia e alla promozione della biodiversità è essenziale e comprende i seguenti aspetti: 1. diversità delle specie e degli habitat, 2. diversità genetica all'interno delle specie, 3. biodiversità funzionale. 1. L'agricoltura garantisce e promuove le specie indigene (secondo l'allegato 1), presenti soprattutto sulle superfici agricole o dipendenti dall'utilizzazione agricola, nonché gli habitat (secondo l'allegato 2) nella loro area di diffusione naturale. Da un lato, l'agricoltura conserva e promuove le popolazioni delle specie bersaglio, dall'altro promuove le popolazioni delle specie faro rendendo disponibili habitat adeguati, dotati di superfici sufficienti e dei necessari requisiti in termini di qualità e distribuzione sul territorio. 2. L'agricoltura salvaguarda e promuove la diversità genetica delle specie indigene selvatiche presenti soprattutto sulle superfici agricole. Inoltre, essa fornisce un contributo fondamentale alla conservazione e all'utilizzazione sostenibile di varietà indigene di piante agricole e di razze indigene di animali da reddito. 3. L'agricoltura salvaguarda i servizi ecosistemici frutto della biodiversità.
Paesaggio	Salvaguardare, promuovere, potenziare e proteggere dalla dispersione edilizia la varietà dei paesaggi naturali e rurali con le loro specificità regionali come pure la loro importanza per la biodiversità, le attività ricreative, l'identità, il turismo e l'attrattiva del territorio.	Salvaguardia, promozione e potenziamento della varietà dei paesaggi rurali con le loro specificità regionali e con la loro importanza per la biodiversità, le attività ricreative, l'identità, il turismo e l'attrattiva del territorio attraverso 1. la conservazione di spazi aperti mediante adeguati sistemi di sfruttamento agricolo, 2. l'utilizzazione sostenibile e l'accessibilità dei paesaggi rurali diversificati, 3. la salvaguardia, la promozione e il potenziamento dei loro elementi regionali, caratteristici, naturali, seminaturali e architettonici.
Spazio riservato ai corsi d'acqua	Spazio sufficiente per i corsi d'acqua, ai sensi delle linee guida per la gestione dei corsi d'acqua provvisti di rive adeguate alle acque e secondo quanto previsto dal concetto basato su moduli e livelli.	Spazio sufficiente, nelle zone agricole, per i corsi d'acqua, ai sensi delle linee guida per la gestione dei corsi d'acqua provvisti di rive adeguate alle acque e secondo quanto previsto dal concetto basato su moduli e livelli.
Clima e aria		
Gas serra	Stabilizzazione nell'atmosfera della concentrazione di gas serra a un livello che non comprometta il sistema climatico.	Riduzione delle emissioni di biossido di carbonio, metano e gas esilarante causate dall'agricoltura.
Inquinanti atmosferici azotati (ammoniaca, ossidi di azoto)	1. Limitazione preventiva delle emissioni nella misura possibile da un punto di vista tecnico e aziendale nonché accettabile da un punto di vista economico. 2. Contenimento delle immissioni, ossia nessun superamento di soglie critiche quali i valori limite d'immissione, i carichi critici, i livelli critici e le linee guida per la qualità dell'aria («Air quality guidelines»). Limitazioni più severe delle emissioni nel caso in cui, nonostante le limitazioni preventive delle emissioni, si produca un eccesso di immissioni.	Le emissioni di ammoniaca riconducibili all'agricoltura ammontano a un massimo di 25 000 tonnellate di azoto l'anno.
Fuliggine da diesel	Riduzione delle emissioni di fuliggine da diesel in Svizzera a 100 tonnellate l'anno.	Le emissioni di fuliggine da diesel riconducibili all'agricoltura ammontano a un massimo di 20 tonnellate l'anno.

	Obiettivo ambientale generale	Obiettivo ambientale per l'agricoltura
Acqua		
Nitrati	<ol style="list-style-type: none"> 1. Un massimo di 25 mg di nitrati per litro nelle acque potabili o in quelle destinate a tale utilizzazione. 2. Riduzione del 50 % rispetto al 1985 degli apporti di azoto nelle acque. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Un massimo di 25 mg di nitrati per litro nelle acque potabili o in quelle destinate a tale utilizzazione e il cui settore di alimentazione viene usato principalmente dalle attività agricole. 2. Riduzione del 50 % rispetto al 1985 degli apporti di azoto nelle acque dovuti all'agricoltura.
Fosforo	<p>Il tenore di ossigeno nei laghi non deve essere in nessun momento e a nessuna profondità inferiore a 4 mg per litro. Deve, inoltre, essere tale che animali poco sensibili possano popolare il fondo dei laghi durante tutto l'anno e in quantità il più possibile vicine alla densità naturale. Restano riservate condizioni naturali particolari.</p>	<p>Il tenore complessivo di fosforo nei laghi, dovuto principalmente ad apporti riconducibili all'agricoltura, è inferiore a 20 µg per litro. Restano riservate condizioni naturali particolari.</p>
Prodotti fitosanitari	<ol style="list-style-type: none"> 1. Nessun pregiudizio per l'ambiente e la salute dovuto a prodotti fitosanitari. 2. Un massimo di 0,1 µg, per litro e per singola sostanza, di prodotti fitosanitari organici e di pertinenti metaboliti nelle acque superficiali nonché in quelle sotterranee che servono come acque potabili o per le quali è prevista tale utilizzazione. Restano riservati altri valori sulla base delle valutazioni di singole sostanze nell'ambito della procedura di omologazione. 3. La più ampia riduzione possibile del rischio per l'ambiente provocato dall'impiego di prodotti fitosanitari. Inoltre, si devono prendere in considerazione le caratteristiche naturali locali. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Nessun pregiudizio per l'ambiente e la salute dovuto a prodotti fitosanitari derivanti dall'attività agricola. 2. Per le acque con apporto di prodotti fitosanitari derivanti principalmente dall'attività agricola: un massimo di 0,1 µg, per litro e per singola sostanza, di prodotti fitosanitari organici e di pertinenti metaboliti nelle acque superficiali nonché in quelle sotterranee che servono come acque potabili o per le quali è prevista tale utilizzazione. Restano riservati altri valori sulla base delle valutazioni di singole sostanze nell'ambito della procedura di omologazione. 3. La più ampia riduzione possibile del rischio per l'ambiente provocato dall'impiego di prodotti fitosanitari nell'agricoltura. Inoltre, si devono prendere in considerazione le caratteristiche naturali locali.
Farmaci	Nessun pregiudizio per l'ambiente e la salute dovuto a farmaci.	Nessun pregiudizio per l'ambiente e la salute dovuto a medicinali per uso veterinario, il cui apporto è riconducibile principalmente all'attività agricola.
Suolo		
Sostanze nocive nel suolo	Nessun degrado della fertilità del suolo e della salute dovuto a sostanze nocive inorganiche e organiche.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Nessun degrado della fertilità del suolo e della salute dovuto a sostanze nocive inorganiche e organiche derivanti dall'attività agricola. 2. La quantità di singole sostanze nocive immessa nei suoli a seguito dell'attività agricola è inferiore a quella corrispondente emessa e degradata.
Erosione del suolo	<ol style="list-style-type: none"> 1. Nessun degrado della fertilità del suolo riconducibile all'erosione. 2. Nessun degrado delle acque e degli habitat seminaturali dovuto a materiale di erosione del suolo. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Nessun superamento dei valori indicativi per l'erosione e prevenzione dell'erosione a valle sulle superfici coltivate. 2. Nessun degrado della fertilità del suolo causato dall'erosione sulle superfici agricole. 3. Nessun degrado delle acque e degli habitat seminaturali dovuto a materiale di erosione del suolo proveniente da superfici agricole.
Compattazione del suolo	Nessun degrado della fertilità del suolo dovuto alla sua compattazione.	Prevenzione di compattazioni durature dei suoli agricoli.

> A summary of environmental objectives in the agriculture sector

	General environmental objectives	Agriculture-related environmental objectives
Biodiversity and landscape		
Biodiversity	Conservation and development of native species and their habitats.	<p>Agriculture contributes substantially to the conservation and promotion of biodiversity. There are three aspects to biological diversity: 1. species and habitat diversity, 2. genetic diversity within species, and 3. functional biodiversity.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Agriculture safeguards and promotes those native species (see Annex 1) and habitat types (see Annex 2) in their natural range that occur mainly on land used for agricultural purposes or depend on agricultural use. Efforts are made to conserve and foster populations of target species. Efforts are made to conserve and foster populations of character species by making suitable habitats available with sufficient surface area and of the required quality and spatial distribution. 2. Agriculture conserves and fosters the genetic diversity of native wild species found mainly on land used for agricultural purposes. It also makes a substantial contribution to the conservation and sustainable use of native crop varieties and native farm animal breeds. 3. Agricultural production maintains the ecosystem services provided by biodiversity.
Landscape	Conservation, promotion, further development and protection from urban sprawl of the variety of natural and cultural landscapes with their specific regional characteristics and their importance for biodiversity, recreation, identity, tourism and location attractiveness.	<p>Conservation, promotion and further development of the variety of cultural landscapes with their specific regional characteristics and importance for biodiversity, recreation, identity, tourism and location attractiveness, by means of</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. the prevention, through appropriate management, of encroachment, 2. a diversity of sustainably used and accessible agricultural landscapes, 3. the conservation, promotion and further development of region-specific, characteristic, natural, near-natural and human-built elements.
Space for watercourses	Sufficient space for watercourses on the basis of the "Guiding Principles for Swiss Watercourses" with banks appropriate to the watercourse in accordance with the Modular Stepwise Procedure.	Sufficient space for watercourses in agricultural areas on the basis of the "Guiding Principles for Swiss Watercourses" with banks appropriate to the watercourse in accordance with the Modular Stepwise Procedure.
Climate and air		
Greenhouse gases	Stabilisation of the concentration of greenhouse gases in the atmosphere at a level that will prevent dangerous disturbance of the climate system.	Reduction of carbon dioxide, methane and nitrous oxide emissions from agricultural activities.
Nitrogenous air pollutants (ammonia, nitrogen oxides)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Precautionary limitation of emissions to the extent that this is technically and operationally possible and economically viable. 2. No excessive ambient pollution, i.e. no exceedance of load limits such as ambient air quality limit values, critical loads, critical levels and air quality guidelines. Stricter emission limits to be imposed if, despite precautionary emission control, excessive ambient pollution occurs. 	Ammonia emissions from agriculture amount to a maximum 25 000 tonnes of nitrogen per annum.
Diesel soot particles	Reduction of total diesel soot particle emissions in Switzerland to 100 tonnes per annum.	Agricultural diesel soot particle emissions amount to a maximum of 20 tonnes per annum.

	General environmental objectives	Agriculture-related environmental objectives
Water		
Nitrate	<ol style="list-style-type: none"> 1. Maximum 25 mg of nitrate per litre in waters that serve as a source of potable water or whose use as such is intended. 2. Reduction of nitrogen input to waters by 50 % from the 1985 baseline. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Maximum 25 mg nitrate per litre in waters that serve as a source of potable water, or whose use as such is intended, in cases where the inflow is mainly from agricultural land. 2. Reduction of nitrogen input of agricultural origin to waters by 50 % from the 1985 baseline.
Phosphorus	The oxygen (O ₂) content of lakes must not be less than 4 mg per litre at any time and at any depth. It must be sufficient to allow less sensitive organisms to occupy the bottom of the lake all year round and in the most natural possible density (unless there are exceptional conditions of natural origin).	The total phosphorus content of lakes, in cases where the input is mainly of agricultural origin, is less than 20 µg P per litre (unless there are exceptional conditions of natural origin).
Plant protection products	<ol style="list-style-type: none"> 1. No impairment of human health or the environment from plant protection products. 2. Maximum 0.1 µg of organic plant protection products and relevant metabolites per litre and per substance in surface waters as well as in groundwater that serves as a source of potable water or whose use as such is intended. Other values, based on the assessment of individual substances during the authorisation procedure, remain reserved. 3. Reduction to the greatest possible extent of the risk to the environment from plant protection products, taking the local natural circumstances into account. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. No impairment of human health or the environment from the agricultural use of plant protection products. 2. Where the input of plant protection products is mainly of agricultural origin: Maximum 0.1 µg of organic plant protection products and relevant metabolites per litre and per substance in surface waters as well as in groundwater that serves as a source of potable water or whose use as such is intended. Other values, based on the assessment of individual substances during the authorisation procedure, remain reserved. 3. Reduction to the greatest possible extent of the risk to the environment from plant protection products used for agricultural purposes, taking the local natural circumstances into account.
Medicinal products	No impairment of human health or the environment from medicinal products.	No impairment of human health or the environment from veterinary medicinal products whose input is mainly from agriculture.
Soil		
Pollutants in soil	No impairment of soil fertility and health by inorganic or organic pollutants.	<ol style="list-style-type: none"> 1. No impairment of soil fertility and health by inorganic or organic pollutants of agricultural origin. 2. The rate of input to the soil of individual pollutants of agricultural origin is less than the rate of their removal by plants and degradation in the soil.
Soil erosion	<ol style="list-style-type: none"> 1. No impairment of soil fertility by erosion. 2. No impairment of waters and near-natural habitats by washed-out soil. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Zero exceedance of reference values for erosion, and prevention of erosion due to concentrated runoff from arable land. 2. No impairment of soil fertility by erosion of land used for agricultural purposes. 3. No impairment of waters and near-natural habitats by soil washed out from land used for agricultural purposes.
Soil compaction	No impairment of soil fertility by soil compaction.	Avoidance of lasting compaction of land used for agricultural purposes.

> Einleitung

Lebensqualität und Wohlstand in der Schweiz sind untrennbar mit einer intakten Umwelt verbunden. Für die Wirtschaft sind die natürlichen Ressourcen wichtige Produktionsfaktoren. Ein schonender Umgang mit den Lebensgrundlagen Luft, Wasser, Boden, Biodiversität und Landschaft ist deshalb von zentraler Bedeutung. Dazu werden klare Zielvorgaben als stabile Rahmenbedingungen benötigt.

Das Bundesamt für Umwelt erarbeitet in den nächsten zwei Jahren ein System von allgemeinen Umweltzielen, welche aus rechtlichen Grundlagen hergeleitet werden. Diese Umweltziele werden dabei für diejenigen Sektoren spezifiziert, welche einen wesentlichen Beitrag zur Zielerreichung leisten.

Ein System von Umweltzielen

Die Landwirtschaft, die einen grossen Einfluss auf die Umwelt hat, ist der erste Sektor, für welchen Umweltziele formuliert werden. Die vorliegenden Ziele wurden vom Bundesamt für Umwelt (BAFU) und vom Bundesamt für Landwirtschaft (BLW) gemeinsam erarbeitet.

Umweltziele Landwirtschaft

Herleitung der Ziele

Die Umweltziele beruhen auf bestehenden rechtlichen Grundlagen wie Gesetzen, Verordnungen, internationalen Abkommen und Bundesratsbeschlüssen. Dort, wo die Ziele in den rechtlichen Bestimmungen abstrakt gehalten sind, wurden sie anhand wissenschaftlicher Erkenntnisse konkretisiert. Die Umweltziele sind nicht abschliessend.

**Ziele basieren
auf rechtlichen Grundlagen**

Im vorliegenden Bericht sind nur Themen aufgeführt, bei denen die Landwirtschaft zur Erreichung der allgemeinen Umweltziele einen massgeblichen Beitrag leisten soll. Dies betrifft beispielsweise die Themen Biodiversität und Pflanzenschutzmittel, nicht hingegen den quantitativen Bodenschutz. Die Bodenversiegelung ist zwar ein grosses Umweltproblem und entzieht der Landwirtschaft die Produktionsgrundlage. Da sie aber primär durch die Ausdehnung des Siedlungsraums verursacht wird, wird das Thema in einem Folgebericht mit Umweltzielen für andere Sektoren behandelt.

Die Umweltziele sind nicht mit zeitlichen Vorgaben versehen, da die Rechtsgrundlagen in der Regel auch nicht terminiert sind. Massnahmen und allfällige Etappenziele zur Erreichung der Umweltziele sind nicht Gegenstand des Berichts. Diese werden für die einzelnen Sektoren unter Berücksichtigung des technischen Fortschritts, anderer gesetzter Ziele und der wirtschaftlichen Auswirkungen in den einzelnen Sektoren festgelegt.

Umwelt und Landwirtschaft

Gemäss Artikel 104 der Bundesverfassung sorgt der Bund dafür, dass die Landwirtschaft durch eine nachhaltige und auf den Markt ausgerichtete Produktion einen wesentlichen Beitrag leistet zur sicheren Versorgung der Bevölkerung, zur dezentralen Besiedlung, zur Erhaltung der natürlichen Lebensgrundlagen und zur Pflege der Kulturlandschaft. Obwohl die Landwirtschaft seit Beginn der neuen Agrarpolitik Anfang der 1990er-Jahre grosse und beachtliche ökologische Fortschritte erzielt hat, besteht in manchen Bereichen nach wie vor Handlungsbedarf. Der Bericht «Umwelt Schweiz 2007» hält fest, dass eine zu intensive Landwirtschaft die Produktionsgrundlagen langfristig belastet und die Erhaltung der natürlichen Lebensräume mit ihren zahlreichen einheimischen Tieren und Pflanzen nicht gewährleistet. Die Landwirtschaft will daher ihre ökologischen Leistungen weiter verbessern, unter anderem durch eine erhöhte ökologische Effizienz im Umgang mit den natürlichen Ressourcen. Die Umweltziele für die Landwirtschaft dienen unter anderem als Grundlage für den Bericht zur Weiterentwicklung des Direktzahlungssystems, den der Bundesrat gemäss einer Motion der Kommission für Wirtschaft und Abgaben des Ständerates bis 2009 vorlegen muss.

**Ökologische Leistungen
der Landwirtschaft
sollen verbessert werden**

Aufbau des Berichts

Der Bericht ist nach vier Umweltbereichen gegliedert:

- > Biodiversität und Landschaft (Kapitel 1)
- > Klima und Luft (Kapitel 2)
- > Wasser (Kapitel 3)
- > Boden (Kapitel 4)

Unter diesen vier Bereichen finden sich insgesamt 13 Kapitel – von der Biodiversität über Pflanzenschutzmittel bis zur Bodenverdichtung. In einem Einführungstext wird in jedem Kapitel die Umweltproblematik erläutert sowie der Beitrag der verschiedenen Sektoren – insbesondere der Landwirtschaft – dargestellt. Die beiden Unterkapitel «Allgemeines Umweltziel» und «Umweltziel Landwirtschaft» bestehen jeweils aus der Definition des Ziels, der Herleitung, den rechtlichen Grundlagen, den Messgrössen und dem Stand der Zielerreichung.

1 > Biodiversität und Landschaft

Etwa drei Milliarden Jahre hat es gedauert, bis sich aus den ersten Urlebewesen eine schier unglaubliche Anzahl von Spezies entwickelt hat. Allein in der Schweiz gibt es rund 40 000 Tier- und 3000 Pflanzenarten. Die Schweiz verfügt aber nicht nur über eine grosse Artenvielfalt, sondern weist auch viele unterschiedliche Lebensräume auf. Für die Landschaftsqualität ist diese Biodiversität einer der wichtigsten Faktoren.

Biodiversität und Landschaft sind zentrale Ressourcen sowohl für die Lebensqualität der Bevölkerung als auch aus wirtschaftlicher Sicht, beispielsweise für die Landwirtschaft oder den Tourismus. So hat das Staatssekretariat für Wirtschaft (SECO) den Nutzen der Landschaft für den Schweizer Tourismus mit mindestens 2,5 Milliarden Franken pro Jahr beziffert. Tier- und Pflanzenarten haben aber auch einen Eigenwert.

Biodiversität und Landschaft sind seit Mitte des 20. Jahrhunderts stark unter Druck geraten. Der Handlungsbedarf zur Erhaltung und nachhaltigen Nutzung dieser natürlichen Ressourcen ist in allen Politikbereichen gross. In diesem Kapitel werden Umweltziele für die Biodiversität, die Landschaft und den Gewässerraum formuliert.

1.1 Biodiversität



Biodiversität, die Vielfalt des Lebens, hat im Kulturland seit Mitte des 20. Jahrhunderts stark abgenommen.

Einführung

Der Begriff Biodiversität, auch biologische Vielfalt genannt, beschreibt die gesamte Vielfalt des Lebens. Biodiversität ist keine statische Grösse, sondern Veränderungen unterworfen. Sie umfasst vier verschiedene hierarchische Ebenen, zwischen denen eine enge Wechselbeziehung besteht:

1. Am häufigsten wird Biodiversität auf der Ebene der Arten beschrieben, im einfachsten Fall durch die Erfassung der Arten von ausgewählten Organismengruppen wie Vögel oder Pflanzen auf einer bestimmten Fläche.
2. Die Vielfalt innerhalb der Arten wird als genetische Vielfalt bezeichnet. Hierzu gehört auch die Vielfalt von Sorten und Rassen bei Nutzpflanzen und Nutztieren. Die genetische Vielfalt ermöglicht es den Arten, sich an Veränderungen der Umwelt anzupassen sowie Krankheiten und Schädlingen zu widerstehen. Ihre Bedeutung

Was ist Biodiversität?

wird mit dem Klimawandel stark zunehmen, da dieser teilweise ein hohes Mass an Anpassungsfähigkeit erfordern wird.

3. Zur Biodiversität zählt auch die regionale Vielfalt der Lebensräume und Ökosysteme, in denen Arten leben.
4. Die funktionale Biodiversität beschreibt die Vielfalt realisierter ökologischer Funktionen und Prozesse im Ökosystem (z. B. Stoffabbau-Kapazitäten).

Die Schweiz beherbergt eine vergleichsweise hohe Biodiversität. Zu verdanken hat sie dies vor allem den beachtlichen Höhengradienten und der vielfältigen Topografie, die zu einer grossen Anzahl natürlicher Lebensräume geführt haben. Durch die Schaffung der Kulturlandschaft hat der Mensch zudem über Jahrhunderte nicht nur die Anzahl Lebensräume und Arten stark erhöht, sondern auch die genetische Vielfalt von Kulturpflanzen und Nutztieren gefördert, die eng mit der naturräumlichen und kulturellen Vielfalt verbunden ist.

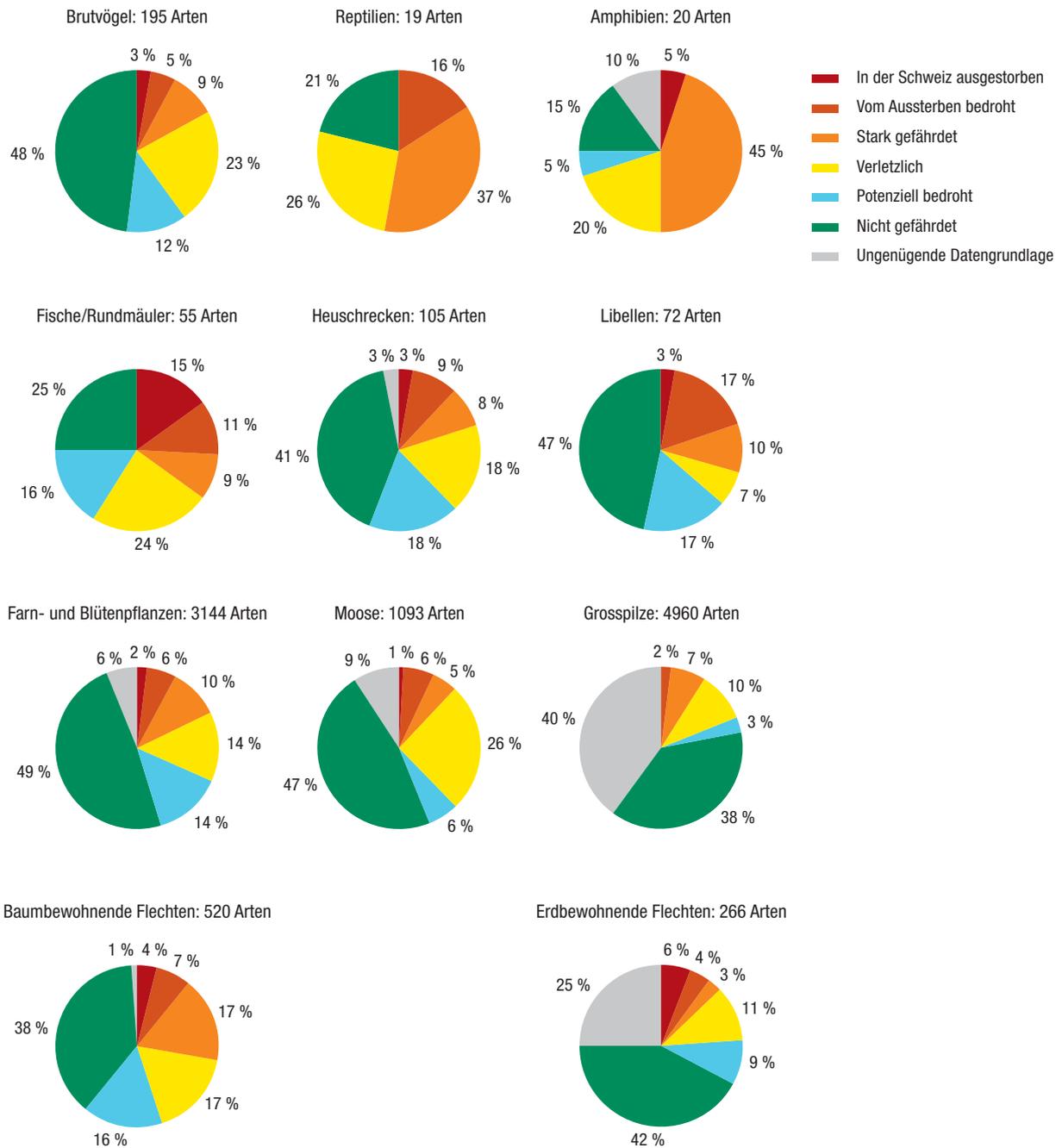
In den vergangenen Jahrzehnten ist diese Vielfalt aber zunehmend unter Druck geraten (siehe Abb. 1). Alle Ebenen der Biodiversität sind betroffen (Baur et al. 2004). In der Schweiz sind nach Angaben der Organisation für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung (OECD) mehr Arten und Lebensräume gefährdet als in den meisten anderen europäischen Ländern (OECD 2007).

Biodiversität unter Druck

Die Biodiversität hat einen Eigenwert. Die Ökosysteme mit ihren Gemeinschaften von Organismen und ihren Funktionen erbringen zudem Leistungen von grossem ökonomischem Wert (Baur et al. 2004). Eine reichhaltige Bodenfauna erhält beispielsweise den Nährstoffkreislauf aufrecht, lockert den Boden und bewahrt damit die Bodenfruchtbarkeit. Tiere wie Marienkäfer, Florfliegen, Schwebfliegen und Raubmilben sind zudem hervorragende Schädlingsvernichter. Neue Forschungsergebnisse haben beispielsweise gezeigt, dass Wildbienen die Bestäubungsarbeit der im Rückgang begriffenen Honigbiene übernehmen können (z. B. Winfree et al. 2007). Das gilt allerdings nur für Gebiete mit ausreichend naturnahen Landschaftselementen. Dieses Beispiel verdeutlicht den Wert der Biodiversität als Versicherung gegen den Ausfall einzelner Komponenten in der Natur. Nur eine hohe biologische Vielfalt ist in der Lage, die Funktionsfähigkeit von Ökosystemen langfristig zu gewährleisten.

Abb. 1 > Aussterberisiko verschiedener Artengruppen in der Schweiz

Mehr als die Hälfte der Arten ist zumindest potenziell gefährdet.



Quelle: Biodiversitäts-Monitoring Schweiz BDM

Beitragende Sektoren

Die Biodiversität nimmt ab, weil Lebensräume zerstört, geschädigt oder fragmentiert werden. Zu deutlichen Biodiversitätsverlusten geführt haben der hohe Landverbrauch für Siedlungen und Verkehrswege, die intensivierete landwirtschaftliche Produktion, die Nutzungsaufgabe von Grenzertragsflächen, die veränderte Waldnutzung, invasive Arten, nicht nachhaltige Freizeitaktivitäten, der Klimawandel sowie Schadstoffemissionen.

Rolle der Landwirtschaft

Die Landwirtschaft als der grösste Flächennutzer in der Schweiz hat eine besonders grosse Verantwortung für die Biodiversität. Sie beeinflusst diese direkt durch die Bewirtschaftung, aber auch indirekt, beispielsweise durch Stickstoffimmissionen über die Luft in empfindliche Ökosysteme. Die technischen und ökonomischen Entwicklungen seit Mitte des 20. Jahrhunderts (z. B. Mechanisierung, Mineraldünger, Pflanzenschutzmittel, erhöhte Schnittfrequenz in den Wiesen, neue Methoden zur Schnittgutaufbereitung, zum Teil hohe Viehdichte verbunden mit grossem Nährstoff- bzw. Gülleanfall) haben die Nutzung des Grün- und Ackerlandes stark verändert.

Auf landwirtschaftlich intensiv genutzten Flächen nimmt die Biodiversität deutlich ab: Nährstoffarme und artenreiche Grünlandökosysteme sind selten geworden; die Ackerbegleitflora ist weitgehend aus den Äckern verschwunden. Landschaftselemente, die die Bewirtschaftung erschwerten, wurden laufend ausgeräumt. So wurden Hecken, Sträucher, Einzelbäume, Steinhäufen, Feuchtgebiete, Tümpel und topografische Unebenheiten beseitigt, Waldränder begradigt und Bäche eingedolt. Dank der neuen Agrarpolitik konnte diese Entwicklung abgebremsst, aber nur zum Teil gestoppt werden.

Die einst reichhaltige Biodiversität in den verschiedenen landwirtschaftlichen Ökosystemen ist vor allem im Talgebiet grossflächig zurückgegangen. Im Berggebiet verstärkt sich immer noch der Trend der Intensivierung von gut bewirtschaftbaren Flächen und der Vergandung von schlechter bewirtschaftbaren, oft aber ökologisch wertvollen Flächen (Stöcklin et al. 2007).

**Intensive Landnutzung
bedroht Biodiversität**

1.1.1 Allgemeines Umweltziel

Erhalt und Förderung einheimischer Arten und ihrer Lebensräume.

Herleitung

Das allgemeine Umweltziel ist rechtlich breit abgestützt. In globalen und europäischen Abkommen werden gemeinsame Vereinbarungen zwischen den Staaten zum Schutz der Biodiversität festgehalten. Die drei wichtigsten Abkommen sind das Übereinkommen über die Biologische Vielfalt, die Berner Konvention und der Internationale Vertrag über pflanzengenetische Ressourcen für Ernährung und Landwirtschaft. Mit der Biodiversitätskonvention hat sich die Schweiz dazu verpflichtet, Strategien und Programme zur Erhaltung und nachhaltigen Nutzung der biologischen Vielfalt zu entwickeln (Art. 6). Das Land muss dazu die Erhaltung und nachhaltige Nutzung in ihre sektoralen und sektorübergreifenden Politiken und Programme einbeziehen. Im Rahmen der Berner Konvention hat sich die Schweiz dazu verpflichtet, eine nationale Politik zur Erhaltung wildlebender Pflanzen und Tiere sowie ihrer natürlichen Lebensräume zu entwickeln, wobei vor allem die gefährdeten und endemischen Arten sowie die gefährdeten Lebensräume im Zentrum der Bemühungen stehen (Art. 3). Mit der Unterzeichnung des Internationalen Vertrages über pflanzengenetische Ressourcen für Ernährung und Landwirtschaft hat sich die Schweiz bereit erklärt, die genetische Vielfalt der Kulturpflanzen zu erhalten und nachhaltig zu nutzen (Art. 3). Dazu erarbeiten die Vertragsparteien geeignete politische und rechtliche Massnahmen (Art. 6).

Artikel 78 der Bundesverfassung verlangt den Schutz der einheimischen Tier- und Pflanzenwelt und die Erhaltung ihrer Lebensräume. Bedrohte Arten sind zu schützen. Im Jahre 1966 wurde das Bundesgesetz über den Natur- und Heimatschutz (NHG) verabschiedet, das die Grundlage des derzeitigen Biodiversitätsschutzes bildet. Es verpflichtet den Bund zum Schutz der einheimischen Tier- und Pflanzenwelt sowie ihrer biologischen Vielfalt und ihrer natürlichen Lebensräume (Art. 1). Zudem verlangt es vom Bund, Biotop von nationaler Bedeutung zu erhalten (Art. 18a). Für die Umsetzung des Gesetzes sind Bund und Kantone verantwortlich. Verschiedene Verordnungen konkretisieren die Ausführung.

Im Umweltschutzgesetz (USG) geht es allgemein um den Schutz von Mensch, Tier und Lebensgemeinschaften vor Immissionen (Art. 1). Dazu können beispielsweise unerwünschte Stickstoffeinträge in empfindliche Lebensräume wie Moore und Trockenwiesen gezählt werden. Das Waldgesetz (WaG) von 1991 will unter anderem den Wald als naturnahe Lebensgemeinschaft schützen (Art. 1). Zur Erhaltung der Artenvielfalt von Fauna und Flora können die Kantone angemessene Flächen als Waldreservate ausscheiden (Art. 20). Im Gesetz über die Jagd und den Schutz wildlebender Säugetiere

tiere und Vögel (Jagdgesetz JSG) von 1986 sowie im Bundesgesetz über die Fischerei (BGF) von 1991 ist jeweils in Artikel 1 festgelegt, dass die Artenvielfalt und die Lebensräume wildlebender Säugetiere und Vögel bzw. Fische, Krebse und Fischnährtiere zu erhalten und bedrohte Tierarten zu schützen sind. Das Bundesgesetz über den Schutz der Gewässer (GSchG) und das Bundesgesetz über den Wasserbau bezwecken die Erhaltung natürlicher Lebensräume für die einheimische Tier- und Pflanzenwelt und die Erhaltung von Fischgewässern (Art. 1 bzw. 4).

Seit 1991 sind die Roten Listen formal in Artikel 14 Absatz 3 Buchstabe d der Natur- und Heimatschutzverordnung (NHV) als Indikatoren zur Bezeichnung der schützenswerten Biotope erwähnt. Ein Meilenstein beim Schutz der Biodiversität war das Landschaftskonzept Schweiz (LKS) (BUWAL et al. 1998), das ein Konzept nach Artikel 13 des Raumplanungsgesetzes (RPG) ist und im Dezember 1997 vom Bundesrat gutgeheissen wurde. Es fordert in den Sachzielen, dass keine zusätzlichen Arten in die Roten Listen kommen und dass gefährdete Arten und ihre Lebensräume so weit erhalten werden, dass keine Art in der Gefährdungseinstufung schlechter klassiert werden muss. Die Zahl der Arten in den Roten Listen soll zudem jährlich um 1 % reduziert werden können. Laut dem allgemeinen Ziel Natur und Landschaft des LKS sollen Naturlandschaften, natürliche Landschaftsformen und -elemente in ihrer Eigenart, Vielfalt und Schönheit erhalten bleiben. Freiräume für die Eigenentwicklung und Dynamik der Natur sind zuzulassen, das Wasser in der Landschaft ist aufzuwerten, und es sind Lebensräume für die Erhaltung der vielfältigen heimischen Flora und Fauna sicherzustellen, aufzuwerten und zu vernetzen.

Rechtliche Grundlagen

Übereinkommen vom 5. Juni 1992 über die Biologische Vielfalt (mit Anhängen), SR 0.451.43

Biodiversitätskonvention, Convention on Biological Diversity, CBD

Art. 6 Allgemeine Massnahmen zur Erhaltung und nachhaltigen Nutzung

Jede Vertragspartei wird entsprechend ihren besonderen Umständen und Möglichkeiten

- a) nationale Strategien, Pläne oder Programme zur Erhaltung und nachhaltigen Nutzung der biologischen Vielfalt entwickeln oder zu diesem Zweck ihre bestehenden Strategien, Pläne und Programme anpassen, in denen unter anderem die in diesem Übereinkommen vorgesehenen Massnahmen, die für die jeweilige Vertragspartei von Belang sind, zum Ausdruck kommen;
- b) die Erhaltung und nachhaltige Nutzung der biologischen Vielfalt, soweit möglich und sofern angebracht, in ihre diesbezüglichen sektoralen oder sektorenübergreifenden Pläne, Programme und Politiken einbeziehen.

Übereinkommen über die Erhaltung der europäischen wildlebenden Pflanzen und Tiere und ihrer natürlichen Lebensräume (Berner Konvention), SR 0.455

Abgeschlossen in Bern am 19. September 1979

Art. 3

- ¹ Im Einklang mit diesem Übereinkommen unternimmt jede Vertragspartei die notwendigen Schritte, um die nationale Politik zur Erhaltung wildlebender Pflanzen und Tiere sowie ihrer natürlichen Lebensräume zu fördern, wobei den gefährdeten und den empfindlichen Arten, vor allem den endemischen Arten, sowie den gefährdeten Lebensräumen besondere Aufmerksamkeit zugewendet wird.

Internationaler Vertrag über pflanzengenetische Ressourcen für Ernährung und Landwirtschaft, SR 0.910.6

Abgeschlossen in Rom am 3. November 2001

Art. 1 Ziele

- ^{1,1} Ziele dieses Vertrags sind im Einklang mit dem Übereinkommen über die biologische Vielfalt die Erhaltung und nachhaltige Nutzung pflanzengenetischer Ressourcen für Ernährung und Landwirtschaft sowie die ausgewogene und gerechte Aufteilung der sich aus ihrer Nutzung ergebenden Vorteile zur Erreichung einer nachhaltigen Landwirtschaft und Ernährungssicherheit.

Art. 6 Nachhaltige Nutzung pflanzengenetischer Ressourcen

- ^{6.1} Die Vertragsparteien erarbeiten geeignete politische und rechtliche Massnahmen zur Förderung der nachhaltigen Nutzung pflanzengenetischer Ressourcen für Ernährung und Landwirtschaft und erhalten diese Massnahmen aufrecht.

Bundesverfassung der Schweizerischen Eidgenossenschaft, SR 101 vom 18. April 1999

Art. 78 Natur- und Heimatschutz

- ² Der Bund nimmt bei der Erfüllung seiner Aufgaben Rücksicht auf die Anliegen des Natur- und Heimatschutzes. Er schont Landschaften, Ortsbilder, geschichtliche Stätten sowie Natur- und Kulturdenkmäler; er erhält sie ungeschmälert, wenn das öffentliche Interesse es gebietet.
- ⁴ Er erlässt Vorschriften zum Schutz der Tier- und Pflanzenwelt und zur Erhaltung ihrer Lebensräume in der natürlichen Vielfalt. Er schützt bedrohte Arten vor Ausrottung.

Bundesgesetz vom 1. Juli 1966 über den Natur- und Heimatschutz (NHG), SR 451

Art. 1 Zweck

Dieses Gesetz hat zum Zweck, im Rahmen der Zuständigkeit des Bundes nach Artikel 24^{sexies} Absätze 2–5 der Bundesverfassung:

- d. die einheimische Tier- und Pflanzenwelt sowie ihre biologische Vielfalt und ihren natürlichen Lebensraum zu schützen;

Art. 18 Schutz von Tier- und Pflanzenarten

- ¹ Dem Aussterben einheimischer Tier- und Pflanzenarten ist durch die Erhaltung genügend grosser Lebensräume (Biotope) und andere geeignete Massnahmen entgegenzuwirken. Bei diesen Massnahmen ist schutzwürdigen land- und forstwirtschaftlichen Interessen Rechnung zu tragen.
- ^{1bis} Besonders zu schützen sind Uferbereiche, Riedgebiete und Moore, seltene Waldgesellschaften, Hecken, Feldgehölze, Trockenrasen und weitere Standorte, die eine ausgleichende Funktion im Naturhaushalt erfüllen oder besonders günstige Voraussetzungen für Lebensgemeinschaften aufweisen.

^{1ter} Lässt sich eine Beeinträchtigung schutzwürdiger Lebensräume durch technische Eingriffe unter Abwägung aller Interessen nicht vermeiden, so hat der Verursacher für besondere Massnahmen zu deren bestmöglichem Schutz, für Wiederherstellung oder ansonst für angemessenen Ersatz zu sorgen.

² Bei der Schädlingsbekämpfung, insbesondere mit Giftstoffen, ist darauf zu achten, dass schützenswerte Tier- und Pflanzenarten nicht gefährdet werden.

Art. 18a Biotop von nationaler Bedeutung

¹ Der Bundesrat bezeichnet nach Anhören der Kantone die Biotop von nationaler Bedeutung. Er bestimmt die Lage dieser Biotop und legt die Schutzziele fest.

² Die Kantone ordnen den Schutz und den Unterhalt der Biotop von nationaler Bedeutung. Sie treffen rechtzeitig die zweckmässigen Massnahmen und sorgen für ihre Durchführung.

Art. 18b Biotop von regionaler und lokaler Bedeutung und ökologischer Ausgleich

¹ Die Kantone sorgen für Schutz und Unterhalt der Biotop von regionaler und lokaler Bedeutung.

² In intensiv genutzten Gebieten inner- und ausserhalb von Siedlungen sorgen die Kantone für ökologischen Ausgleich mit Feldgehölzen, Hecken, Uferbestockungen oder mit anderer naturnaher und standortgemässer Vegetation. Dabei sind die Interessen der landwirtschaftlichen Nutzung zu berücksichtigen.

Bundesgesetz vom 7. Oktober 1983 über den Umweltschutz (Umweltschutzgesetz, USG), SR 814.01

Art. 1 Zweck

¹ Dieses Gesetz soll Menschen, Tiere und Pflanzen, ihre Lebensgemeinschaften und Lebensräume gegen schädliche oder lästige Einwirkungen schützen sowie die natürlichen Lebensgrundlagen, insbesondere die biologische Vielfalt und die Fruchtbarkeit des Bodens, dauerhaft erhalten.

² Im Sinne der Vorsorge sind Einwirkungen, die schädlich oder lästig werden könnten, frühzeitig zu begrenzen.

Bundesgesetz vom 4. Oktober 1991 über den Wald (Waldgesetz, WaG), SR 921.0

Art. 1 Zweck

¹ Dieses Gesetz soll:

- a. den Wald in seiner Fläche und in seiner räumlichen Verteilung erhalten;
- b. den Wald als naturnahe Lebensgemeinschaft schützen;
- c. dafür sorgen, dass der Wald seine Funktionen, namentlich seine Schutz-, Wohlfahrts- und Nutzfunktion (Waldfunktionen) erfüllen kann;

Art. 20 Bewirtschaftungsgrundsätze

⁴ Die Kantone können zur Erhaltung der Artenvielfalt von Fauna und Flora angemessene Flächen als Waldreservate ausscheiden.

Bundesgesetz vom 20. Juni 1986 über die Jagd und den Schutz wildlebender Säugetiere und Vögel (Jagdgesetz, JSG), SR 922.0

Art. 1 Zweck

¹ Dieses Gesetz bezweckt:

- a. die Artenvielfalt und die Lebensräume der einheimischen und ziehenden wildlebenden Säugetiere und Vögel zu erhalten;
- b. bedrohte Tierarten zu schützen;

Art. 7 Artenschutz

⁴ Die Kantone sorgen für einen ausreichenden Schutz der wildlebenden Säugetiere und Vögel vor Störung.

Bundesgesetz vom 21. Juni 1991 über die Fischerei (BGF), SR 923.0

Art. 1 Zweck

¹ Dieses Gesetz bezweckt:

- a. die natürliche Artenvielfalt und den Bestand einheimischer Fische, Krebse und Fischnährtiere sowie deren Lebensräume zu erhalten, zu verbessern oder nach Möglichkeit wiederherzustellen;
- b. bedrohte Arten und Rassen von Fischen und Krebsen zu schützen;

Bundesgesetz vom 24. Januar 1991 über den Schutz der Gewässer (Gewässerschutzgesetz, GSchG), SR 814.20

Art. 1 Zweck

Dieses Gesetz bezweckt, die Gewässer vor nachteiligen Einwirkungen zu schützen.

Es dient insbesondere:

- a. der Gesundheit von Menschen, Tieren und Pflanzen;*
- c. der Erhaltung natürlicher Lebensräume für die einheimische Tier- und Pflanzenwelt;*
- d. der Erhaltung von Fischgewässern;*

Bundesgesetz vom 21. Juni 1991 über den Wasserbau (WBG), SR 721.100

Art. 4 Anforderungen

² *Bei Eingriffen in das Gewässer muss dessen natürlicher Verlauf möglichst beibehalten oder wiederhergestellt werden. Gewässer und Ufer müssen so gestaltet werden, dass:*

- a. sie einer vielfältigen Tier- und Pflanzenwelt als Lebensraum dienen können;*
- b. die Wechselwirkungen zwischen ober- und unterirdischen Gewässern weitgehend erhalten bleiben;*
- c. eine standortgerechte Ufervegetation gedeihen kann.*

⁴ *Für die Schaffung künstlicher Fliessgewässer und die Wiederinstandstellung bestehender Verbauungen nach Schadenereignissen gilt Absatz 2 sinngemäss.*

Landschaftskonzept Schweiz (LKS)

Der Bundesrat hat die Ziele (Allgemeine Ziele Natur und Landschaft sowie Sachziele) am 19. Dezember 1997 als verbindlich gutgeheissen und die Bundesstellen mit deren Umsetzung beauftragt.

Allgemeine Ziele Natur und Landschaft

- *Naturlandschaften, natürliche Landschaftsformen und -elemente in ihrer Eigenart, Vielfalt und Schönheit erhalten.*
- *Freiräume für die Eigenentwicklung und Dynamik der Natur zulassen.*
- *Wasser in der Landschaft aufwerten.*
- *Lebensräume für die Erhaltung der vielfältigen, heimischen Flora und Fauna sicherstellen, aufwerten und vernetzen.*

Sachziele Natur-, Landschafts- und Heimatschutz

Verbindlichkeit: Die zuständigen Bundesstellen berücksichtigen die Sachziele bei ihren Tätigkeiten.

^{7A} *Die von Menschen ausgehenden Einflüsse auf Natur und Landschaft so gestalten, dass keine zusätzlichen Arten in die Roten Listen kommen. Weitverbreitete Arten in ihrem Bestand nicht durch anthropogene Einflüsse reduzieren.*

^{7B} *Gefährdete Arten und deren Lebensräume so weit erhalten, dass keine Art in der Gefährdungseinstufung schlechter klassiert werden muss und dass die Zahl der Arten in den Roten Listen jährlich um 1 % reduziert werden kann.*

^{7C} *Das grobmaschige Mosaik von national wichtigen Lebensräumen (Inventare) innerhalb von 10 Jahren vervollständigen und zusammen mit regionalen und lokalen Lebensräumen zu einem Netz ausbauen.*

Messung der Zielerreichung

Die Roten Listen sind ein wertvolles Instrument, um die Zielerreichung zu messen, da sie Verbreitung und Gefährdungsgrad der seltenen und gefährdeten Arten regelmässig dokumentieren.

Rote Listen

Als eines der ersten Länder weltweit überwacht die Schweiz ihre biologische Vielfalt (BDM 2006). Im Rahmen des Biodiversitäts-Monitoring Schweiz (BDM) wird die Biodiversität der Schweiz in Kennzahlen, den sogenannten Indikatoren, erfasst. Insgesamt berücksichtigt das BDM 32 Indikatoren. Einige davon werden von Fachleuten im Auftrag des BAFU im Feld erhoben. Die Mehrheit der Indikatoren wird jedoch ausgehend von anderweitigen Datenreihen errechnet.

Biodiversitäts-Monitoring Schweiz

Das BDM kann negative und positive Entwicklungen der biologischen Vielfalt frühzeitig erkennen und Massnahmen auslösen. Zudem lässt sich überprüfen, ob bestimmte Umweltziele erreicht werden (der Indikator Z11 erfasst beispielsweise die Qualität der wertvollen Biotope in der Schweiz). Als Ergänzung zu den Roten Listen, die sich definitionsgemäss nur auf die seltenen und gefährdeten Arten konzentrieren, erfasst das BDM auch häufige und verbreitete Arten und dokumentiert damit die biologische Vielfalt insgesamt.

Eine weitere wichtige Messgrösse ist der Swiss Bird Index SBI[®], der von der Schweizerischen Vogelwarte Sempach erarbeitet wurde und der die Bestandesentwicklung der Vogelwelt in der Schweiz aufzeigt (Keller et al. 2007). Das Konzept des SBI wurde im Jahr 2005 vorgestellt. Aufgrund der sehr guten Datenlage konnte der Indexverlauf rückwirkend bis 1990 berechnet werden. Als Referenzjahr des SBI wurde die Jahrtausendschwelle gewählt; der Index 100 steht also für die Zahl der Brutpaare im Jahr 2000.

Swiss Bird Index

Stand der Zielerreichung

Die ersten Ergebnisse des BDM zeigen, dass sich die Gesamtartenzahl der Säugetiere, Amphibien, Reptilien, Vögel und Fische, die in der Schweiz leben und sich hier fortpflanzen, zwischen 1997 und 2005 kaum verändert hat (BDM 2006). Allerdings sind in dieser Zeit fünf Brutvogelarten verschwunden oder brüten nur noch unregelmässig in der Schweiz, darunter die Bekassine und der Grosse Brachvogel, die in Feuchtgebieten legen. Die ausgeglichene Bilanz darf zudem nicht darüber hinwegtäuschen, dass viele gefährdete Arten nur noch in kleinen Beständen an wenigen Stellen vorkommen. Die Ersterhebung des BDM hat zudem grosse regionale Unterschiede zutage gefördert. Auf der Nord- und Südflanke der Alpen ist die Artenvielfalt vergleichsweise gross. Im Gegensatz zu den höheren Lagen ist die Artenvielfalt im Mittelland gering.

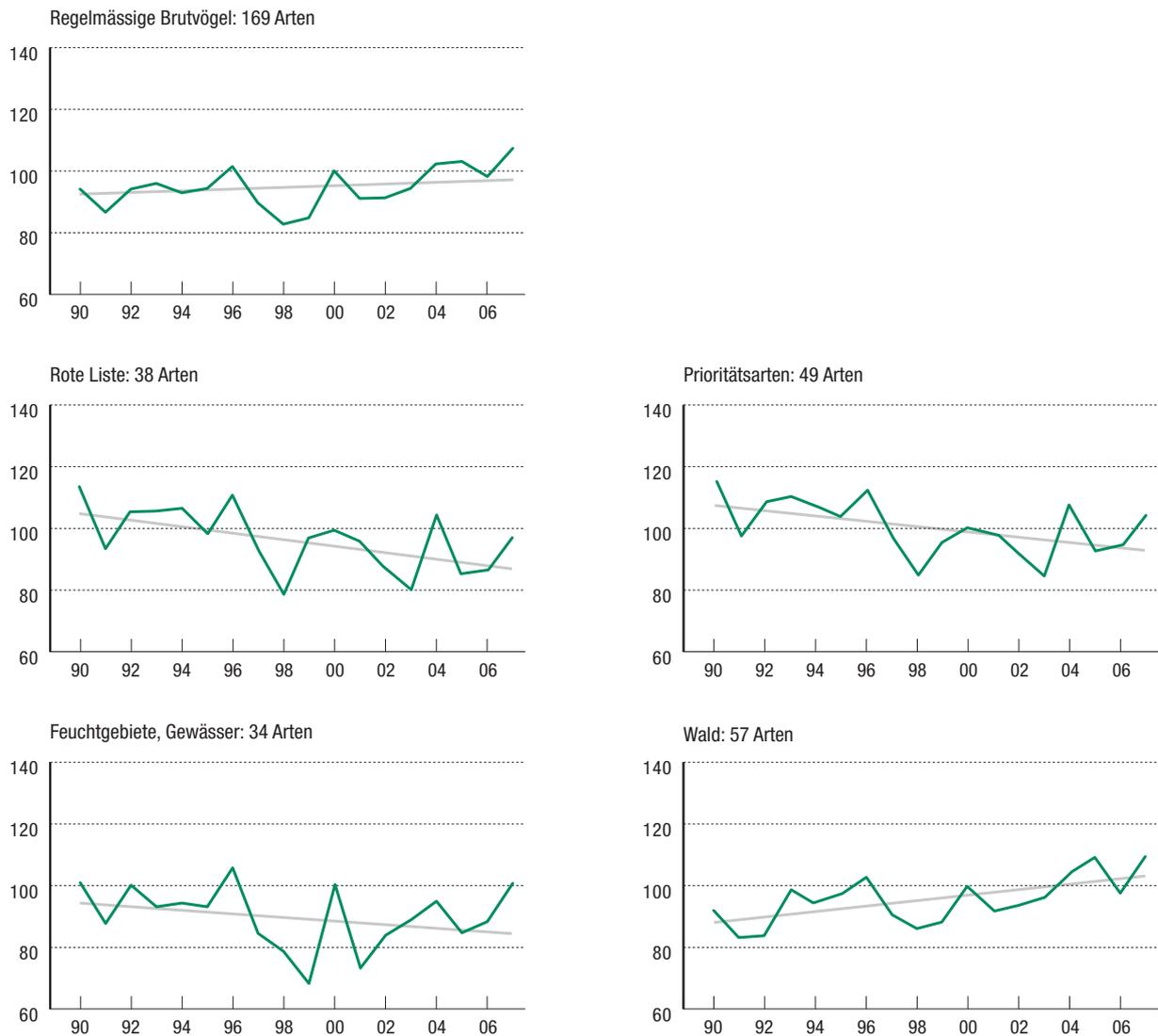
Ziele nicht erreicht

Der Swiss Bird Index SBI[®] zeigt langfristige Entwicklungen. Schwankungen von Jahr zu Jahr dürfen nicht überbewertet werden. Für die Gesamtheit der regelmässigen Brutvögel ist seit 1990 kein Trend erkennbar (Keller et al. 2007). Bei den gefährdeten Arten der Roten Liste (ohne die Arten, die immer selten waren) ist der Trend anhaltend negativ (siehe Abb. 2). Fasst man die Arten entsprechend ihren Hauptlebensräumen zusammen, zeigen sich unterschiedliche Entwicklungen. Der Trend für viele Arten des Kulturlandes (Abb. 3) und der Feuchtgebiete (Abb. 2) ist seit 1990 negativ, jener der Waldbewohner positiv (Abb. 2).

In Bezug auf die genetische Vielfalt hat sich auf politischer Ebene in der Schweiz in den letzten Jahren ein stärkeres Bewusstsein entwickelt. Eine Inventarisierung und Sicherung der genetischen Vielfalt im Wald hat begonnen. So hat der Bund zum Beispiel fünf Gebiete zu Wäldern von «besonderem genetischem Interesse» (BGI-Wälder) ernannt. Diese dienen dem Schutz von lokalen Baumpopulationen mit besonderen genetischen Eigenschaften.

Abb. 2 > Der Swiss Bird Index SBI® zeigt die Bestandesentwicklung verschiedener Vogelgruppen

Während der kombinierte Index für alle regelmässigen Brutvögel einen leicht positiven Trend zeigt, nehmen die Bestände der prioritären Vogelarten und der Rote-Liste-Arten tendenziell ab. Fasst man die Arten entsprechend ihrer Hauptlebensräume zusammen, zeigen sich unterschiedliche Entwicklungen (siehe Regressionsgeraden). Im Wald ist der Trend positiv, in den Feuchtgebieten/Gewässern negativ: Diese Trendaussagen gelten für den Zeitraum 1990 bis 2007. Das Referenzjahr des SBI ist die Jahrtausendschwelle.



Quelle: Schweizerische Vogelwarte Sempach

1.1.2 Umweltziel Landwirtschaft

Die Landwirtschaft leistet einen wesentlichen Beitrag zur Erhaltung und Förderung der Biodiversität. Dies umfasst die Aspekte

1. Artenvielfalt und Vielfalt von Lebensräumen, 2. genetische Vielfalt innerhalb der Arten sowie 3. funktionale Biodiversität.

1. Die Landwirtschaft sichert und fördert die einheimischen, schwerpunktmässig auf der landwirtschaftlich genutzten Fläche vorkommenden oder von der landwirtschaftlichen Nutzung abhängigen Arten (nach Anhang 1) und Lebensräume (nach Anhang 2) in ihrem natürlichen Verbreitungsgebiet. Die Bestände der Zielarten werden erhalten und gefördert. Die Bestände der Leitarten werden gefördert, indem geeignete Lebensräume in ausreichender Fläche und in der nötigen Qualität und räumlichen Verteilung zur Verfügung gestellt werden.
2. Die Landwirtschaft erhält und fördert die genetische Vielfalt bei einheimischen, schwerpunktmässig auf der landwirtschaftlich genutzten Fläche vorkommenden wildlebenden Arten. Sie leistet zudem einen wesentlichen Beitrag zur Erhaltung und nachhaltigen Nutzung von einheimischen Sorten landwirtschaftlicher Kulturpflanzen und von einheimischen Nutzierrassen.
3. Die landwirtschaftliche Produktion erhält die von der Biodiversität erbrachten Ökosystemdienstleistungen.

Herleitung

Artikel 104 der Bundesverfassung verlangt von der Landwirtschaft einen wesentlichen Beitrag zur Erhaltung der natürlichen Ressourcen und zur Pflege der Kulturlandschaft. Das Landwirtschaftsgesetz (LwG) von 1998 legt in Artikel 1 die nachhaltige Nutzung, die Erhaltung der natürlichen Lebensgrundlagen und die Pflege der Kulturlandschaft als Ziele der Schweizer Landwirtschaft fest. Gemäss Artikel 70 LwG erhalten nur diejenigen Landwirte allgemeine und ökologische Direktzahlungen, die einen ökologischen Leistungsnachweis erfüllen, der unter anderem einen Mindestanteil an ökologischen Ausgleichsflächen fordert. Besonders naturnahe und umweltfreundliche Produktionsformen sollen mit wirtschaftlich lohnenden Anreizen gefördert werden (Art. 76). Beiträge für Strukturverbesserungen werden auch zur Erreichung ökologischer Ziele gewährt (Art. 87). Die Öko-Qualitätsverordnung (ÖQV) gibt Anreize zur Verbesserung der Qualität und der Vernetzung der ökologischen Ausgleichsflächen (Art. 1).

In der Botschaft zur Weiterentwicklung der Agrarpolitik (AP 2007, unverändert übernommen in die Botschaft zur AP 2011) fordert der Bundesrat einen Anteil der ökologischen Ausgleichsflächen an der landwirtschaftlichen Nutzfläche im Talgebiet von 65 000 Hektaren. Im Landschaftskonzept Schweiz (LKS) hat der Bundesrat festgelegt, dass diese Flächen als qualitativ wertvolle ökologische Ausgleichsflächen bewirtschaftet werden sollen (das LKS wurde 1997 als verbindlich gutgeheissen).

Das Natur- und Heimatschutzgesetz (NHG) verpflichtet die Kantone, in intensiv genutzten Gebieten inner- und ausserhalb von Siedlungen für ökologischen Ausgleich zu sorgen (Art. 18b). Die Natur- und Heimatschutzverordnung (NHV) bezweckt mit dem ökologischen Ausgleich insbesondere, isolierte Biotop miteinander zu verbinden (je nach Bedarf auch durch die Neuschaffung von Biotopen), die Artenvielfalt zu fördern, eine möglichst naturnahe und schonende Bodennutzung zu erreichen und das Landschaftsbild zu beleben (Art. 15). Für die landwirtschaftliche Nutzfläche wird die Forderung des NHG seit der Neuausrichtung der Landwirtschaftspolitik durch die Anforderungen an den für den Bezug von Direktzahlungen obligatorischen Mindestanteil an ökologischen Ausgleichsflächen unterstützt. Für den ökologischen Ausgleich wurden bis ins Jahr 2005 folgende Wirkungsziele festgelegt (BLW 1999):

- > Die natürliche Artenvielfalt und die Vielfalt der Lebensräume sollen gefördert werden.
- > Es soll zu keinen weiteren Artenverlusten (Rote Listen) im Kulturland kommen, und bedrohte Arten sollen sich wieder ausbreiten.

Bei der Formulierung des Umweltziels Landwirtschaft im Bereich Artenvielfalt und Vielfalt von Lebensräumen wurden die gesetzlichen Anforderungen an die Landwirtschaft konkretisiert. Eine breit abgestützte Arbeitsgruppe aus Vertreterinnen und Vertretern von Landwirtschaft und Naturschutz sowie Expertinnen und Experten für Vögel, Säugetiere, Amphibien, Reptilien, Insekten, Gefässpflanzen, Moose, Pilze und Flechten hat Listen mit landwirtschaftsrelevanten Zielarten, Leitarten und Lebensräumen zusammengestellt. Bei den Arten bedeutet landwirtschaftsrelevant, dass sie schwerpunktmässig auf der landwirtschaftlich genutzten Fläche vorkommen oder von landwirtschaftlicher Nutzung abhängig sind; bei den Lebensräumen gelten diejenigen als landwirtschaftsrelevant, die von einer landwirtschaftlichen Nutzung abhängig sind. Die Listen (siehe Anhang 1 und 2) sind Basis und Referenz des Umweltziels Landwirtschaft. Zielarten sind lokal bis regional vorkommende, aber national gefährdete Arten, die erhalten und gefördert werden sollen und für welche die Schweiz in Europa eine besondere Verantwortung hat. Leitarten sind charakteristisch für eine Region und repräsentativ für ein bestimmtes Habitat und dienen damit als «Messgrösse» für die Qualität des Lebensraums, den sie besiedeln. Mit der Auswahl von Leitarten, die aus verschiedenen Lebensräumen der Kulturlandschaft stammen, wird die Erhaltung der Artenvielfalt mit der Förderung der Lebensraumvielfalt kombiniert. Die Lebensraumvielfalt umfasst sowohl die Typen der ökologischen Ausgleichsflächen gemäss Direktzahlungsverordnung (Art. 40 DZV) als auch schützenswerte Lebensraumtypen gemäss Natur- und Heimatschutzverordnung (Anhang 1).

Ziel 1

Die Lebensraumbedürfnisse vieler Leitarten sind komplex und verlangen bestimmte Kombinationen verschiedener Lebensraumtypen. Daher soll darauf hingearbeitet werden, dass Lebensraumvielfalt auch kleinräumig möglich wird. Während für die Leitarten der ökologische Ausgleich von zentraler Bedeutung ist, sollen die Zielarten zusätzlich durch spezifische, auf die jeweilige Zielart abgestimmte (lokale oder regionale) Massnahmen gefördert werden.

Genetische Vielfalt ist eine Voraussetzung dafür, dass wildlebende Arten langfristig überleben können. Das NHG will nicht nur die einheimische Tier- und Pflanzenwelt schützen, sondern auch ihre «biologische Vielfalt» (Art. 1), das heisst die genetische Vielfalt innerhalb der Arten. Das erste Umweltziel Landwirtschaft (Artenvielfalt und Vielfalt von Lebensräumen) fördert eine ausreichende Verbreitung der Arten und schafft die dazu notwendigen Lebensräume. Damit wird die genetische Variabilität erhalten und gefördert. Es kann allerdings vorkommen, dass genetisch besonders wertvolle Populationen speziell geschützt werden müssen.

Ziel 2

Im Rahmen des Nationalen Aktionsplan zur Erhaltung und nachhaltigen Nutzung der pflanzengenetischen Ressourcen für Ernährung und Landwirtschaft unterstützt der Bund Projekte und Sammlungen zur Erhaltung genetischer Ressourcen bei den Pflanzen. Die Tierzuchtverordnung regelt die Unterstützung von Projekten zur Erhaltung der Schweizer Rassen (Art. 1). Als Schweizer Rasse gilt eine Rasse, die ihren Ursprung in der Schweiz hat oder nachgewiesenermassen seit mindestens 50 Jahren in der Schweiz gezüchtet wird (Art. 16).

Zur funktionalen Biodiversität zählen Ökosystemdienstleistungen wie ein fruchtbarer Boden, die natürliche Schädlingsbekämpfung und die Bestäubung durch Insekten. Das NHG verlangt, dass diejenigen Lebensräume zu schützen sind, die «eine ausgleichende Funktion im Naturhaushalt erfüllen» (Art. 18 Abs 1^{bis} NHG).

Ziel 3

Mit dem ökologischen Leistungsnachweis werden Bewirtschaftungsweisen unterstützt, die die natürlichen Regulationsmechanismen nutzen (Art. 70 LWG). Ein wichtiges Ziel der Fruchtfolgevorschriften ist die Erhaltung der Bodenfruchtbarkeit. Noch stärker auf Nützlingsförderung und Bodenqualität ausgerichtet sind die Richtlinien des biologischen Landbaus, die von rund 10 % der Betriebe befolgt werden. Die Berücksichtigung der natürlichen Kreisläufe und Prozesse wird in der Bio-Verordnung als wichtiger Grundsatz aufgeführt (Art. 3).

Rechtliche Grundlagen

Zusätzlich zu den rechtlichen Grundlagen für das allgemeine Umweltziel sind folgende rechtlichen Grundlagen von Bedeutung:

Bundesverfassung der Schweizerischen Eidgenossenschaft, SR 101 vom 18. April 1999

Art. 104 Landwirtschaft

- ¹ Der Bund sorgt dafür, dass die Landwirtschaft durch eine nachhaltige und auf den Markt ausgerichtete Produktion einen wesentlichen Beitrag leistet zur:
- sicheren Versorgung der Bevölkerung;
 - Erhaltung der natürlichen Lebensgrundlagen und zur Pflege der Kulturlandschaft;
 - dezentralen Besiedlung des Landes.

Bundesgesetz vom 29. April 1998 über die Landwirtschaft (Landwirtschaftsgesetz, LWG), SR 910.1

Art. 1 Zweck

- Der Bund sorgt dafür, dass die Landwirtschaft durch eine nachhaltige und auf den Markt ausgerichtete Produktion einen wesentlichen Beitrag leistet zur:
- sicheren Versorgung der Bevölkerung;
 - Erhaltung der natürlichen Lebensgrundlagen;
 - Pflege der Kulturlandschaft;
 - dezentralen Besiedelung des Landes.

Art. 70 Grundsatz und Voraussetzungen (Direktzahlungen)

- ¹ Der Bund richtet Bewirtschaftern und Bewirtschaftenden von bodenbewirtschaftenden bäuerlichen Betrieben unter der Voraussetzung des ökologischen Leistungsnachweises allgemeine Direktzahlungen, Ökobeiträge und Ethobeiträge aus.
- ² Der ökologische Leistungsnachweis umfasst:
- einen angemessenen Anteil an ökologischen Ausgleichsflächen;
 - eine geregelte Fruchtfolge;
 - einen geeigneten Bodenschutz;
- ³ Er fördert mit ökologischen Direktzahlungen:
- besonders naturnahe und umweltfreundliche Produktionsformen (Ökobeiträge);
 - die nachhaltige Nutzung von Sömmerungsbetrieben und Sömmerungsweiden (Sömmerungsbeiträge).
- ⁴ Die Einhaltung der für die landwirtschaftliche Produktion massgeblichen Bestimmungen der Gewässerschutz-, der Umweltschutz- und der Tierschutzgesetzgebung ist

Voraussetzung und Auflage für die Ausrichtung von Direktzahlungen.

Art. 76 Ökobeiträge

- ³ Der Bund fördert in Ergänzung zum Bundesgesetz vom 1. Juli 1966 über den Natur- und Heimatschutz die natürliche Artenvielfalt. Er gewährt Beiträge für die Förderung eines angemessenen ökologischen Ausgleichs auf der landwirtschaftlichen Nutzfläche.
- ⁴ Er kann die extensive Bewirtschaftung von landwirtschaftlichen Nutzflächen mit Beiträgen fördern.
- ⁵ Er bemisst die Beiträge so, dass sich die besondere ökologische Leistung wirtschaftlich lohnt. Er berücksichtigt dabei die am Markt erzielbaren Mehrerlöse.

Art. 87 Grundsatz (Strukturverbesserungen)

- ¹ Der Bund gewährt Beiträge und Investitionskredite, um:
- zur Verwirklichung ökologischer, tierschützerischer und raumplanerischer Ziele beizutragen;
 - den naturnahen Rückbau von Kleingewässern zu fördern.

Verordnung vom 22. September 1997 über die biologische Landwirtschaft und die Kennzeichnung biologisch produzierter Erzeugnisse und Lebensmittel (Bio-Verordnung), SR 910.18

Art. 3 Grundsätze

- Für die Produktion und die Aufbereitung biologischer Erzeugnisse gelten folgende Grundsätze:
- Die natürlichen Kreisläufe und Prozesse werden berücksichtigt.
 - Der Einsatz chemisch-synthetischer Hilfsstoffe und Zutaten wird vermieden.

Verordnung vom 16. Januar 1991 über den Natur- und Heimatschutz (NHV), SR 451.1

Art. 13 Grundsatz

Der Schutz der einheimischen Pflanzen und Tiere soll wenn möglich durch angepasste land- und forstwirtschaftliche Nutzung ihrer Lebensräume (Biotope) erreicht werden. Diese Aufgabe erfordert die Zusammenarbeit zwischen den Fachorganen der Land- und Forstwirtschaft und jenen des Natur- und Heimatschutzes.

Art. 15 Ökologischer Ausgleich

- ¹ Der ökologische Ausgleich (Art. 18b Abs. 2 NHG) bezweckt insbesondere, isolierte Biotope miteinander zu verbinden, nötigenfalls auch durch die Neuschaffung von Biotopen, die Artenvielfalt zu fördern, eine möglichst naturnahe und schonende Bodennutzung zu erreichen, Natur in den Siedlungsraum einzubinden und das Landschaftsbild zu beleben.
- ² Für Beiträge für besondere ökologische Leistungen in der Landwirtschaft gilt der Begriff des ökologischen Ausgleichs, wie er in der Öko-Beitragsverordnung vom 26. April 1993 verwendet wird.

Art. 20 Artenschutz

- ¹ Das unberechtigte Pflücken, Ausgraben, Ausreissen, Wegführen, Anbieten, Verkaufen, Kaufen oder Vernichten, insbesondere durch technische Eingriffe, von wildlebenden Pflanzen der im Anhang 2 aufgeführten Arten ist untersagt.
- ² Zusätzlich zu den im Bundesgesetz vom 20. Juni 1986 über die Jagd und den Schutz wildlebender Säugetiere und Vögel genannten gelten die wildlebenden Tiere der im Anhang 3 aufgeführten Arten als geschützt. Es ist untersagt, Tiere dieser Arten
- zu töten, zu verletzen oder zu fangen sowie ihre Eier, Larven, Puppen, Nester oder Brutstätten zu beschädigen, zu zerstören oder wegzunehmen;
 - lebend oder tot, einschliesslich der Eier, Larven, Puppen oder Nester, mitzuführen, zu versenden, anzubieten, auszuführen, andern zu überlassen, zu erwerben, in Gewahrsam zu nehmen oder bei solchen Handlungen mitzuwirken.

Verordnung vom 7. Dezember 1998 über die Beurteilung der Nachhaltigkeit in der Landwirtschaft, SR 919.118**Art. 9 Agroökologische Indikatoren**

- ¹ Das Bundesamt stützt sich für die ökologische Beurteilung auf folgende Indikatoren:
- biologische Vielfalt;

Verordnung über die Direktzahlungen an die Landwirtschaft, Direktzahlungsverordnung (DZV), SR 910.13**Art. 7 Angemessener Anteil an ökologischen Ausgleichsflächen**

- ¹ Die ökologischen Ausgleichsflächen müssen mindestens 3,5 Prozent der mit Spezialkulturen belegten landwirtschaftlichen Nutzfläche und 7 Prozent der übrigen landwirtschaftlichen Nutzfläche des Betriebs betragen.

Art. 40 Grundsatz

- ¹ Beiträge für den ökologischen Ausgleich werden auf der landwirtschaftlichen Nutzfläche gewährt für:
- extensiv genutzte Wiesen;
 - wenig intensiv genutzte Wiesen;
 - Streueflächen;
 - Hecken, Feld- und Ufergehölze;
 - Buntbrachen;
 - Rotationsbrachen;
 - Ackerschonstreifen;
 - Saum auf Ackerfläche;
 - Hochstamm-Feldobstbäume.

Anhang 3.1.2 Nicht zu Beiträgen berechtigende ökologische Ausgleichsflächen:

- extensiv genutzte Weiden
- Waldweiden
- einheimische standortgerechte Einzelbäume und Alleen
- Wassergraben, Tümpel, Teiche
- Ruderalflächen, Steinhäufen und -wälle
- Trockenmauern
- Rebflächen mit natürlicher Artenvielfalt
- weitere ökologische Ausgleichsflächen: ökologisch wertvolle natürliche Lebensräume, die keinem der oben beschriebenen Elemente entsprechen.

Verordnung vom 4. April 2001 über die regionale Förderung der Qualität und der Vernetzung von ökologischen Ausgleichsflächen in der Landwirtschaft (Öko-Qualitätsverordnung, ÖQV), SR 910.14**Art. 1**

- ¹ Um die natürliche Artenvielfalt zu erhalten und zu fördern, unterstützt der Bund auf der landwirtschaftlichen Nutzfläche ökologische Ausgleichsflächen von besonderer biologischer Qualität und die Vernetzung von ökologischen Ausgleichsflächen mit Finanzhilfen.

Botschaft des Bundesrates zur Weiterentwicklung der Agrarpolitik, 06.038

AP 2007, unverändert übernommen in die Botschaft zur AP 2011
 Der Anteil ökologischer Ausgleichsflächen an der landwirtschaftlichen Nutzfläche erreicht im Talgebiet 65 000 ha (entspricht dem agrarökologischen Etappenziel für 2005).

Nationaler Aktionsplan zur Erhaltung und nachhaltigen Nutzung der pflanzengenetischen Ressourcen für Ernährung und Landwirtschaft

3. Nationaler Aktionsplan

Der nationale Aktionsplan richtet sich nach den Vorgaben des globalen Aktionsplanes der FAO. Er bezweckt die Erhaltung und nachhaltige Nutzung der pflanzengenetischen Ressourcen und ergänzt in notwendiger Weise die bereits bestehenden Massnahmen und Anstrengungen im Bereich der Arten- und Ökosystemvielfalt. Aufgezeigt werden im nationalen Aktionsplan die bereits realisierten Massnahmen, die bestehenden Lücken sowie die Lösungsmöglichkeiten. Der Geltungsbereich des nationalen Aktionsplanes umfasst die landwirtschaftlichen Kulturpflanzen und deren verwandte Wildpflanzen.

Verordnung vom 14. November 2007 über die Tierzucht (Tierzuchtverordnung, TZV), SR 916.310

Art. 1

¹ Im Rahmen der bewilligten Kredite können die anerkannten Zuchtorganisationen für folgende tierzüchterische Massnahmen bei Tieren der Rindvieh-, Schweine-, Schaf- und Ziegengattung sowie bei Equiden, Kaninchen, Geflügel, Honigbienen und Neuweltkameliden mit Beiträgen unterstützt werden:

- a. Herdebuchführung;
- d. Durchführung von Projekten zur Erhaltung der Schweizer Rassen;

Art. 16 Beiträge für Projekte zur Erhaltung von Schweizer Rassen

¹ Für die Erhaltung der Schweizer Rassen werden insgesamt höchstens 900 000 Franken pro Jahr ausgerichtet. Zusätzlich können dafür nicht ausgeschöpfte Mittel nach Artikel 17 verwendet werden.

² Als Schweizer Rasse gilt eine Rasse, die ihren Ursprung in der Schweiz hat oder nachgewiesenermassen seit mindestens 50 Jahren in der Schweiz gezüchtet wird.

³ An anerkannte Zuchtorganisationen und anerkannte Organisationen oder Trägerschaften, die Projekte zur Erhaltung von Schweizer Rassen durchführen, können auf Gesuch hin zeitlich befristet Beiträge ausgerichtet werden.

Landschaftskonzept Schweiz (LKS)

Der Bundesrat hat die Ziele (Allgemeine Ziele Natur und Landschaft sowie Sachziele) am 19. Dezember 1997 als

verbindlich gutgeheissen und die Bundesstellen mit deren Umsetzung beauftragt.

Allgemeine Hinweise zur Landwirtschaft

Für die Umsetzung der Bundespolitik im Bereich Landwirtschaft ist das Bundesamt für Landwirtschaft (BLW) verantwortlich. Das BLW hat gemäss Art. 79 des Landwirtschaftsgesetzes (LwG) sowie Art. 2c und 3 des Bundesgesetzes über den Natur- und Heimatschutz (NHG) die Pflicht, bei seinen Subventionsentscheiden die Aspekte des Natur-, Landschafts- und Heimatschutzes zu berücksichtigen. Die Landwirtschaft pflegt und nutzt weite Teile der Landschaft und hat dadurch eine wichtige Funktion bei der Gestaltung der Kulturlandschaft. Die Bundespolitik fördert eine natur- und landschaftsverträgliche Landwirtschaft.

Sachziele Landwirtschaft

Verbindlichkeit: Die zuständigen Bundesstellen berücksichtigen die Sachziele bei ihren Tätigkeiten.

- 5A: Die gesamte LN soll in absehbarer Zeit mit besonders umweltschonenden Methoden bewirtschaftet werden.
- 5B: Im Talgebiet sollen in absehbarer Zeit 65 000 ha LN als qualitativ wertvolle ökologische Ausgleichsflächen bewirtschaftet werden.
- 5C: Ökologische Ausgleichsflächen sollen in ökologischen Vorranggebieten verstärkt gefördert werden.
- 5D: Traditionelle Kulturarten sowie kulturgeschichtlich oder ökologisch wertvolle Bewirtschaftungsformen (wie Wässermatten oder Streuenutzung von Flachmooren) werden unterstützt.
- 5E: Die Arten- und Lebensraumvielfalt wird bei grösseren, raumrelevanten Strukturverbesserungsmassnahmen durch die Integration ökologischer Ausgleichsmassnahmen sowie projektbedingter Ersatzmassnahmen erhalten und gefördert.
- 5F: Strukturverbesserungsmassnahmen tragen der schonenden Entwicklung der Kulturlandschaft Rechnung.
- 5G: Strukturverbesserungsmassnahmen unterstützen die Entwicklung einer standortangepassten landwirtschaftlichen Bewirtschaftung im Sinne der Ziele des Landschaftskonzeptes Schweiz, z. B. die Aufrechterhaltung der Bewirtschaftung in Grenzertragslagen.

Sachziele Natur- Landschafts- und Heimatschutz

7D: In den nächsten zehn Jahren im Talgebiet auf mindestens 10% der Fläche ökologisch wertvolle Lebensräume schaffen und in den Lebensraumverbund einbeziehen. In Räumen mit (einigermassen) intaktem Lebensraumverbund den Anteil ökologisch wichtiger Flächen nicht verkleinern.

Messung der Zielerreichung

Zur Überprüfung der Zielerreichung bestehen bereits folgende Instrumente:

Ziel 1

- > **Biodiversitäts-Monitoring Schweiz (BDM-CH), Zustandsindikator Z3:**
Mit diesem Indikator wird die Artenzahl ausgewählter Tiergruppen für die Schweiz und die biogeografischen Grossregionen ausgewiesen. Darunter sind auch viele Leitarten.
- > **Biodiversitäts-Monitoring Schweiz (BDM-CH), Zustandsindikator Z4:**
Mit diesem Indikator wird in der Schweiz das Vorkommen weltweit gefährdeter Arten erhoben. Darunter sind auch mehrere Zielarten.
- > **Biodiversitäts-Monitoring Schweiz (BDM-CH), Zustandsindikator Z6:**
Mit diesem Indikator werden beispielhaft die Bestände von 29 in der Schweiz vorkommenden bedrohten Arten erhoben. Darunter sind auch einige Zielarten.
- > **Biodiversitäts-Monitoring Schweiz (BDM-CH), Zustandsindikatoren Z7 und Z9:**
Mit diesen beiden Indikatoren werden die Artenvielfalt und damit die Qualität von Landschaften und Lebensräumen beschrieben. Unter den Lebensräumen befinden sich auch viele für Leitarten relevante Lebensräume.
- > **Swiss Bird Index[®]:**
Mit diesen Indices wird die Bestandesentwicklung der Brutvögel der Schweiz dokumentiert.
- > **Rote Listen:**
Mit den regelmässigen Aktualisierungen der Roten Listen nach einheitlichen Kriterien der International Union for Conservation of Nature (IUCN) ergeben sich Aussagen über die Gefährdungsentwicklung von Zielarten und vielen Leitarten.
- > **Agrarumweltmonitoring:**
Qualität der ökologischen Ausgleichsflächen: Ab 2009 sind Zusatzerhebungen auf Z7-Quadraten des BDM geplant.

Diese Zustandsindikatoren liefern regelmässig Daten zu den Ziel- und Leitarten und zu den Lebensräumen. Ergänzt mit weiteren Angaben erlauben es diese Daten, den Einfluss verschiedener Faktoren auf die Biodiversität abzuschätzen.

Der Bund unterstützt Projekte für die Erhaltung der Wildpflanzen. Diese Projekte werden durch die Schweizerische Kommission zur Erhaltung von Wildpflanzen (SKEW) koordiniert. Im Fokus steht unter anderem die Erhaltung, nachhaltige Nutzung, Charakterisierung und Evaluierung der genetischen Vielfalt der wildwachsenden Pflanzenarten in der Schweiz. Vom Bund werden auch Projekte zur Erhaltung der tiergenetischen Ressourcen mit einem öffentlichen Beitrag unterstützt. Eingebunden sind elf Schweizer Rassen der Gattungen Rinder, Pferde, Schweine, Schafe und Ziegen. Dabei handelt es sich sowohl um Rassen, die gemäss internationalen Kriterien gefährdet sind (Appenzellerziege, Bündner Strahlenziege, Pfauenziege, Stiefelgeiss, Engadinerschaf, Spiegelschaf), als auch um solche, die im Moment nicht gefährdet sind, deren Bestände jedoch sinkende Tendenz oder zunehmende Inzucht aufweisen (Freiberger Pferd, Original Braunvieh, Walliser Schwarzhalsziege, Nera-Verzasca-Ziege, Schweizer Landrasse bei Schweinen).

Ziel 2

Im Rahmen des BDM werden die Anzahl Nutzierrassen und -sorten (Zustandsindikator Z1) sowie der Anteil der verschiedenen Nutzierrassen und -sorten am Gesamtbestand (Zustandsindikator Z2) erhoben. Die Arbeit im Rahmen des Nationalen Aktionsplans zur Erhaltung und nachhaltigen Nutzung der pflanzengenetischen Ressourcen für Ernährung und Landwirtschaft erfolgt auf Projektbasis. Vor dem Start der jeweils vierjährigen Projektphase wird der Handlungsbedarf abgeklärt. Daraus werden Schwerpunkte festgelegt. Unter den eingegebenen Projekten werden diejenigen zur Durchführung genehmigt, welche am ehesten zum Ziel führen. Die Aktivitäten werden von der Schweizerischen Kommission für die Erhaltung von Kulturpflanzen (SKEK) koordiniert.

Das Forschungsinstitut für biologischen Landbau (FiBL) hat mehrere Projekte zum Thema funktionale Biodiversität gestartet. Ein landesübergreifendes Instrument zur Messung des Zustands dieser Ebene der Biodiversität existiert aber zurzeit nicht.

Ziel 3

Stand der Zielerreichung

Die Gesamtbeurteilung der Wirkung der ökologischen Ausgleichsflächen fällt «moderat positiv» aus (Herzog und Walter 2005). Mit dem ökologischen Ausgleich wurde zwar ein messbarer Nutzen für die Biodiversität erzielt; das Ziel, mit dem ökologischen Ausgleich den Rückgang der gefährdeten Arten zu stoppen und ihre Wiederausbreitung zu ermöglichen, wurde aber nicht erreicht (siehe auch Oppermann und Gujer 2003, Birrer et al. 2007). Die Anteile der qualitativ wertvollen ökologischen Ausgleichsflächen variieren je nach Typ der Ausgleichsflächen zwischen 11 und 100 % (bei Streuflächen), wobei von den flächenmässig bedeutenden Typen der Ausgleichsflächen (extensiv und wenig intensiv genutzte Wiesen sowie Hochstammobstgärten) nur zwischen 11 und 29 % qualitativ wertvoll sind (Herzog und Walter 2005).

Ziel 1

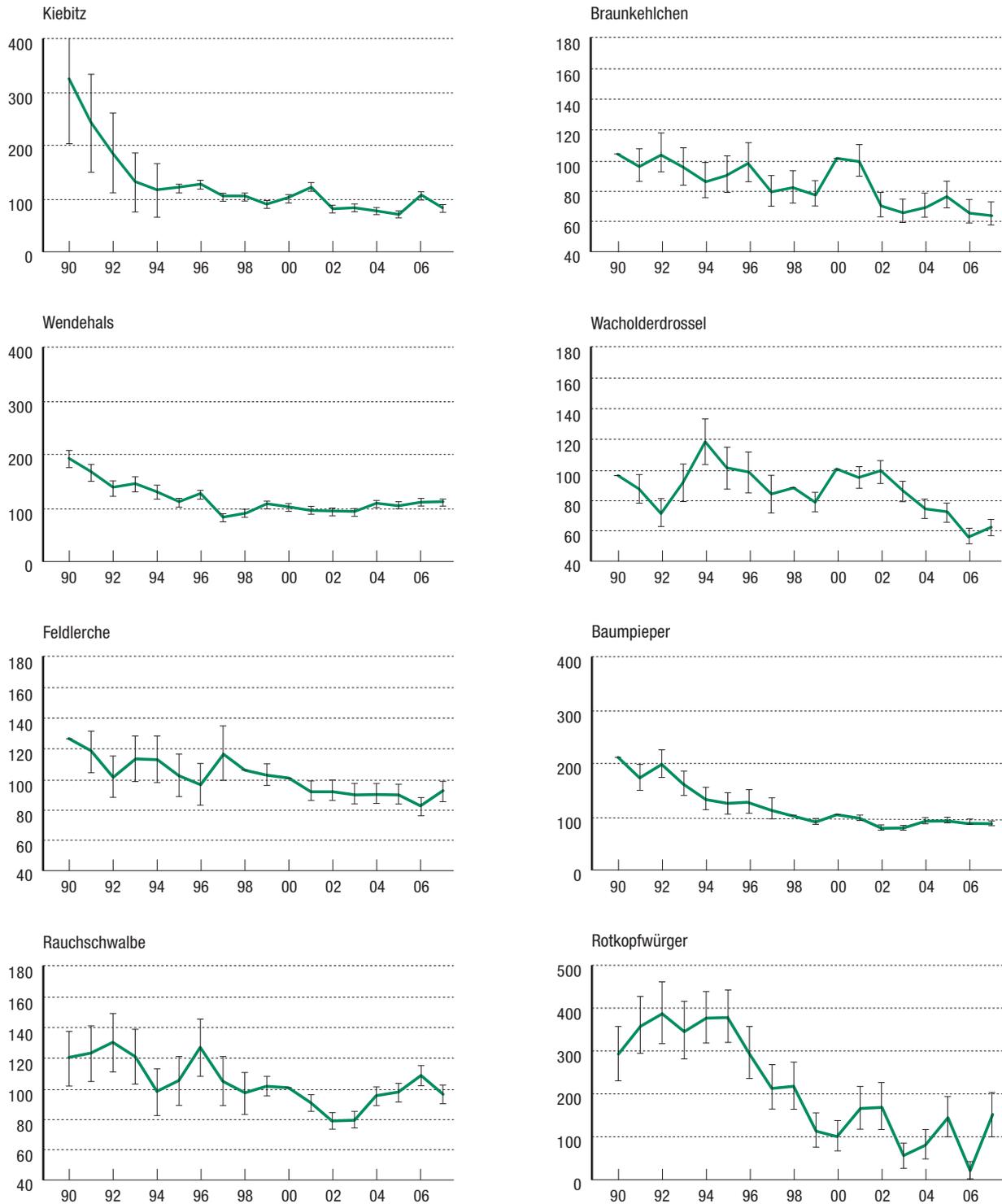
Es muss allgemein festgestellt werden, dass die gesetzlichen Verpflichtungen, die sich aus der Bundesverfassung, den internationalen Abkommen und den Bundesgesetzen ergeben, unter den heutigen Rahmenbedingungen nicht erfüllt sind. Die bisherigen Bemühungen der Landwirtschaft im Bereich Biodiversität reichen nicht, um die Biodiversität im Kulturland zu erhalten. Konkrete Daten liefert der Swiss Bird Index® (Abb. 3). Der Trend ist für viele Vogelarten des Kulturlandes seit Beginn der Messung negativ (Keller et al. 2007). Dies widerspiegelt die anhaltenden Schwierigkeiten vieler Vogelarten im Kulturland der Schweiz. Auch die Bestandesgrössen der meisten Ziel- und Leitarten gemäss Anhang 1 sowie die Flächenausdehnung der Lebensräume haben in den letzten Jahrzehnten zum Teil deutlich abgenommen. So zeigt ein Vergleich der Kartierung der Trockenwiesen und -weiden von nationaler Bedeutung (TWW) mit älteren, kantonalen Trockenraseninventaren, dass die Flächen mit Trockenwiesen und -weiden in den letzten 20 Jahren infolge Nutzungsintensivierung oder Nutzungsaufgabe um rund ein Fünftel abgenommen haben (Urech et al. 2007). Auch die Qualität der Hoch- und Flachmoore hat sich zwischen 1997/2001 und 2002/06 verschlechtert, unter anderem weil vielerorts Pufferzonen fehlen oder mangelhaft umgesetzt sind und die Nutzung von Flachmooren intensiviert oder aufgegeben wird (Klaus 2007).

Die Biodiversitätsziele im Bereich Landwirtschaft können nur dann erreicht werden, wenn der Anteil an ökologischen Ausgleichsflächen in der landwirtschaftlichen Nutzfläche erhöht und deren Qualität und Vernetzung verbessert wird (Dreier et al. 2002, Spiess et al. 2002). Das Sömmerungsgebiet muss so genutzt werden, dass die dortige Artenvielfalt erhalten bleibt. Umsetzungsziele für den ökologischen Ausgleich wurden im Rahmen der Agrarpolitik 2007 formuliert (Bundesblatt 2002). Bis ins Jahr 2005 hätten im Talgebiet 65 000 Hektaren ökologische Ausgleichsflächen ausgeschieden sein müssen (ca. 10 % der landwirtschaftlichen Nutzfläche im Talgebiet; ohne Hochstammobstbäume). Dies entspricht nur quantitativ dem Ziel, das der Bundesrat im Landschaftskonzept Schweiz (LKS) festgelegt hat. Gemäss LKS sollten diese Flächen auch qualitativ wertvoll sein. Diese Ziele wurden nicht erreicht. Im Jahr 2007 waren im Talgebiet rund 58 000 Hektaren ökologische Ausgleichsflächen ausgeschieden. Damit beträgt der Anteil dieser Flächen an der landwirtschaftlichen Nutzfläche im Talgebiet 9 %. Besonders ackerbauliche Gunstlagen weisen meist ein erhebliches Defizit an Ökoflächen auf. Der Anteil wertvoller ökologischer Ausgleichsflächen liegt dort in der Regel unter 1 % der landwirtschaftlichen Nutzfläche.

Die Flächenbedürfnisse und Qualitätskriterien können aus wissenschaftlichen Erkenntnissen verschiedener Aufwertungsprojekte hergeleitet werden. Untersuchungen im Klettgau (SH) und in der Champagne genevoise (GE) haben für die Talzone gezeigt, dass mit genügend wertvollen Flächen in der landwirtschaftlichen Nutzfläche die typischen Vögel der Kulturlandschaft gefördert werden können: Der Anteil ökologischer Ausgleichsflächen in der Champagne genevoise betrug bereits 1999 18,9 %, wobei 5,2 % ökologisch wertvoll waren. Zwischen 1991 und 2000 nahmen die Bestände verschiedener typischer Kulturlandvogelarten stark zu (Jenny et al. 2002). Im Klettgau setzte dieser positive Effekt später ein: In der Widen erhöhte sich der Anteil wertvoller ökologischer Ausgleichsflächen zwischen 1999 und 2006 von 3,5 auf 10,6 %, während er in den anderen Gebieten Langfeld und Plomberg von 2,9 auf 4,8 % bzw. von 1,5 auf 4,0 % weniger deutlich stieg (Holzgang et al. 2006). In dieser Zeitspanne konnte im Gebiet Widen und in stark aufgewerteten Teilflächen der beiden anderen Gebiete eine markant positive Bestandsentwicklung bei einigen Kulturlandarten festgestellt werden (Schweizerische Vogelwarte Sempach, unpublizierte Daten).

Auch für die Hügelzone und die Bergzonen existieren Fallstudien. Am Farnsberg (BL) führte ein Anteil von 18,4 % (ohne Hochstammobstbäume) ökologisch hochwertiger Ausgleichsflächen in der landwirtschaftlichen Nutzfläche innerhalb kurzer Zeit dazu, dass sich die Bestände der Brutvogelarten stabilisierten oder gar leicht zunahmten. In Dötra (TI, Bergzone IV und Sömmerungsgebiet) halten sich die Bodenbrüterbestände dank eines hohen Anteils an wertvollen Flächen von 40 % auf einem hohen Niveau (Schweizerische Vogelwarte Sempach, unpublizierte Daten). Erfahrungen aus dem Unterengadin haben gezeigt, dass in den Bergzonen III und IV mindestens 30 % ökologisch wertvolle Wiesen notwendig sind, um die Qualitäten dieser Kulturlandschaften zu erhalten (Oppermann und Gujer 2003, Müller et al. 2006). Grundsätzlich entsprechen artenreiche Fettwiesen (Fromental, Goldhafer) sowie magere Feucht- und Trockenwiesen in den Berggebieten einer standortgerechten und damit einer nachhaltigen Nutzung.

Abb. 3 > Bestandesindices zeigen, dass der Trend für viele Arten des Kulturlandes seit Beginn der Messung negativ ist



Quelle: Schweizerische Vogelwarte Sempach

Viele seltene Tier- und Pflanzenarten leben verstreut in kleinen, isolierten Populationen, in welchen die genetische Vielfalt stark zurückgeht. Das haben Untersuchungen an Beständen des Moorenzians (*Swertia perennis*; Lienert et al. 2002), des Deutschen Enzians (*Gentianella germanica*; Fischer und Matthies 1998) und des Uferhahnenfusses (*Ranunculus reptans*; Fischer et al. 2000) gezeigt. Bei allen drei Arten waren kleine und isolierte Populationen genetisch weniger vielfältig als grosse.

Ziel 2

Im Bereich der phylogenetischen Ressourcen konnten viele alte Sorten der Kulturarten inventarisiert, in Genbanken eingelagert oder in Sammlungen gepflanzt werden. Damit ist die genetische Vielfalt der Kulturarten zu einem grossen Teil gesichert. Insgesamt werden in der Schweiz 20 195 Sorten/Akzessionen konserviert. Zurzeit werden im Rahmen des Nationalen Aktionsplans zur Erhaltung und nachhaltigen Nutzung der pflanzengenetischen Ressourcen 31 Sammlungen und 42 Projekte durchgeführt. Diese können aber nur teilweise verhindern, dass die genetische Vielfalt stark gefährdet ist und weiter zurückgeht.

Gegenwärtig ist keine Aussage zum Zustand der funktionalen Biodiversität möglich.

Ziel 3

Literatur

- Baur B. et al. 2004: Biodiversität in der Schweiz: Zustand, Erhaltung, Perspektiven. Grundlagen für eine nationale Strategie. Hrsg: Forum Biodiversität Schweiz. Bern: 237 S.
- BDM (Biodiversitätsmonitoring Schweiz) 2006: Zustand der Biodiversität in der Schweiz. Umwelt-Zustand Nr. 0604. Bundesamt für Umwelt, Bern: 67 S.
- Birrer S., Kohli L., Spiess M. 2007: Haben ökologische Ausgleichsflächen einen Einfluss auf die Bestandesentwicklung von Kulturland-Vogelarten im Mittelland? Ornithol. Beobachter 104: 189–208.
- BLW 1999: Evaluation der Ökomassnahmen und Tierhaltungsprogramme. Konzeptbericht. Bundesamt für Landwirtschaft, Bern.
- Bundesblatt 2002: Botschaft zur Weiterentwicklung der Agrarpolitik (Agrarpolitik 2007). Bundeskanzlei, BBL V (02.046): 4721–5010.
- BUWAL (Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft) et al. 1998: Landschaftskonzept Schweiz, Teil 1 Konzept; Teil 2 Bericht. Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft / Bundesamt für Raumplanung (Hrsg.) 175 S. in Reihe: Konzepte und Sachpläne (Art. 13 RPG), BRP, Bern.
- Dreier S., Hofer G., Herzog F. 2002: Qualität der Wiesen im ökologischen Ausgleich. Agrarforschung 4(9): 140–145.
- Fischer M., Matthies D. 1998: RAPD variation in relation to population size and plant performance in the rare *Gentianella germanica*. American Journal of Botany 85: 811–819.
- Fischer M., Husi R., Prati D., Peintinger M., van Kleunen M., Schmid B. 2000: RAPD variation among and within small and large populations of the rare clonal plant *Ranunculus reptans* (Ranunculaceae). American Journal of Botany 87: 1128–1137.
- Herzog F., Walter T. (Red.) 2005: Evaluation der Ökomassnahmen – Bereich Biodiversität. Schriftenreihe der FAL 56. Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz-Tänikon ART (Hrsg.), Zürich: 208 S.
- Holzgang O., Jenny M., Lugin B. 2006: Wiederansiedlung Rebhuhn: Grundlagen für Strategien in den Kantonen Schaffhausen und Genf. Schweizerische Vogelwarte Sempach.
- Jenny M., Weibel U., Lugin B., Josephy B., Regamey J.-L., Zbinden N. 2002: Rebhuhn. Schlussbericht 1991–2000. Schriftenreihe Umwelt Nr. 335. Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft (Hrsg.), Bern: 143 S.
- Keller V., Kéry M., Schmid H., Zbinden N. 2007: Swiss Bird Index SBI ©. Update 2006. Faktenblatt. Schweizerische Vogelwarte, Sempach.
- Klaus G. (Red.) 2007: Zustand und Entwicklung der Moore in der Schweiz. Ergebnisse der Erfolgskontrolle Moorschutz. Umwelt-Zustand Nr. 0730. Bundesamt für Umwelt, Bern: 97 S.
- Lienert J., Fischer M., Schneller J., Diemer M. 2002: Isoenzyme variability of the wetland specialist *Swertia perennis* L. in NE Switzerland in relation to habitat size and isolation and to plant fitness. American Journal of Botany 89: 801–811.
- Müller M., Schuler H., Horch P. 2006: Kerngebiete zur Förderung und zum Schutz des Braunkehlchens im Unterengadin. Stand 2006. Schweizerische Vogelwarte, Sempach.
- OECD 2007: Umweltprüfberichte, Schweiz. Organisation für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung (OECD), Paris. <http://www.sourcecode.org/environnement/9264030557>
- Oppermann R., Gujer H.U. (Hrsg.) 2003: Artenreiches Grünland bewerten und fördern – MEKA und ÖQV in der Praxis. Ulmer, Stuttgart: 200 S.
- Spiess M., Marfurt C., Birrer S. 2002: Evaluation der Ökomassnahmen mit Hilfe von Brutvögeln. Agrarforschung 4: 158–163.
- Stöcklin J., Bosshard A., Klaus G., Rudmann-Maurer K., Fischer M. 2007: Landnutzung und biologische Vielfalt in den Alpen. Fakten, Perspektiven, Empfehlungen. Synthesebericht II, NFP 48. vdf, Zürich: 191 S.
- Urech M., Eggenberg S., pro seco 2007: Inventarvergleiche, interner Bericht. Im Auftrag des Bundesamtes für Umwelt, Bern.
- Winfrey R., Williams N.M., Dushoff J., Kremen C. 2007: Native bees provide insurance against ongoing honey bee loss. Ecology Letters 10: 1105–1113.

1.2

Landschaft



Die Landwirtschaft trägt eine grosse Verantwortung für die Qualität der Schweizer Landschaften.

Einführung

Eine Landschaft ist ein geografisch abgrenzbares Gebiet, welches sich durch eine bestimmte Kombination gemeinsamer Merkmale von anderen Gebieten unterscheidet. Relief, Gestein, Klima, Licht, Boden, Wasser und Biodiversität prägen das Landschaftsbild. Diese naturräumlichen Faktoren stehen in enger Wechselwirkung zur Nutzung und Besiedlung durch die Menschen (BUWAL et al. 1998). Im Laufe der Jahrhunderte haben die Bewohnerinnen und Bewohner die natürliche Kammerung der Schweiz durch spezifische Nutzungsformen verstärkt und eine attraktive Vielfalt an Kulturlandschaften geschaffen, für welche die Schweiz bekannt ist. Landschaften haben deshalb sowohl eine natürliche als auch eine kulturelle Dimension.

Die Landschaftskonvention des Europarates (Konvention von Florenz 2000), welche von der Schweiz unterzeichnet, aber bislang nicht ratifiziert worden ist und damit noch keine rechtliche Verbindlichkeit erreicht hat, unterstreicht die Bedeutung des von den Menschen als Landschaft wahrgenommenen Raumes. Die Ästhetik der Landschaft stellt dabei eine unter mehreren sinnlichen Wahrnehmungs- und Erlebnismöglichkeiten von Landschaft dar, die zudem von den sich stetig wandelnden Wertvorstellungen der verschiedenen gesellschaftlichen Gruppen beeinflusst werden. Trotzdem ist Landschaft nicht beliebig; auch hier finden allgemein anerkannte Grundsätze Anwendung, so etwa zu Ästhetik, Dimensionen, Materialisierung oder zur Kulturgeschichte und zum Naturraum – und zwar unabhängig von Raum, Zeit und gesellschaftlicher Stellung.

Landschaften sind Wirtschafts-, Lebens- und Erholungsraum für die Menschen sowie Lebensraum für Tiere und Pflanzen. Da eine Landschaft mehr als die Summe ihrer Einzelelemente ist, wird sie zum individuellen, charakteristischen räumlichen Ausdruck des naturgeschichtlichen wie auch des kulturellen Erbes. Die Eigenarten der einzelnen Landschaften erlauben es dem Menschen, sich in ihnen physisch wohlfühlen und sich geistig zu verorten, also eine «Heimat» zu finden.

Noch vor wenigen Jahrzehnten verfügte jede Landschaft in der Schweiz über regional-typische und vielfältige Landschaftselemente und spezifische Siedlungstypen. Doch diese charakteristischen Landschaftselemente drohen zu verschwinden. Die Ausdehnung des Siedlungsraums, der Bau eines dichten Infrastrukturnetzes, die Zersiedlung der Landschaft, die intensive Landnutzung und die Aufgabe von Grenzertragsflächen haben zur Folge, dass sich die einzelnen Landschaften immer weniger voneinander unterscheiden.

Landschaften sind Ausdruck des gesellschaftlichen Wertewandels und entwickeln sich ständig weiter. Die grosse Herausforderung besteht darin, die Landschaftsentwicklung so zu beeinflussen, dass die Qualität der einzelnen Landschaften erhalten bleibt und damit auch die Ansprüche der Menschen an diese befriedigt werden können. Die Landschaft kann und soll dabei nicht «eingefroren» werden. In Einzelfällen kann sich allerdings eine Erhaltung des Ist-Zustands als wünschbar erweisen. Dies gilt beispielsweise für bestimmte, anthropogen geprägte Waldtypen wie Mittelwälder oder kulturhistorisch bedeutsame Landschaftselemente, die irreversibel zu verschwinden drohen – und mit ihnen wichtige kulturelle Werte und Wissen im Umgang mit sensiblen Räumen.

Beitragende Sektoren

Die landschaftliche Entwicklung wird – abgesehen vom hier nicht betrachteten allgegenwärtigen landschaftsrelevanten Handeln und Verhalten der Individuen und der Wirtschaft – durch alle raumrelevant tätigen Sektoralpolitiken bestimmt. Für den Bereich der Bundesaufgaben wurden diese Sektoralpolitiken im Landschaftskonzept Schweiz (LKS) aufgezeigt (BUWAL et al. 1998). Ihre landschaftliche Relevanz liegt primär in der linearen oder gar punktuellen Dimension. Im LKS wurden für die Sektoralpolitiken in einem partnerschaftlichen Ansatz landschaftspolitische Ziele und Massnahmen formuliert, aber nicht räumlich festgelegt.

Die Landschaftsdefinition des Bundes

Landschaften bilden die gelebte und erlebte räumliche Umwelt des Menschen, welche ihm als Individuum sowie der Gesellschaft die Erfüllung physischer und psychischer Bedürfnisse ermöglicht. Landschaften haben dabei vielfältige Bedeutungen. 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 sind dynamische Wirkungsgefüge und entwickeln sich aufgrund natürlicher Faktoren wie Gesteine, Boden, Wasser, Luft, Licht, Fauna und Flora im Zusammenspiel mit der menschlichen Nutzung und Gestaltung.

Über diese in der Zuständigkeit des Bundes liegenden Bereiche hinaus haben vor allem die flächenwirksamen oder flächensteuernden Politikbereiche landschaftliche Auswirkungen: neben der zentralen Bedeutung der Landwirtschaft insbesondere die Waldwirtschaft, die Energiewirtschaft sowie die Siedlungsentwicklung und die Raumentwicklungspolitik. Diese Bereiche liegen weitestgehend (und mit Ausnahme allfälliger Subventionstatbestände) in der Zuständigkeit der Kantone oder sind – vor allem in Bezug auf die Nutzung – kaum reguliert und der privaten Initiative überlassen.

Flächenwirksame oder flächensteuernde Politikbereiche haben landschaftliche Auswirkungen

Rolle der Landwirtschaft

Über ein Drittel der Schweiz wird land- und alpwirtschaftlich genutzt. Ein weiteres Drittel ist Wald, den Rest teilen sich Siedlungs- und Verkehrsflächen (6,8 %) sowie sogenannt unproduktives Areal (v.a. Seen, Flüsse, Fels, Geröll, Gletscher, ungenutzte Vegetation). Die Landwirtschaft trägt somit eine grosse Verantwortung für die Qualität der Schweizer Kulturlandschaften. Diese Verantwortung wird von der Bundesverfassung in Artikel 104 Absatz 1 als Teil des multifunktionalen Leistungsauftrags an die Landwirtschaft ausdrücklich anerkannt.

Landwirtschaft bestimmt massgeblich die Qualität der Schweizer Kulturlandschaften

Entwicklungen auf globaler Ebene, in der Gesellschaft, in der Landwirtschaftspolitik und in der Landwirtschaft verändern die Landschaft und die landschaftliche Vielfalt. Im Zuge der Intensivierung und Mechanisierung der Landwirtschaft seit den 1950er-Jahren wurde der Wandel der Kulturlandschaft beschleunigt: Naturnahe Nutzungen wurden durch intensive Bewirtschaftungsformen abgelöst, naturnahe Landschaftselemente wurden vielerorts beseitigt, Bäche eingedolt, Parzellen arrondiert und vergrössert, das Netz an Erschliessungsstrassen verdichtet und verbessert, zahlreiche Wohn- und Ökonomiegebäude ausserhalb des Siedlungsraums neu erstellt oder vergrössert. Ein verändertes Bewusstsein und neue agrarpolitische Instrumente haben inzwischen dazu geführt, dass noch vorhandene Natur- und Kulturwerte erhalten und neue ökologische Ausgleichsflächen angelegt und räumlich mit den Erfordernissen der modernen Produktionsweise in Einklang gebracht werden können. Vor allem mit der finanziellen Abgeltung von ökologischen Ausgleichsflächen wurde in der Schweiz in den 1990er-Jahren die Möglichkeit geschaffen, traditionelle Landschaftselemente landesweit zu erhalten und neue Landschaftselemente wie zum Beispiel Buntbrachen anzulegen.

1.2.1 Allgemeines Umweltziel

Die vielfältigen Natur- und Kulturlandschaften mit ihren spezifischen regionalen Eigenarten und ihrer Bedeutung für Biodiversität, Erholung, Identität, Tourismus und Standortattraktivität erhalten, fördern, weiterentwickeln und vor Zersiedlung schützen.

Herleitung

Die Bundesverfassung verlangt vom Bund, dass er bei der Erfüllung seiner Aufgaben die Landschaft schont (Art. 78). Das Natur- und Heimatschutzgesetz (NHG) präzisiert, dass der Bund in seinen Politiken sowie in Erfüllung seiner Aufgaben auf Projekt- und Programmebene die Wahrung des «heimatlichen Landschafts- und Ortsbildes» unter Einschluss weiterer Landschaftselemente wie geschichtliche Stätten oder Natur- und Kulturdenkmäler sicherzustellen hat (Art. 1). Es handelt sich demnach rechtlich um mehr oder weniger stark konkretisierungsbedürftige unbestimmte Rechtsbegriffe, zu deren Umsetzung die zuständigen Behörden des Bundes (sowie der Kantone, soweit sie Bundesaufgaben vollziehen) jedoch verpflichtet sind. Im Perimeter von Inventarobjekten von nationaler Bedeutung – einschliesslich der bereits auf Verfassungsebene stehenden Moorlandschaften (Art. 78 Abs. 5) – gelten schutzzielspezifische Anforderungen. Für die neuen Pärke wird der angestrebte Zustand in einer Charta festgelegt, welche als Grundlage für die Erteilung des Parklabels durch den Bund dient. In der Natur- und Heimatschutzverordnung (Art. 15) wird der ökologische Ausgleich als Instrument zur Bereicherung des Landschaftsbildes bezeichnet.

Analog zu den programmatischen Bestimmungen des Zweckartikels des Natur- und Heimatschutzgesetzes (NHG) finden sich auch im Zweckartikel des Raumplanungsgesetzes (RPG) sowie in den ebenfalls programmatisch ausgerichteten Planungsgrundsätzen (Art. 3) Verweise auf den Schutz der Landschaft – allerdings (mit Ausnahme der Infrastrukturen) ohne konkrete inhaltliche oder räumliche Zielvorgaben. Immerhin lassen sich insbesondere aus den Planungsgrundsätzen inhaltliche Hinweise auf den Umfang des Landschaftsverständnisses ableiten; eine eigentliche Landschaftsdefinition kennt das Bundesrecht jedoch nicht.

Grosse Bedeutung kommt angesichts dieser rechtlichen Ausgangslage vertiefenden Instrumenten zu, so etwa dem Landschaftskonzept Schweiz (BUWAL et al. 1998), das ein vom Bundesrat beschlossenes Konzept im Sinne von Artikel 13 des Raumplanungsgesetzes (RPG) ist, dem Leitbild Landschaft 2020 des BAFU (BUWAL et al. 1998) und weiteren Grundlagen als Arbeitshilfe zur inhaltlichen Konkretisierung der behördlichen Aufgaben und ihres Ermessensspielraumes. In diesen modernen Instrumenten, die allerdings nicht den Rang eines Rechtssatzes haben, wird die auch von der Europäischen Landschaftskonvention zum Ausdruck gebrachte Erkenntnis deutlich,

dass Landschaft wesentlich auf der kulturellen und gesellschaftlichen Wahrnehmung basiert. Für den Umgang mit Landschaft wird damit ein partizipativer und regionalisierter Ansatz erforderlich. Dieser Umstand schliesst aber nicht aus, dass für Landschaften von nationaler Bedeutung inhaltliche Vorstellungen aus übergeordneter Warte erforderlich sind (Art. 5 ff. und 23 a–d NHG). Schliesslich ist der Bund für sein landschaftskonformes Handeln (Art. 2 und 3 NHG) auf allgemeingültige Grundsätze im Umgang mit Landschaft angewiesen.

Das Landschaftskonzept Schweiz (LKS), das der Bundesrat am 19. Dezember 1997 als verbindlich gutgeheissen hat, baut auf allgemeinen Zielen für Natur und Landschaft auf, und erklärt diese auf Bundesebene als verbindlich (BUWAL et al. 1998):

Naturwerte

Naturlandschaften	Naturlandschaften, natürliche Landschaftsformen und -elemente in ihrer Eigenart, Vielfalt und Schönheit erhalten.
Eigenentwicklung	Freiräume für die Eigenentwicklung und Dynamik der Natur zulassen.
Wasser und Leben	Wasser in der Landschaft aufwerten.
Biotope und Arten	Lebensräume für die Erhaltung der vielfältigen, heimischen Flora und Fauna sicherstellen, aufwerten und vernetzen.

Kulturwerte

Kulturlandschaften	Kulturlandschaften in ihrer Eigenart, Vielfalt und Schönheit schonend entwickeln und ihre Geschichte und Bedeutung ablesbar halten.
Wertvolle Kulturobjekte	Schöne und einmalige Kulturlandschaften und Siedlungen sowie kulturhistorisch bedeutungsvolle Stätten und Denkmäler in einem sinngebenden Umfeld erhalten.
Ausgleichsräume	Ruhige und vielfältige Ausgleichsräume erhalten und schaffen.
Verbundenheit	Die Verbundenheit mit Natur, Landschaft und Kulturgut stärken.

Haushälterische, aufwertende Nutzung

Standortverhältnisse	Nutzungen auf die natürlichen Standortverhältnisse ausrichten, die Regenerationsfähigkeit erneuerbarer Ressourcen ermöglichen.
Minimale Eingriffe	Eingriffe in die Landschaft minimieren; den Landschaftsverbrauch durch überlagernde Nutzungen vermindern.
Begrenzte Ressourcen	Nicht erneuerbare Ressourcen der Landschaft erhalten, Ersatzstoffe verwenden und unabdingbare Nutzungen haushälterisch vornehmen.
Nutzungen konzentrieren	Bauten, Infrastrukturen und andere Anlagen auf das notwendige Minimum beschränken, zusammenfassen und zusammenhängende Lebensräume schaffen.

Schonende, aufwertende Nutzung

Besonderheit eines Ortes	Bei Nutzungen und Eingriffen die Eigenart und Qualität des Ortes wahren und aufwerten.
Säume	Übergänge zwischen Nutzungen als naturnahe Lebensräume und zur Gestaltung der Landschaft erhalten und schaffen.
Vielfalt der Nutzungen	Vielfältige und abgestufte Nutzungen erhalten und schaffen.
Ökologische Aufwertung	Intensiv genutzte Landschaften, insbesondere Siedlungsgebiete, ökologisch aufwerten und lebenswert gestalten.

Das Leitbild Landschaft 2020 des BAFU (BUWAL 2003a, b) konkretisiert die allgemeinen Ziele des Landschaftskonzeptes in acht Handlungsfeldern mit Qualitäts- und ergänzenden Vorgehenszielen (Programmelemente), die inhaltlich konkret, aber nicht bestimmten Räumen zugeordnet sind. Aus diesem fachlich-strategisch ausgerichteten und instrumentell abgestützten Zielsystem lässt sich das allgemeine Umweltziel Landschaft ableiten.

Aktionsfeld 1: Landschaft und Landnutzung

Qualitätsziele	Die regional typischen Waldstrukturen sind erhalten oder ablesbar; die jeweiligen Funktionen sind dauernd gewährleistet.
	Das Auskommen in der Berglandwirtschaft basiert auf qualitativ hochstehenden Produkten, Leistungen im öffentlichen Interesse sowie flankierenden Betriebszweigen.
	Die Alpwirtschaft steht mit der ökologischen Tragfähigkeit und dem Charakter der Kulturlandschaft im Einklang.
	Die bewirtschafteten Wälder sind naturnah und ihre Ränder abgestuft.
	Alle Landwirtschaftsbetriebe erbringen den ökologischen Leistungsnachweis; ein massgeblicher Anteil der Betriebe ist biologisch bewirtschaftet.
	Landwirtschaftliche Vorrangflächen sind für die nachhaltige Nutzung in ihrer Ausdehnung und Qualität gesichert.
Vorgehensziele/Programmelemente	Nachhaltiges Landschaftsmanagement für Flur und Wald durch integrierte Landnutzungs politik anstreben.
	Auf der gesamten Waldfläche naturnahen Waldbau betreiben und Waldreservate fördern.
	Nachhaltiges Landschaftsmanagement in der Land- und Alpwirtschaft fördern.
	Ökologischen Ausgleich in der Landwirtschaft umsetzen.

Aktionsfeld 2: Landschaft und Raumordnungspolitik

Qualitätsziele	In kleineren und grösseren stadtnahen Gebieten wird die Natur ihrer eigenen dynamischen Entwicklung überlassen.
	Die Menschen finden in ihrer Wohnumgebung Oasen der Ruhe.
	Ökologische Ausgleichsräume in Siedlungen sind vielfältig und vernetzt.
	Zwischen den Siedlungen bestehen unbebaute Räume; die Siedlungsränder sind erkennbar.
	Die Siedlungsentwicklung konzentriert sich auf Schwerpunkte, erfolgt flächensparend und nach innen.
Vorgehensziele/Programmelemente	Die Zusammenarbeit in der Raumordnungspolitik verstärken.
	Aspekte von Natur und Landschaft in die neue Agglomerationspolitik des Bundes einbringen; insbesondere ein Freiraumkonzept erarbeiten.
	Ein Landschaftsmanagement für Freizeit, Sport und Tourismus erarbeiten.

Aktionsfeld 3: Landschaft und Gewässer

Qualitätsziele	Gewässer und ihre Uferbereiche sind natürlich oder naturnah gestaltet.
	Flüsse und Bäche verfügen über ausreichenden Raum.
	Gewässer weisen eine gute Wasserqualität auf, die heimischen Arten kommen entsprechend ihrem natürlichen Verbreitungsgebiet vor.
	Flüsse und Bäche führen ausreichend Wasser, ihr Abfluss und Geschiebehauhalt ist natürlich oder naturnah.
Vorgehensziele/Programmelemente	Den Fliessgewässern genügend Raum zur Verfügung stellen (vgl. Leitbild Fliessgewässer, S. 60, 3. Punkt).
	Die Anforderungen des Leitbildes Fliessgewässer an natürliche oder naturnahe Gewässerregimes umsetzen.
	Gewässer als Kernelemente vieler Kulturlandschaften thematisieren und wieder in Wert setzen.

**Aktionsfeld 4:
Arten und Lebensräume**

Qualitätsziele	Es bestehen genügend grossflächige Schutzgebiete, in denen die Natur Vorrang hat.
	Wo die Landnutzung aus wirtschaftlichen Gründen nicht mehr aufrechterhalten werden kann, kann der freien Entwicklung der Natur wieder Raum gegeben werden.
	Ökologische Ausgleichsflächen ergänzen und vernetzen Lebensräume und können als Pufferzonen für Schutzgebiete und als Auffangräume für Hochwasser dienen.
	Nicht ersetzbare Landschaftselemente und Lebensräume bleiben erhalten.
	Geschützte Biotope tragen zur Erhaltung der Vielfalt an Arten und Lebensräumen entscheidend bei; sie sind untereinander vernetzt.
	Waldreservate sichern in allen Regionen Waldgesellschaften und -formen, die eine besondere Bedeutung für die Vielfalt der Arten und Landschaften haben.
Vorgehensziele/Programmelemente	Zeugen der Erdgeschichte (Geotope) bewahren.
	Organisation und Prioritäten im Artenschutz durch ein Konzept festlegen.
	Nationalen und internationalen Biotopschutz fortführen.
	Natur- und Landschaftspärke fördern.
	Naturnahe Lebensräume in Siedlungsgebieten verbessern.
	Das Konzept «Nationales ökologisches Netzwerk REN» fertigstellen und umsetzen.
Durchlässigkeit der Verkehrsinfrastrukturen verbessern.	

**Aktionsfeld 5:
Landschaftsästhetik und Identität**

Qualitätsziele	Naturnahe und natürliche Gebiete ermöglichen Erholung und bieten Erfahrungen für alle Sinne.
	Bauten und Anlagen werden mit Respekt vor Natur und Landschaft gestaltet.
	Die Gestaltung der Siedlungen nimmt auf das Bedürfnis nach Erholung und Begegnung Rücksicht und lässt Freiräume.
	Unberührte Hochgebirgslandschaften bleiben unberührt.
	Die Landschaft ist grundsätzlich frei zugänglich.
	Die natürliche und kulturelle Eigenart und Vielfalt der Landschaft ist erkennbar; besondere Kulturlandschaften sind mit den darin heimischen Arten erhalten.
Vorgehensziele/Programmelemente	Grundlagen zur Landschaftsgestaltung und -aufwertung beispielsweise durch Qualitätsziele vertiefen sowie die Aus- und Weiterbildung verstärken.
	Bewusste Wahrnehmung von Natur und Landschaft verbessern.
	Den nachhaltigen Umgang mit den gebauten Elementen der Kulturlandschaft durch Anreize verstärken.
	Lebensqualität der Wohnumgebung fördern.

**Aktionsfeld 6:
Partizipation**

Qualitätsziele	Die Menschen fühlen sich in ihrer heimatlichen Landschaft wohl.
	Bewohnerinnen und Bewohner beteiligen sich verantwortungsbewusst an der Gestaltung ihres Lebensraumes.
	Der Mensch verändert Landschaft in einem Mass, mit dem Menschen, Tiere und Pflanzen in ihrer unterschiedlichen Anpassungsfähigkeit Schritt halten können.
Vorgehensziele/Programmelemente	Sensibilisierung und Information der Bevölkerung aufgrund eines Kommunikationskonzeptes verbessern.
	Partizipative Planungsinstrumente wie Landschaftsentwicklungskonzepte LEK und Agenda 21 sowie Kooperationen verstärken.

**Aktionsfeld 7:
Wirtschaftliche Instrumente und Ressourcenverbrauch**

Qualitätsziele	Der Einsatz öffentlicher Gelder trägt Natur und Landschaft Rechnung.
	Der Anteil versiegelten Bodens nimmt nicht zu.
	Standorte und Linienführung von Bauten und Anlagen sind im Einklang mit Natur und Landschaft gewählt, lineare Eingriffe gebündelt.
Vorgehensziele/Programmelemente	Die Kohärenz der öffentlichen Gelder hinsichtlich ihrer Raumwirksamkeit verbessern.
	Die Auswirkungen institutioneller Regime auf die Landschaft überprüfen.
	Handelbare Zertifikate und Kontingente als neue Instrumente im Bereich Natur und Landschaft prüfen und entwickeln.
	Labels für natur- und landschaftsverträgliche Produkte und Dienstleistungen fördern.
	Rohstoffe und Energie sowie weitere Ressourcen nachhaltig nutzen.
Internationale Verantwortung wahrnehmen.	

**Aktionsfeld 8:
Früherkennung und Forschung**

Qualitätsziele	Angewandte Forschung und der Transfer zwischen Forschung und Praxis werden zielgerichtet unterstützt.
	Das Verständnis für die Anliegen von Natur und Landschaft ist durch Aus- und Weiterbildung verbessert.
	Veränderungen in Natur und Landschaft werden frühzeitig erkannt sowie neue Lösungsansätze evaluiert.
	Die raumwirksamen Aufgaben, Massnahmen und Programme werden hinsichtlich ihrer Wirkung auf Natur und Landschaft überprüft.
Vorgehensziele/Programmelemente	Früherkennung etablieren, Monitoring und Erfolgskontrollen für die prioritären Aufgaben installieren.
	Angewandte Forschung unterstützen.
	Aus- und Weiterbildung von Fachbehörden und Spezialisten fördern.

Der Landschaftsschutz – nach dem Wortlaut von Verfassung und Gesetz «Natur- und Heimatschutz» – ist über die Erfüllung von Bundesaufgaben und den Arten-, Biotop-, Moor- und Moorlandschaftsschutz hinaus grundsätzlich Sache der Kantone (Art. 78 Bundesverfassung). Er ist für die Umsetzung direkt oder indirekt stark auf raumplanerische Instrumente angewiesen. Dazu gehören die Trennung von Bau- und Nichtbaugelände, der Umgang mit der Landschaft in der Richt- und Nutzungsplanung, die Konkretisierung von Schutzzonen und die Umsetzung der Ausnahmeregelungen zum Bauen ausserhalb der Bauzonen. Auf Bundesebene ist aber auch die Raumplanung lediglich in einem Rahmengesetz geregelt. Damit kann der Bund nicht konkret auf einen bestimmten Perimeter zugreifen und beispielsweise dessen räumliche Nutzung oder seine landschaftliche Gestaltung und Entwicklung definieren; selbst im Perimeter von Bundesinventaren beschreibt er lediglich die Schutzzinhalte und -ziele, nicht aber konkrete Gestaltungen oder Entwicklungen. Er ist somit auf eine enge Zusammenarbeit mit den Kantonen angewiesen. Bei der Umsetzung der programmatischen Bestimmungen im Natur- und Heimatschutzgesetz (NHG) und im Raumplanungsgesetz (RPG) kommt dementsprechend der Information und Sensibilisierung, der Aus- und Weiterbildung, der Bereitstellung von fachlichen Grundlagen, Arbeitshilfen, Empfehlungen sowie der konkreten Beratung der Kantone und der übrigen landschaftsrelevanten Akteure eine zentrale Bedeutung zu.

Rechtliche Grundlage

Bundesverfassung der Schweizerischen Eidgenossenschaft, SR 101 vom 18. April 1999

Art. 78 Natur- und Heimatschutz

- ¹ Für den Natur- und Heimatschutz sind die Kantone zuständig.
- ² Der Bund nimmt bei der Erfüllung seiner Aufgaben Rücksicht auf die Anliegen des Natur- und Heimatschutzes. Er schont Landschaften, Ortsbilder, geschichtliche Stätten sowie Natur- und Kulturdenkmäler; er erhält sie ungeschmälert, wenn das öffentliche Interesse es gebietet.
- ⁵ Moore und Moorlandschaften von besonderer Schönheit und gesamtschweizerischer Bedeutung sind geschützt. Es dürfen darin weder Anlagen gebaut noch Bodenveränderungen vorgenommen werden. Ausgenommen sind Einrichtungen, die dem Schutz oder der bisherigen landwirtschaftlichen Nutzung der Moore und Moorlandschaften dienen.

Bundesgesetz vom 1. Juli 1966 über den Natur- und Heimatschutz (NHG), SR 451

Art. 1 Zweck

Dieses Gesetz hat zum Zweck, im Rahmen der Zuständigkeit des Bundes nach Artikel 78 Absätze 2–5 der Bundesverfassung:

- a. das heimatliche Landschafts- und Ortsbild, die geschichtlichen Stätten sowie die Natur- und Kulturdenkmäler des Landes zu schonen, zu schützen sowie ihre Erhaltung und Pflege zu fördern;

Art. 3 Pflichten von Bund und Kantonen

- ¹ Der Bund, seine Anstalten und Betriebe sowie die Kantone sorgen bei der Erfüllung der Bundesaufgaben dafür, dass das heimatliche Landschafts- und Ortsbild, geschichtliche Stätten sowie Natur- und Kulturdenkmäler geschont werden und, wo das allgemeine Interesse an ihnen überwiegt, ungeschmälert erhalten bleiben.
- ² Sie erfüllen diese Pflicht, indem sie
- a. eigene Bauten und Anlagen entsprechend gestalten und unterhalten oder gänzlich auf ihre Errichtung verzichten (Art. 2 Bst. a);
- b. Konzessionen und Bewilligungen nur unter Bedingungen oder Auflagen erteilen oder aber verweigern (Art. 2 Bst. b);
- c. Beiträge nur bedingt gewähren oder ablehnen (Art. 2 Bst. c).

- ³ Diese Pflicht gilt unabhängig von der Bedeutung des Objektes im Sinne von Artikel 4. Eine Massnahme darf nicht weitergehen, als es der Schutz des Objektes und seiner Umgebung erfordert.

Art. 5 Inventare des Bundes von Objekten mit nationaler Bedeutung

- ¹ Der Bundesrat erstellt nach Anhören der Kantone Inventare von Objekten von nationaler Bedeutung.

Art. 6 Bedeutung des Inventars

- ¹ Durch die Aufnahme eines Objektes von nationaler Bedeutung in ein Inventar des Bundes wird dargetan, dass es in besonderem Masse die ungeschmälerte Erhaltung, jedenfalls aber unter Einbezug von angemessenen Wiederherstellungs- und Ersatzmassnahmen die grösstmögliche Schonung verdient.
- ² Ein Abweichen von der ungeschmälerten Erhaltung im Sinne der Inventare darf bei Erfüllung einer Bundesaufgabe nur in Erwägung gezogen werden, wenn ihr bestimmte gleich- oder höherwertige Interessen von ebenfalls nationaler Bedeutung entgegenstehen.

Art. 23a–d Moorlandschaften von besonderer Schönheit und von nationaler Bedeutung

Grundsatz, Begriff, Abgrenzung und Schutz der Moore, insbesondere die Erhaltung der natürlichen und kulturellen Eigenheiten, welche die besondere Schönheit und die nationale Bedeutung begründen. Dafür sind spezifische Schutz- und Unterhaltsmassnahmen zu bezeichnen.

Art. 23d Gestaltung und Nutzung der Moorlandschaften

- ¹ Die Gestaltung und die Nutzung der Moorlandschaften sind zulässig, soweit sie der Erhaltung der für die Moorlandschaften typischen Eigenheiten nicht widersprechen.
- ² Unter der Voraussetzung von Absatz 1 sind insbesondere zulässig:
- a. die land- und forstwirtschaftliche Nutzung;
- b. der Unterhalt und die Erneuerung rechtmässig erstellter Bauten und Anlagen;
- c. Massnahmen zum Schutz von Menschen vor Naturereignissen;
- d. die für die Anwendung der Buchstaben a–c notwendigen Infrastrukturanlagen.

**Verordnung vom 16. Januar 1991
über den Natur- und Heimatschutz (NHV), SR 451.1**

Art. 15 Ökologischer Ausgleich

¹ Der ökologische Ausgleich (Art. 18b Abs. 2 NHG) bezweckt insbesondere, isolierte Biotope miteinander zu verbinden, nötigenfalls auch durch die Neuschaffung von Biotopen, die Artenvielfalt zu fördern, eine möglichst naturnahe und schonende Bodennutzung zu erreichen, Natur in den Siedlungsraum einzubinden und das Landschaftsbild zu beleben.

**Bundesgesetz über die Raumplanung vom 22. Juni 1979
(RPG), SR 700**

Art. 1 Ziele

- ¹ Bund, Kantone und Gemeinden sorgen dafür, dass der Boden haushälterisch genutzt wird. Sie stimmen ihre raumwirksamen Tätigkeiten aufeinander ab und verwirklichen eine auf die erwünschte Entwicklung des Landes ausgerichtete Ordnung der Besiedlung. Sie achten dabei auf die natürlichen Gegebenheiten sowie auf die Bedürfnisse von Bevölkerung und Wirtschaft.
- ² Sie unterstützen mit Massnahmen der Raumplanung insbesondere die Bestrebungen,
- a. die natürlichen Lebensgrundlagen wie Boden, Luft, Wasser, Wald und die Landschaft zu schützen;

Art. 3 Planungsgrundsätze

- ¹ Die mit Planungsaufgaben betrauten Behörden achten auf die nachstehenden Grundsätze:
- ² Die Landschaft ist zu schonen. Insbesondere sollen
- a. ... der Landwirtschaft genügende Flächen geeigneten Kulturlandes erhalten bleiben;
 - b. Siedlungen, Bauten und Anlagen sich in die Landschaft einordnen;
 - c. See- und Flussufer freigehalten und öffentlicher Zugang und Begehung erleichtert werden;
 - d. naturnahe Landschaften und Erholungsräume erhalten bleiben;

Landschaftskonzept Schweiz (LKS)

Der Bundesrat hat die Ziele (Allgemeine Ziele Natur und Landschaft sowie Sachziele) am 19. Dezember 1997 als verbindlich gutgeheissen und die Bundesstellen mit deren Umsetzung beauftragt.

Es umfasst:

Allgemeine Ziele Natur und Landschaft

Auftrag des Bundesrates an die 13 landschaftsrelevanten tätigen Bundesstellen, darunter die Landwirtschaft, die Allgemeinen Ziele Natur und Landschaft bei ihren Tätigkeiten zu berücksichtigen.

Sachziele

Auftrag des Bundesrates an diese Bundesstellen, die zwischen ihnen und dem damaligen BUWAL vereinbarten Sachziele im Rahmen ihrer Tätigkeiten zu berücksichtigen.

**Sachziele Natur-, Landschafts- und Heimatschutz
(Verbundaufgabe Bund-Kantone)**

Der Aufgabenbereich des Natur-, Landschafts- und Heimatschutzes beim Bund ist sowohl Sektoralpolitik als auch Querschnittsaufgabe. Er umfasst den Arten- und Biotopschutz, die Erarbeitung von Grundlagen, das Erstellen der Inventare von Objekten nationaler Bedeutung, die Beurteilung von Projekten und Planungen sowie die Beratung der Partnerämter bei Bundesaufgaben, die Unterstützung der Kantone bei der Erfüllung ihrer Aufgaben, den gezielten Einsatz von Förderungsinstrumenten und die Öffentlichkeitsarbeit. In diesem Politikbereich werden die Ziele des Natur-, Landschafts- und Heimatschutzes als Sektoralpolitik des Bundesamtes für Umwelt, Wald und Landschaft (BUWAL) und des Bundesamtes für Kultur (BAK) dargestellt. Bei Zielen, welche einen Bezug zu Querschnittsaufgaben haben, ist das BUWAL bzw. BAK gemeinsam mit den zuständigen Bundesstellen für deren Umsetzung verantwortlich. Ziele aus anderen Umweltschutzbereichen sind, soweit sie einen Bezug zu Natur-, Landschafts- und Heimatschutz haben, ebenfalls berücksichtigt.

Verbindlichkeit

Die zuständigen Bundesstellen berücksichtigen die Sachziele bei ihren Tätigkeiten.

Massnahmen

Ergänzend zu den sektoralen Sachzielen wurden mit den Bundesstellen spezifische Massnahmen vereinbart, ihre Umsetzung zeitlich festgelegt und ein Controlling eingerichtet.

Messung der Zielerreichung

Das Projekt Landschaft unter Druck, die Arealstatistik, die Raumbewachung und – räumlich begrenzt – die Erfolgskontrolle Moorlandschaften liefern wertvolle quantitative Daten zur Veränderung einzelner Aspekte der Landschaftsqualität. Im Zuge der Arbeiten zum Leitbild Landschaft 2020 (1999–2003) wurde zudem in Zusammenarbeit mit den Kantonen und der Wissenschaft ein Kriterien- und Indikatorenset zur Überwachung einer umfassenden nachhaltigen Landschaftsentwicklung erarbeitet. Dieses Set fand teilweise Eingang in das Indikatorenset, welches im Rahmen des Netzwerks Umweltbeobachtung Schweiz (NUS) unter Mitwirkung der Kantone zusammengestellt wurde.

Im Rahmen einer Forschungszusammenarbeit zwischen dem BAFU und der Eidgenössischen Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft (WSL) wurden sowohl die NUS-Indikatoren als auch die Indikatoren für das Leitbild Landschaft 2020 in Hinblick auf eine Operationalisierung und Parametrisierung überprüft, präzisiert und komplettiert. Darauf basierend wurde Ende 2007 ein Landschaftsmonitoringprogramm mit dem Titel «Monitoring der Landschaftsqualität in der Schweiz» als Teil des NUS gestartet. Basis für die Operationalisierung der Indikatoren bilden alle bisherigen (oben erwähnten) landschaftsrelevanten Datenerhebungen; es werden aber auch neue Erhebungen notwendig sein. Für eine erste Überprüfung könnten bezüglich des allgemeinen Umweltziels folgende Messgrößen herangezogen werden (Auszug aus dem Monitoringprogramm):

- > Maschenweite der Landschaftszerschneidung
- > Versiegelungsgrad und Zersiedlungsgrad
- > Qualität des Wohnumfeldes
- > Erreichbarkeit von Erholungsgebieten
- > Vielfalt und Qualität der Landschaftstypen

**Monitoring der
Landschaftsqualität
in der Schweiz**

Stand der Zielerreichung

Das Projekt Landschaft unter Druck weist mit der Darstellung der Veränderung einzelner charakteristischer Landschaftselemente auf die Tatsache hin, dass sich die Landschaft erheblich verändert und dass naturnahe Kulturlandschaften unter Druck bleiben (Tab. 1; ARE und BAFU 2007). Das Wachstum der Siedlungen, der Ausbau der Infrastrukturen sowie der Wandel in der Land- und Waldwirtschaft wirken sich auf den Raum aus. Einen erheblichen Landschaftswandel dokumentiert auch die Arealstatistik des Bundesamts für Statistik (BFS 2005). Die Daten der Erfolgskontrolle Moorschutz Schweiz zeigen zudem, dass in den Moorlandschaften nach wie vor Gebäude, Strassen und Wege erstellt werden, die den Schutzziele widersprechen (Klaus 2007).

Die Zerschneidung der Landschaft hat in der gesamten Schweiz zugenommen: Die effektive Maschenweite, die ein Mass für die Grösse der verbleibenden «Maschen» im Netz der grossen Verkehrslinien und Siedlungsflächen ist, hat in der Schweiz seit 1885 von 580 Quadratkilometern auf 176 Quadratkilometer um 70 % abgenommen (Jaeger et al. 2007). Bereits im Zuge der Arbeiten zum Landschaftskonzept Schweiz und zum Leitbild Landschaft 2020 wurde festgestellt, dass viele Ziele noch ungenügend erreicht werden. Die Zielerreichung wird Anfang 2009 aufgrund erster Resultate aus dem umfassenden Landschaftsmonitoringprogramm vertieft überprüft.

Grosse Landschaftsveränderungen

Tab. 1 > Jährliche Landschaftsveränderungen in der Schweiz

Beobachtungsperioden	1972–1983	1978–1989	1984–1995	1989–2003	Bewertung aus Sicht Landschaft
Gebäude ausserhalb Bauzone (Anzahl)	+ 3 000	+ 3 700	+ 2 600	*	⊖
Anlagen (Reservoir, ARA, Antennen; Anzahl)	+ 206	+ 172	+ 244	+ 413	⊖
Lokalstrassen / Wege ** (km)	+ 2 505	+ 1 726	+ 1 385	+ 1 841	⊖
Obstbäume *** (Anzahl)	– 54 780	– 39 770	– 99 671	– 66 695	⊖
Bachläufe eingedeckt (km)	+ 86	+ 92	+ 85	+ 119	⊖
Einzelbäume *** (Anzahl)	+ 730	+ 6 240	+ 11 418	+ 9 637	⊕
Hecken *** (km)	+ 33	+ 55	+ 156	+ 62	⊕
Bachläufe, neu offen (km)	+ 9	+ 20	+ 85	+ 153	⊕
Waldflächen *** (ha)	+ 1 700	+ 750	+ 1 960	+ 1 339	⊕
Gebüsch *** (ha)	+ 156	+ 75	+ 159	+ 574	⊖

* Wegen zum Analysezeitpunkt noch fehlender Grundlagendaten konnte diese Teilauswertung nicht vorgenommen werden.

Aus anderen, noch unveröffentlichten Analysen geht hervor, dass von keiner Trendumkehr auszugehen ist.

** Summe von 1.- und 2.-Kl.-Strassen neu, 1./2.-Kl.-Strassen aus 3.-Kl.-Strassen, neue 3.-Kl.-Strassen, 3.-Kl.-Strassen aus 4./5.-Kl.-Wegen und neue 4./5.-Kl.-Wege.

*** Differenz = Zugänge (neue) minus Abgänge (gelöschte).

Quelle: Landschaft unter Druck 2007 (ergänzt)

1.2.2 Umweltziel Landwirtschaft

Erhalt, Förderung und Weiterentwicklung vielfältiger Kulturlandschaften mit ihren spezifischen regionalen Eigenarten und ihrer Bedeutung für Biodiversität, Erholung, Identität, Tourismus und Standortattraktivität über

1. Offenhaltung durch angepasste Bewirtschaftung;
2. Vielfalt der nachhaltig genutzten und erlebbaren Kulturlandschaften;
3. Erhaltung, Förderung und Weiterentwicklung ihrer regionsspezifischen, charakteristischen, natürlichen, naturnahen und baulichen Elemente.

Herleitung

Laut Bundesverfassung muss der Bund dafür sorgen, dass die Landwirtschaft einen wesentlichen Beitrag zur Pflege der Kulturlandschaft leistet (Art. 104). Das Umweltziel Landwirtschaft leitet sich zudem wie das allgemeine Umweltziel ab aus dem Natur- und Heimatschutzgesetz (NHG), dem Landwirtschaftsgesetz (LwG) sowie den Grundsätzen der Raumplanung und ihren Instrumenten zum haushälterischen Umgang mit dem Boden und zur Sicherung der Ernährungsbasis, die gleichzeitig auch die Erhaltung offener Landschaftsräume im intensiv genutzten Talgebiet bewirken.

Ziel 1: Das Landwirtschaftsgesetz verlangt die Erhaltung der natürlichen Lebensgrundlagen und die Pflege der Kulturlandschaft (Art. 1). Für die Offenhaltung der Landschaft in den Berggebieten (Schutz vor Einwaldung) entrichtet der Bund Beiträge (Art. 75, 77 LwG). In den intensiv genutzten Talgebieten verlangt das Raumplanungsgesetz (RPG) die haushälterische Nutzung des Bodens (Art. 1) und die Erhaltung von genügend Flächen geeigneten Kulturlandes (Art. 3).

Ziel 2 und 3: Es gilt die gleiche Herleitung wie für das allgemeine Umweltziel.

Die Konkretisierung dieser gesetzlichen Aufträge erfolgt mit den vom Bundesrat genehmigten allgemeinen und sektoriellen Zielen des Landschaftskonzeptes Schweiz. Weil der Bund aufgrund seiner beschränkten verfassungsrechtlichen Zuständigkeit im Bereich Landschaft keine räumlich konkretisierten Vorgaben machen kann, muss er sich auf eine programmatische, auf wenige Punkte beschränkte Konkretisierung des allgemein gehaltenen Umweltziels beschränken. Präzisere Vorstellungen ergeben sich aus den Schutzzinhalten und -zielen in Zusammenhang mit spezifischen Landschaftstypen in Landschaften von nationaler Bedeutung (Pärke, BLN-Objekte, Moorlandschaften; inhaltliche Beispiele: Wytweiden, Wässermatten, Terrassenlandschaften).

Weiter gehende Kriterien, Leitgedanken und Strategien zur Landschaftsentwicklung kann der Bund nur in Zusammenarbeit mit den Kantonen entwickeln und diesen in Form von Arbeitshilfen und Leitlinien für eine gezielte Landschaftsentwicklung in den Regionen zur Verfügung stellen. Auf diesen politisch und inhaltlich breit abzustützensden Prozess kann deshalb hier nur als Vorgehensziel Bezug genommen werden. Die Ziele für die Landwirtschaft lassen sich folgendermassen präzisieren:

- > Die Kulturlandschaft bleibt grundsätzlich durch eine standortangepasste Bewirtschaftung offen Veränderungen der landwirtschaftlichen Nutzfläche sowie des Sömmerungsgebietes erfolgen moderat und gehen nicht zulasten der kulturlandschaftlichen (oder biologischen) Vielfalt. **Ziel 1**

- > Die land- und alpwirtschaftlich genutzte Kulturlandschaft ist vielfältig, zugänglich und erlebbar. **Ziel 2**

- > Regional charakteristische Landschaftstypen und ihre typischen Landschaftselemente bleiben durch eine nachhaltige Bewirtschaftung erhalten und werden mit geeigneten Instrumenten weiterentwickelt. Die Zielsetzung erfolgt über Beteiligungsverfahren in den Regionen, unter Einbezug interessierter Kreise. Bund und Kanton legen Rahmenbedingungen fest, welche unter anderem eine nachhaltige und schutzzielkonforme Entwicklung von Landschaften von nationaler Bedeutung gewährleisten. Bauten und Anlagen für die Landwirtschaft sowie die landwirtschaftliche Bewirtschaftung tragen in gleicher Weise den agrarpolitischen Rahmenbedingungen und dem spezifischen Landschaftscharakter einschliesslich des Ortsbild- und Siedlungscharakters Rechnung und schonen die wertvollen natürlichen und gebauten Landschaftselemente. **Ziel 3**

Rechtliche Grundlagen

Zusätzlich zu den rechtlichen Grundlagen für das allgemeine Umweltziel sind folgende rechtlichen Grundlagen von Bedeutung.

Bundesverfassung der Schweizerischen Eidgenossenschaft, SR 101 vom 18. April 1999

Art. 104 Landwirtschaft

- ¹ Der Bund sorgt dafür, dass die Landwirtschaft durch eine nachhaltige und auf den Markt ausgerichtete Produktion einen wesentlichen Beitrag leistet zur:
- b. Erhaltung der natürlichen Lebensgrundlagen und zur Pflege der Kulturlandschaft;

Bundesgesetz vom 29. April 1998 über die Landwirtschaft (Landwirtschaftsgesetz, LWG), SR 910.1

Art. 1 Zweck

- Der Bund sorgt dafür, dass die Landwirtschaft durch eine nachhaltige und auf den Markt ausgerichtete Produktion einen wesentlichen Beitrag leistet zur:
- b. Erhaltung der natürlichen Lebensgrundlagen;
 - c. Pflege der Kulturlandschaft;

Art. 75 Hangbeiträge

- ¹ Der Bund richtet zur Förderung und Erhaltung der Landwirtschaft in Lagen mit erschwerenden Produktionsbedingungen sowie für den Schutz und die Pflege der Kulturlandschaft Beiträge für landwirtschaftliche Nutzflächen in Hanglagen aus.

Art. 77 Sömmerungsbeiträge

- ¹ Der Bund richtet für den Schutz und die Pflege der Kulturlandschaft Bewirtschaftern und Bewirtschaftenden von Sömmerungsbetrieben und Sömmerungsweiden Beiträge aus. Er bemisst die Beiträge so, dass sich der Schutz und die Pflege der Kulturlandschaft wirtschaftlich lohnen. Er berücksichtigt dabei die am Markt erzielbaren Mehrerlöse.

Landschaftskonzept Schweiz (LKS)

Der Bundesrat hat die Ziele (Allgemeine Ziele Natur und Landschaft sowie Sachziele) am 19. Dezember 1997 als verbindlich gutgeheissen und die Bundesstellen mit deren Umsetzung beauftragt.

Es umfasst:

Sachziele Landwirtschaft

Für die Umsetzung der Bundespolitik im Bereich Landwirtschaft ist das Bundesamt für Landwirtschaft (BLW) verantwortlich. Das BLW hat gemäss Art. 79 des Landwirtschaftsgesetzes (LwG) sowie Art. 2c und 3 des Bundesgesetzes über den Natur- und Heimatschutz (NHG) die Pflicht, bei seinen Subventionsentscheiden die Aspekte des Natur-, Landschafts- und Heimatschutzes zu berücksichtigen. Die Landwirtschaft pflegt und nutzt weite Teile der Landschaft und hat dadurch eine wichtige Funktion bei der Gestaltung der Kulturlandschaft. Die Bundespolitik fördert eine natur- und landschaftsverträgliche Landwirtschaft.

Massnahmen

Ergänzend zu den sektoralen Sachzielen wurden mit den Bundesstellen spezifische Massnahmen vereinbart, ihre Umsetzung zeitlich festgelegt und ein Controlling eingerichtet.

Messung der Zielerreichung

Die Zielerreichung kann aufgrund allgemeiner Landnutzungsparameter mit Bezug zur Landwirtschaft gemessen werden (Auszug aus der Liste der Parameter des Netzwerks Umweltbeobachtung Schweiz NUS: siehe allgemeines Umweltziel Landschaft). Für die drei Zielbereiche kommen die folgenden vier Schlüsselindikatoren infrage:

- > Veränderungen der Landwirtschaftsfläche und des Sömmerungsgebietes;
- > Vielfalt ökologisch wertvoller Landschaftselemente (Landschaft unter Druck) und die Erschliessung mit Fuss- und Wanderwegen;
- > Besondere regionaltypische Bewirtschaftungsformen;
- > Zerschneidungs- und Zersiedlungsgrad der Landschaft.

Stand der Zielerreichung

Bisher gab es keine systematisch aufgebauten landschaftsspezifischen Ziele für die Landwirtschaft und daher auch kein eigentliches Landschaftsmonitoring. Gewisse landschaftliche Veränderungen können jedoch aus der Entwicklung der ökologischen Ausgleichsflächen und ihrer Wirkung abgelesen werden. Ökologische Ausgleichsflächen dienen nämlich nicht nur der Biodiversität, sie stellen gleichzeitig auch naturnahe Landschaftselemente dar und prägen je nach Typ und Ausmass mehr oder weniger stark das Landschaftsbild. Beispiele solcher landschaftsrelevanten Öko-Ausgleichsflächentypen sind – je nach Gegend – Hecken, extensiv genutzte Wiesen, Weiden und Streueflächen (prägend in Moorlandschaften), Hochstamm-Feldobstbäume (regional gar typlandschaftsbildend, etwa im Fricktal, im Thurgau oder im Zugerland). Die qualitative und quantitative Entwicklung der ökologischen Ausgleichsflächen wird in Kapitel 1.1 (Biodiversität) aufgezeigt.

Weitere landwirtschaftsbezogene Daten zur Landschaft ergeben sich aus der Arealstatistik, aus Zahlen zu Gebäude- und Infrastrukturentwicklung sowie aus dem Projekt «Landschaft unter Druck», das allerdings nach Landschaftselementen gegliedert ist, was nur sehr beschränkt Aussagen zur Landwirtschaft zulässt.

Literatur

ARE (Bundesamt für Raumentwicklung), BAFU (Bundesamt für Umwelt) (Hrsg.) 2007: Landschaft unter Druck. 3. Fortschreibung 1989–2003, Bern: 44 S.
<http://www.are.admin.ch/themen/raumplanung/00246/00451/02327/index.html?lang=de>

BFS (Bundesamt für Statistik) (Hrsg.) 2005: Arealstatistik Schweiz: Zahlen – Fakten – Analysen. Neuenburg: 99 S.

BUWAL (Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft) et al. 1998: Landschaftskonzept Schweiz, Teil 1 Konzept; Teil 2 Bericht. Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft / Bundesamt für Raumplanung (Hrsg). In Reihe: Konzepte und Sachpläne (Art. 13 RPG), BRP, Bern: 175 S.

BUWAL (Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft) 2003a: Landschaft 2020 – Erläuterungen und Programm, Synthese zum Leitbild des BUWAL für Natur und Landschaft, Bern.

BUWAL (Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft) 2003b: Landschaft 2020 – Leitbild des BUWAL für Natur und Landschaft: 25 S.

Jaeger J., Bertiller R., Schwick C. 2007: Landschaftszerschneidung Schweiz: Kurzfassung. Bundesamt für Statistik (Hrsg), Neuenburg: 38 S.

Klaus G. (Red.) 2007: Zustand und Entwicklung der Moore in der Schweiz. Ergebnisse der Erfolgskontrolle Moorschutz. Umwelt-Zustand Nr. 0730, Bundesamt für Umwelt, Bern: 97 S.

Ökologische Ausgleichsflächen als Landschaftselemente

1.3

Gewässerraum



Fliessgewässer benötigen einen angemessenen Raum und eine standortgerechte Ufervegetation, um ihre ökologischen Funktionen im Naturhaushalt erfüllen zu können.

Einführung

Die Schweiz gilt bekanntlich als das Wasserschloss Europas. Die grossen Regenmengen und die Schmelzwässer verlassen das Land über ein dichtes Netz aus Bächen und Flüssen. Diese Lebensadern der Natur prägen das Landschaftsbild der Schweiz. Naturnahe Fliessgewässer, denen genügend Raum zugestanden wird, erfüllen zahlreiche ökologische Funktionen: Sie sind Lebensraum für Tiere und Pflanzen, natürliche Vernetzungselemente sowie Erholungsräume für die Menschen. Zudem erneuern sie die Grundwasserreserven und können das Hochwasserrisiko durch natürlichen Rückhalt vermindern.

Viele Fliessgewässer wurden zur Gewinnung von Siedlungsflächen und Kulturland eingeengt. Auch frühere Wasserbauprojekte haben zu dieser Entwicklung beigetragen. Heute wird die Bedeutung der Fliessgewässer im Natur- und Landschaftshaushalt allgemein anerkannt: Durch die Bereitstellung eines angemessenen Raumes und die Schaffung einer standortgerechten Ufervegetation kann die ökologische Funktionsfähigkeit der Gewässer erhalten oder wiederhergestellt werden, und gleichzeitig lässt sich die Hochwassersicherheit verbessern. Die erhöhte Strukturvielfalt wirkt sich positiv auf die Biodiversität und das Landschaftsbild aus. Die Sicherung eines angemessenen Gewässerraums ist auch angesichts des Klimawandels von Bedeutung. Prognosen gehen davon aus, dass in Zukunft im Mittelland im Winter in kleineren und mittleren Einzugsgebieten mit häufigeren und stärkeren Hochwassern gerechnet werden muss (OcCC / ProClim 2007).

Fehlender Gewässerraum

Beitragende Sektoren

Der Gewässerraum wurde im 19. und 20. Jahrhundert durch verschiedene Eingriffe zum Teil stark eingeengt. Im Siedlungsgebiet verfügt ein Grossteil der Fliessgewässer über zu wenig Gewässerraum, weil dieser für die Siedlungsentwicklung beansprucht wurde. Die meisten Gewässer im Siedlungsraum wurden zum Schutz vor Hochwassern zudem hart verbaut. Der Bau von Industrie-, Gewerbe- und Infrastrukturanlagen hat den Gewässerraum ebenfalls verkleinert. Im Landwirtschaftsgebiet wurde der Gewässerraum vor allem zur Gewinnung von Kulturland eingeengt.

Rolle der Landwirtschaft

Zwei Drittel der stark beeinträchtigten Fliessgewässer liegen im Landwirtschaftsgebiet. Vor allem kleine Fliessgewässer weisen einen hohen Anteil an Fliessgewässerkilometern mit ungenügender Uferbreite auf. Die Landwirtschaft hat somit bei der Aufwertung von Fliessgewässern eine grosse Verantwortung. Das Potenzial für Gewässeraufwertungen im Kulturland ist wesentlich grösser als im Siedlungsgebiet, wo die Bereitstellung eines ausreichenden Gewässerraums nicht nur um ein Vielfaches teurer, sondern oft auch wegen bestehender Gebäude praktisch auf lange Zeit nicht möglich ist.

1.3.1 Allgemeines Umweltziel

Ausreichender Gewässerraum im Sinne des Leitbildes Fliessgewässer mit gewässergerechtem Uferbereich gemäss Modulstufenkonzept.

Herleitung

Das Wasserbaugesetz (WBG) fordert, dass der Gewässerraum so unterhalten wird, dass der Hochwasserschutz gesichert ist (Art. 4). Bei Eingriffen in den Gewässerraum müssen Gewässer und Ufer so gestaltet werden, dass sie einer vielfältigen Tier- und Pflanzenwelt als Lebensraum dienen können und dass eine standortgerechte Ufervegetation gewährleistet ist. Diese Anforderung stellt auch das Gewässerschutzgesetz (GSchG) bei Verbauungen und Korrekturen von Fliessgewässern (Art. 37).

In der Wasserbauverordnung (WBV) werden die Kantone verpflichtet, den Raumbedarf von Fliessgewässern festzulegen (Art. 21). Damit sollen der Schutz vor Hochwasser und die ökologische Funktionsfähigkeit gewährleistet werden. Im Faltblatt «Raum den Fliessgewässern» (BWG, BUWAL, BLW, BRP 2000), in der Wegleitung «Hochwasserschutz an Fliessgewässern» (BWG 2001) sowie im «Leitbild Fliessgewässer Schweiz» (BUWAL, BWG, BLW und ARE 2003) wird dieser Raumbedarf der Fliessgewässer umschrieben und mit der Schlüsselkurve konkretisiert.

Die im Umweltziel gewählte Formulierung «Ausreichender Gewässerraum im Sinne des Leitbildes Fliessgewässer» bedeutet, dass die Schlüsselkurve (Abb. 4) bei der Bestimmung eines ausreichenden Gewässerraums anzuwenden ist. Die Schlüsselkurve beruht auf der Studie «Raumbedarf von Fliessgewässern. Naturwissenschaftliche Grundlagen» (BWW, BUWAL, ARE, BLW 1996). Die Resultate der Studie zeigen, dass die für die Funktionalität des Gewässers erforderliche Uferbereichsbreite je nach Gerinnesohlenbreite beidseitig der Gewässer 5 bis 15 Meter beträgt. Die Schlüsselkurve gibt die notwendige Uferbereichsbreite für Fliessgewässer in Abhängigkeit von der natürlichen Sohlenbreite an. Die minimale Raumbedarfskurve definiert den minimal erforderlichen Gewässerraum zur Sicherstellung des Hochwasserschutzes und der ökologischen Funktionen. Die Biodiversitätskurve gibt die Uferbereichsbreite an, die das Gewässer zur Erfüllung aller seiner vielfältigen ökologischen Funktionen (inkl. Vernetzung) benötigt.

Die Schlüsselkurve gilt für durchschnittliche Fliessgewässer bis 15 Meter natürlicher Gerinnesohlenbreite – das betrifft rund 95 % aller Gewässer. Bei kleinen Gewässern bis zu 2 Metern Breite wird beidseits ein minimaler Uferbereich von 5 Metern empfohlen. Wenn ein Gewässer begradigt ist, muss die natürliche Gerinnesohlenbreite anhand der Vorgaben in der «Wegleitung Hochwasserschutz an Fliessgewässern» berechnet werden. Für ein begradigtes Gewässer mit beispielsweise 1,5 Metern Gerinnesohlen-

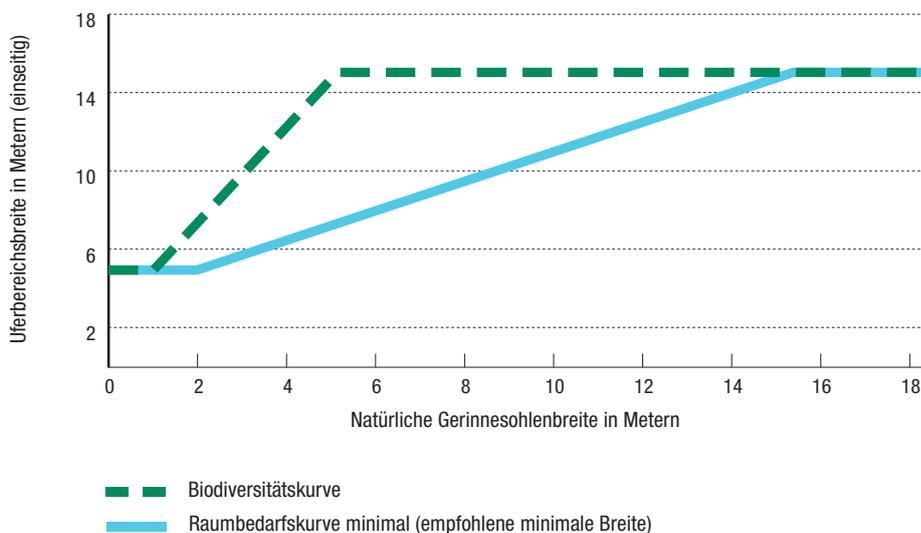
breite bedeutet dies einen Faktor 2, das heisst die Schlüsselkurve wird für 3 Meter (= 2 x 1,5 m) natürliche Gerinnesohlenbreite angewendet.

Gemäss dem «Leitbild Fliessgewässer Schweiz» ist in nationalen Vorranggebieten (Nationale Interessengebiete Naturschutz «NIN»; Inventare von nationaler Bedeutung) und in weiteren, von den Kantonen zu bezeichnenden Vorranggebieten (z. B. Naturschutzgebiete, Gewässerschutzbereiche, Fischschutzgebiete) der Raumbedarf nach Massgabe der Biodiversitätskurve anzustreben. Dieser dient der Sicherstellung und Förderung der natürlichen Vielfalt standortgerechter Tier- und Pflanzenarten (erweiterte Gewässerbreite, Vernetzungskorridor). Sofern eine entsprechende Zielsetzung besteht, ist der Raumbedarf in Inventarobjekten von nationaler Bedeutung (z. B. Auen), in ausgewiesenen Schutzgebieten und in Bereichen mit einer extensiven Nutzung im Sinne des «Pendelbandes» anzustreben. Das Pendelband (genügend Raum für die Bildung von Mäandern, Verzweigungen des Laufes, begrenzte Ufererosion erlaubt) dient der Sicherstellung der naturnahen Eingliederung des Fliessgewässers in die Landschaft. Massgebende Grösse ist die Pendelbandbreite.

Zum Raumbedarf eines Fliessgewässers gehört auch ein gewässergerechter Uferbereich. Dieser Übergangsbereich vom aquatischen zum terrestrischen Ökosystem erfüllt wichtige Funktionen als Lebensraum und Vernetzungselement der Landschaft. Hier werden zudem Nährstoffe aus der Umgebung abgepuffert. Für den Uferbereich gelten die ökologischen Ziele von Anhang 1 der Gewässerschutzverordnung (GSchV): Die Lebensgemeinschaften sollen naturnah und standortgerecht sein. Laut Natur- und Heimatschutzgesetz (NHG) ist die Ufervegetation speziell geschützt (Art. 18 und 21).

Abb. 4 > Die Schlüsselkurve: Uferbereichsbreite in Funktion zur natürlichen Gerinnesohle

Die Schlüsselkurve gibt die notwendige Uferbereichsbreite für Fliessgewässer in Abhängigkeit von der natürlichen Sohlenbreite an.



Was ein gewässergerechter Uferbereich ist, wurde im Modulstufenkonzept beschrieben (BUWAL, 1998; siehe Tab. 2). Der darin genannte Wert von mindestens 25 % Bestockung des Uferbereichs ist ein pragmatischer Mindestwert. Naturnahe Fliessgewässer sind immer bestockt. Angesichts der Klimaerwärmung ist eine ausreichende Beschattung der Fliessgewässer durch die Ufervegetation wichtig, damit die Wassertemperatur nicht zu sehr ansteigt. Zu hohe Wassertemperaturen wirken sich negativ auf bestimmte Wasserlebewesen aus.

Tab. 2 > Beurteilungskriterien für die Beschaffenheit des Uferbereichs

Beschaffenheit	Art/Material	Erscheinungsbild
Gewässergerecht	Kies/Geröll/Fels	Standorte mit natürlicherweise geringer oder keiner Vegetation (vorwiegend im Gebirge zu finden)
	Röhricht/Ried	Geschlossener Gürtel
	Wald*	Geschlossener Wald bis ans Gewässer
	Bäume/Sträucher mit extensiv bewirtschafteter Wiese oder Hochstauden	Dichter und abwechslungsreicher Bestand (> 25 % der Fläche bedeckt) von einheimischen Bäumen und Sträuchern; offene Flächen mit extensiv bewirtschafteter Wiese (höchstens 2 Schnitte pro Jahr) oder Hochstauden
Gewässerfremd	Monotone Hochstaudenflur	Feuchtigkeits- und nährstoffliebende mehrjährige Kräuter bis 1 m Höhe (z. B. Brennessel, Bocksbart), Bestockung nur rudimentär
	Extensiv bewirtschaftete Wiese	Wiese wird höchstens 2-mal pro Jahr geschnitten, Bestockung fehlt weitgehend (< 25 %)
	Alleeähnliche Bestockung	Monotone, geradlinige Bepflanzung mit regelmässigen Abständen
Künstlich		Uferbereich vorhanden (schräge Böschung), aber vollständig verbaut, allenfalls ist eine Spaltenvegetation vorhanden.

* Bei alpinen Fliessgewässern im Bereich der Baumgrenze kann angenommen werden, dass bis etwa 1700 bis 1800 m ü. M. im natürlichen Zustand ein Gehölzgürtel aus Weiden und Erlen entlang des Gewässers vorhanden sein müsste. Im Weiteren ist immer dann von einer Ufergehölzvegetation auszugehen, wenn sich in der näheren Umgebung des Gewässers oder innerhalb des Tales auf derselben Höhenstufe oder darüber einzelne Sträucher oder Staudengruppen (nicht Zwergstraucharten) finden lassen.

Quelle: BUWAL 1998

Rechtliche Grundlagen

Bundesgesetz vom 21. Juni 1991 über den Wasserbau, SR 721.100

Art. 4 Anforderungen

- ¹ Gewässer, Ufer und Werke des Hochwasserschutzes müssen so unterhalten werden, dass der vorhandene Hochwasserschutz, insbesondere die Abflusskapazität, erhalten bleibt.
- ² Bei Eingriffen in das Gewässer muss dessen natürlicher Verlauf möglichst beibehalten oder wiederhergestellt werden. Gewässer und Ufer müssen so gestaltet werden, dass:
 - a. sie einer vielfältigen Tier- und Pflanzenwelt als Lebensraum dienen können;
 - b. die Wechselwirkungen zwischen ober- und unterirdischen Gewässern weitgehend erhalten bleiben;
 - c. eine standortgerechte Ufervegetation gedeihen kann.

Verordnung vom 2. November 1994 über den Wasserbau (Wasserbauverordnung, WBV), SR 721.100.1

Art. 21 Gefahrengelände und Raumbedarf der Gewässer

- ¹ Die Kantone bezeichnen die Gefahrengelände.
- ² Sie legen den Raumbedarf der Gewässer fest, der für den Schutz vor Hochwasser und die Gewährleistung der natürlichen Funktionen des Gewässers erforderlich ist.
- ³ Sie berücksichtigen die Gefahrengelände und den Raumbedarf der Gewässer bei ihrer Richt- und Nutzungsplanung sowie bei ihrer übrigen raumwirksamen Tätigkeit.

Bundesgesetz vom 24. Januar 1991 über den Schutz der Gewässer (Gewässerschutzgesetz, GSchG), SR 814.20

Art. 37 Verbauung und Korrektion von Fliessgewässern

¹ Fliessgewässer dürfen nur verbaut oder korrigiert werden, wenn:

- a. der Schutz von Menschen oder erheblichen Sachwerten es erfordert;
- b. es für die Schiffbarmachung oder für eine im öffentlichen Interesse liegende Nutzung der Wasserkraft nötig ist;
- c. dadurch der Zustand eines bereits verbauten oder korrigierten Gewässers im Sinn dieses Gesetzes verbessert werden kann.

² Dabei muss der natürliche Verlauf des Gewässers möglichst beibehalten oder wiederhergestellt werden.

Gewässer und Ufer müssen so gestaltet werden, dass:

- a. sie einer vielfältigen Tier- und Pflanzenwelt als Lebensraum dienen können;
- b. die Wechselwirkungen zwischen ober- und unterirdischem Gewässer weitgehend erhalten bleiben;
- c. eine standortgerechte Ufervegetation gedeihen kann.

Gewässerschutzverordnung vom 28. Oktober 1998 (GSchV), SR 814.201

Anhang 1 Ökologische Ziele für Gewässer

I Oberirdische Gewässer

¹ Die Lebensgemeinschaften von Pflanzen, Tieren und Mikroorganismen oberirdischer Gewässer und der von ihnen beeinflussten Umgebung sollen:

- a. naturnah und standortgerecht sein sowie sich selbst reproduzieren und regulieren;
 - b. eine Vielfalt und eine Häufigkeit der Arten aufweisen, die typisch sind für nicht oder nur schwach belastete Gewässer des jeweiligen Gewässertyps.
- ² Die Hydrodynamik (Geschiebetrieb, Wasserstands- und Abflussregime) und die Morphologie sollen naturnahen Verhältnissen entsprechen. Insbesondere sollen sie die Selbstreinigungsprozesse, den natürlichen Stoffaustausch zwischen Wasser und Gewässersohle sowie die Wechselwirkung mit der Umgebung uneingeschränkt gewährleisten.

Bundesgesetz vom 1. Juli 1966 über den Natur- und Heimatschutz (NHG), SR 451

Art. 18 Schutz von Tier- und Pflanzenarten

^{1bis} Besonders zu schützen sind Uferbereiche, Riedgebiete und Moore, seltene Waldgesellschaften, Hecken, Feldgehölze, Trockenrasen und weitere Standorte, die eine ausgleichende Funktion im Naturhaushalt erfüllen oder besonders günstige Voraussetzungen für Lebensgemeinschaften aufweisen.

Art. 21 Ufervegetation

- ¹ Die Ufervegetation (Schilf- und Binsenbestände, Auenvegetationen sowie andere natürliche Pflanzengesellschaften im Uferbereich) darf weder gerodet noch überschüttet noch auf andere Weise zum Absterben gebracht werden.
- ² Soweit es die Verhältnisse erlauben, sorgen die Kantone dafür, dass dort, wo sie fehlt, Ufervegetation angelegt wird oder zumindest die Voraussetzungen für deren Gedeihen geschaffen werden.

Messung der Zielerreichung

Die Erhebungen zum Gewässerraum werden durch die Kantone gemäss Modulstufenkonzept durchgeführt. Breite und Beschaffenheit des Uferbereichs (Ökomorphologie Stufe F, BAFU 1998) ergeben die Daten für das gesetzte Umweltziel. Das Programm zur ökomorphologischen Erhebung der Fliessgewässer in der Schweiz wurde von 1998 bis 2005 von fast allen kantonalen Fachstellen auf freiwilliger Basis durchgeführt. Dabei wurde auch der minimale Raumbedarf der Fliessgewässer in die Methode integriert (BWG, BUWAL, BLW und BRP 2000) und im Feld beurteilt. Die Auswertung der Daten erfolgt kantonsweise, aber auch als Übersicht für die ganze Schweiz.

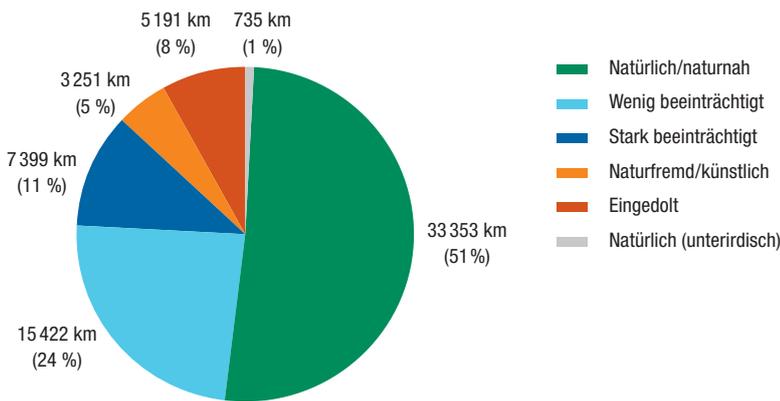
**Erhebungen gemäss
Modulstufenkonzept**

Stand der Zielerreichung

Eine Hochrechnung des Bundes aufgrund kantonaler Erhebungen hat ergeben, dass rund ein Viertel aller Fliessgewässer eine ungenügende morphologische Qualität aufweisen (Abb. 5), weil beispielsweise die Ufer oder die Sohle verbaut sind, oder der Uferbereich zu intensiv bewirtschaftet wird. Ein nicht unbedeutender Anteil der Fliessgewässer ist eingedolt und damit vom Erdboden verschwunden. Weniger als die Hälfte der Gewässer verfügt über einen ausreichenden Gewässerraum mit gewässergerechtem Uferbereich (Abb. 6).

Abb. 5 > Ökomorphologischer Zustand der Schweizer Fliessgewässer

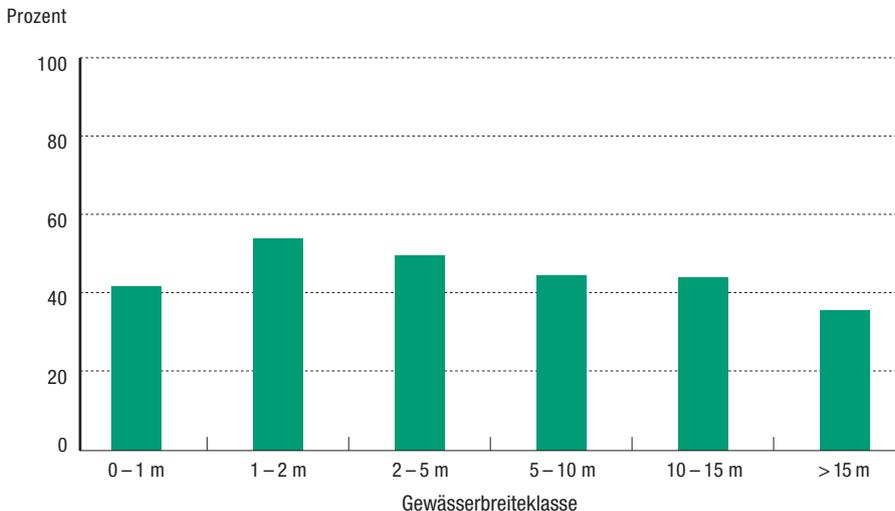
Hochgerechnet auf die Gewässer des Massstabs 1:25 000. Die Darstellung zeigt die Gesamtbewertung des ökomorphologischen Zustands und bezieht sich nicht nur auf den Uferbereich.



Quelle: BAFU 2006

Abb. 6 > Ausreichender Gewässerraum mit gewässergerechtem Uferbereich

Anteil der kartierten Fliessgewässer gemäss Modulstufenkonzept, aufgeteilt in Gewässerbreiteklassen.



1.3.2 Umweltziel Landwirtschaft

Ausreichender Gewässerraum im Sinne des Leitbildes Fliessgewässer mit gewässergerechtem Uferbereich gemäss Modulstufenkonzept im Landwirtschaftsgebiet.

Herleitung

Das Umweltziel Landwirtschaft für den Gewässerraum entspricht dem allgemeinen Umweltziel, eingeschränkt für das landwirtschaftlich genutzte Gebiet. Bei einem gewässergerechten Uferbereich im Landwirtschaftsgebiet gemäss Modulstufenkonzept ist mindestens ein Viertel mit einem dichten und abwechslungsreichen Bestand von einheimischen, standortgerechten Bäumen und Sträuchern bestockt (siehe Tab. 2). Die restlichen Uferbereiche sollten aus extensiv bewirtschafteten Wiesen oder aus Hochstaudenfluren bestehen.

Rechtliche Grundlagen

Es gelten die gleichen rechtlichen Grundlagen wie für das allgemeine Umweltziel Gewässerraum.

Messung der Zielerreichung

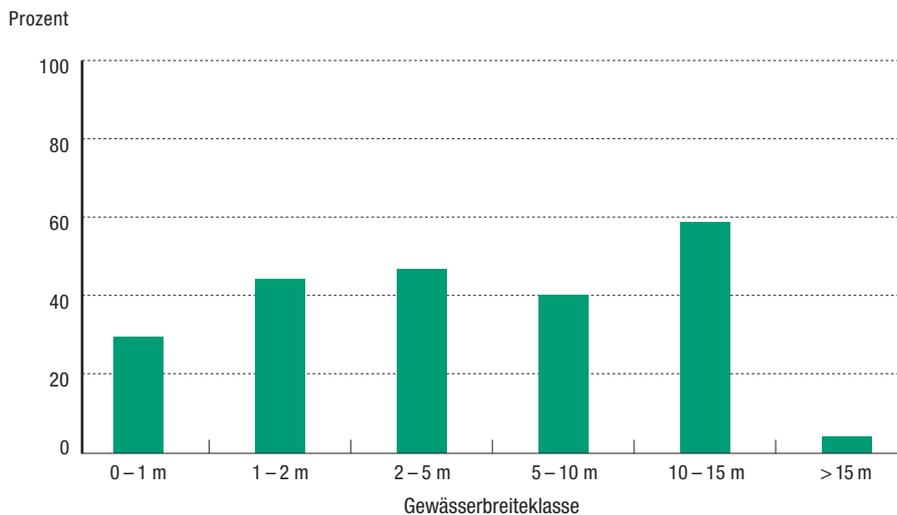
Es gelten die gleichen Messgrössen wie für das allgemeine Umweltziel, bezogen auf das Landwirtschaftsgebiet.

Stand der Zielerreichung

Gut ein Viertel der im Landwirtschaftsgebiet erhobenen Gewässerkilometer sind in einem ökomorphologisch ungenügenden Zustand. Eine Analyse des BAFU hat zudem gezeigt, dass bei über der Hälfte der Fliessgewässer im Landwirtschaftsgebiet der Uferbereich zu intensiv genutzt wird oder eine nicht gewässergerechte Ufervegetation vorhanden ist (siehe Abb. 7). Je schmaler die Gewässer sind, desto höher ist der Anteil an ungenügenden Uferbreiten. Zurzeit fehlen im Uferbereich der Fliessgewässer im Kulturland rund 20 000 Hektaren (BAFU 2006).

Abb. 7 > Ausreichender Gewässerraum mit gewässergerechtem Uferbereich im Landwirtschaftsgebiet

Anteil der kartierten Fliessgewässer gemäss Modulstufenkonzept, aufgeteilt in Gewässerbreiteklassen.

**Literatur**

BAFU 2006: Zwischenauswertung ökomorphologische Erhebungen der Kantone. Unveröffentlichter Bericht, Bern: 9 S.

BUWAL (Hrsg.) 1998: Methoden zur Untersuchung und Beurteilung der Fliessgewässer: Ökomorphologie Stufe F. Mitteilungen zum Gewässerschutz Nr. 27. Bern: 49 S.

BUWAL, BWG, BLW, ARE 2003: Leitbild Fliessgewässer Schweiz. Für eine nachhaltige Gewässerpolitik. Bern: 12 S.

BWG, BUWAL, BLW, BRP 2000: Raum den Fliessgewässern. Faltblatt. Bern.

BWG 2001: Hochwasserschutz an Fliessgewässern, Wegleitung. Bern: 72 S.

BWW, BUWAL, ARE, BLW 1996: Raumbedarf von Fliessgewässern. Naturwissenschaftliche Grundlagen. Schlussbericht. Bern: 100 S.

Occc / ProClim (Hrsg.) 2007: Klimaänderungen und die Schweiz 2050. Akademie der Naturwissenschaften, Bern: 168 S.

2 > Klima und Luft

Unter natürlichen Verhältnissen würde die Zusammensetzung der Luft in der Atmosphäre über Jahrtausende praktisch unverändert bleiben. Selbst Naturereignisse wie Vulkanausbrüche oder Waldbrände können die Luftzusammensetzung nicht längerfristig verändern.

Viele Aktivitäten des Menschen führen nun dazu, dass jährlich grosse Mengen von Gasen und Staubteilchen in die Atmosphäre abgegeben werden. Diese Schadstoffemissionen in die Luft können sowohl in der Nähe der Emittenten wie auch weit davon entfernt zu erheblichen und andauernden Belastungen des Menschen und seiner Umwelt führen. Luftschadstoffe beeinflussen das Klima, schädigen die Gesundheit, bedrohen Ökosysteme und verursachen Kosten in der Höhe von mehreren Milliarden Franken pro Jahr. Für die Bereiche Treibhausgase, stickstoffhaltige Luftschadstoffe (Ammoniak, Stickoxide) und Dieseleruss werden in diesem Kapitel Umweltziele aufgezeigt.

2.1 Treibhausgase



Die Landwirtschaft ist bei den Methan- und Lachgasemissionen die Hauptquelle.

Einführung

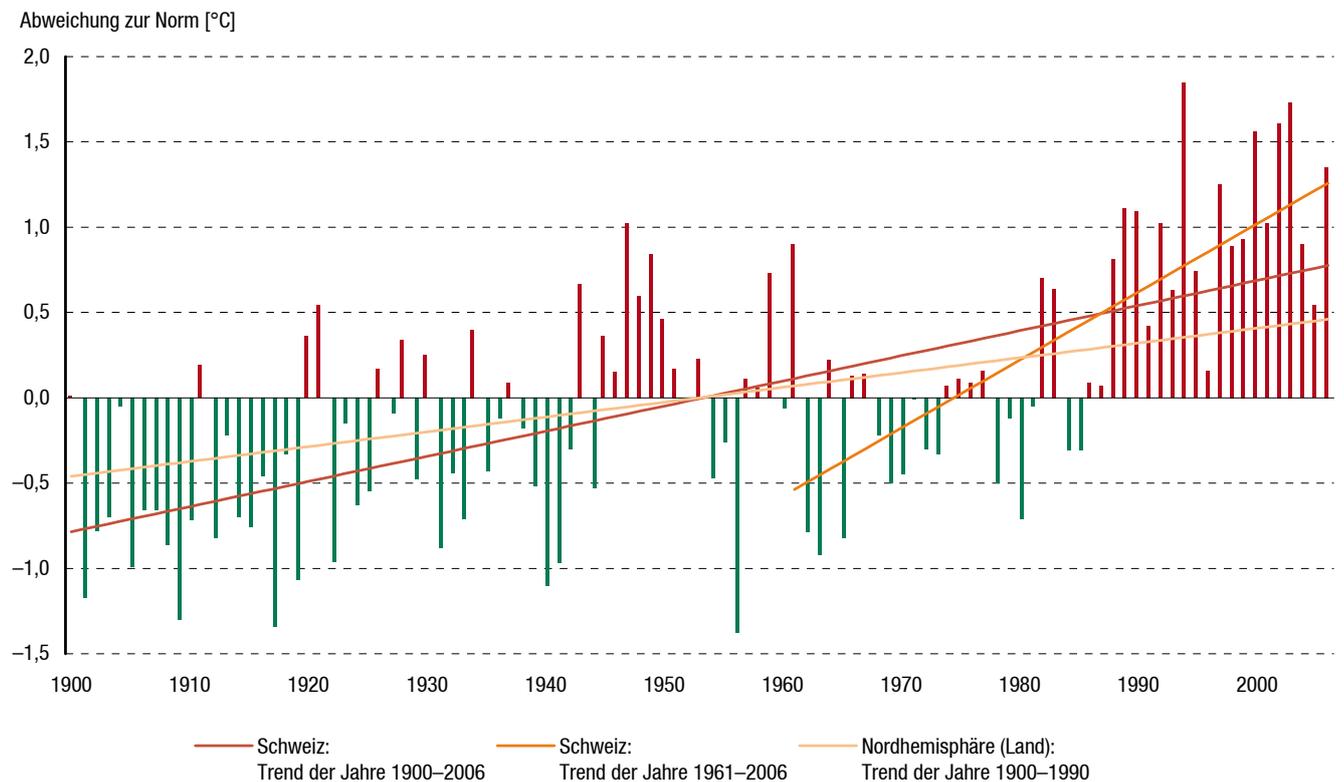
Der Treibhauseffekt spielt beim Klimawandel eine zentrale Rolle. Der Mensch verstärkt dieses natürliche Phänomen durch die von ihm freigesetzten Treibhausgase (Abb. 8). Die wichtigsten klimawirksamen Gase sind Kohlendioxid (CO_2), Methan (CH_4) und Lachgas (N_2O). Daneben spielen auch synthetische Stoffe wie teilhalogenierte Fluorkohlenwasserstoffe (HFC), perfluorierte Kohlenwasserstoffe (PFC) und Schwefelhexafluorid (SF_6) eine Rolle. Zur besseren Vergleichbarkeit sind die Werte aller Gase ihrem Klimaerwärmungspotenzial entsprechend in CO_2 -Äquivalente (CO_2eq) umgerechnet. Die zunehmende Konzentration dieser Gase in der Atmosphäre trägt zur weltweiten Klimaerwärmung bei, die nachweislich eine Bedrohung für Mensch und Natur ist. Es muss davon ausgegangen werden, dass die Schweiz mit ihren komplexen und empfindlichen Gebirgsökosystemen von den Folgen der Klimaveränderung besonders stark betroffen sein wird.

Die Schweiz als Alpenland ist vom Klimawandel besonders betroffen

CO₂ ist mit rund 85 % der Emissionen das bedeutendste Treibhausgas in der Schweiz. Es entsteht vor allem bei der Verbrennung fossiler Energieträger (Brenn- und Treibstoffe) und bei industriellen Prozessen. Methan und Lachgas stammen vorwiegend aus der Landwirtschaft und haben einen Anteil von 7 bzw. 6 % an den Treibhausgasemissionen (BAFU 2008a). Die synthetischen Treibhausgase, die knapp 2 % der Emissionen ausmachen, sind zu einem grossen Teil Ersatzstoffe für die Fluorchlorkohlenwasserstoffe (FCKW), deren Einsatz wegen ihrer ozonschädigenden Wirkung verboten wurde.

Abb. 8 > Abweichungen der Jahrestemperatur in der Schweiz 1864–2007

Abweichungen vom Durchschnitt 1961–1990. Jahrestemperatur in der Schweiz 1864–2007.



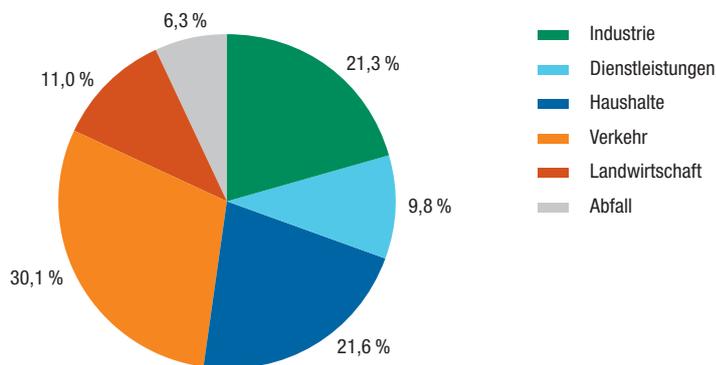
grün = Jahre unter der Norm 1961–1990; rot = Jahre über der Norm 1961–1990

Quelle: MeteoSchweiz

Beitragende Sektoren

Hauptverursacher der Treibhausgasemissionen in der Schweiz sind der Verkehr, die Haushalte und die Industrie (siehe Abb. 9).

Abb. 9 > Treibhausgasemissionen nach Verursachern 2006



Quelle: BAFU 2008a

Rolle der Landwirtschaft

Über die aus dem Landwirtschaftsbereich stammenden Treibhausgasemissionen und die relativ geringen Senkenpotenziale der Schweizer Landwirtschaft geben verschiedene Studien der Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz-Tänikon ART Auskunft (Minonzio et al. 1998, Schmid et al. 2000, Leifeld et al. 2003). Die Landwirtschaft ist zusammen mit der Forstwirtschaft für rund 11 % der Treibhausgasemissionen verantwortlich (BAFU 2008a), wobei rund 10 % auf die landwirtschaftlichen Emissionen von Methan und Lachgas entfallen. Während der Beitrag der Landwirtschaft und der Forstwirtschaft an die CO₂-Emissionen gering ist (unter 2 %), stellt die Landwirtschaft bei den Methan- und Lachgasemissionen die Hauptquelle dar.

Rund 80 % der schweizerischen Methanemissionen (CH₄) stammen aus der Tierhaltung. Bei den Lachgasemissionen (N₂O) kommen 75 % aus der Hofdüngerlagerung und aus der Bearbeitung der landwirtschaftlichen Böden. Bezogen auf einen Zeithorizont von 100 Jahren hat Methan das 21-fache und Lachgas das 310-fache Erwärmungspotenzial im Vergleich zu CO₂.

Die Grösse des Tierbestandes ist in erster Linie eine Konsequenz der Konsumgewohnheiten, womit die Hauptverantwortung bei den Konsumentinnen und Konsumenten liegt. Solange diese nicht wahrgenommen wird und es nicht zu einer Verminderung des Milch- und Fleischkonsums kommt, hätte eine Verkleinerung des Tierbestandes lediglich eine Verlagerung der Emissionen ins Ausland zur Folge und wäre somit – global betrachtet – nicht zielführend im Hinblick auf das allgemeine Umweltziel.

Methan und Lachgas

2.1.1 Allgemeines Umweltziel

Stabilisierung der Treibhausgaskonzentration in der Atmosphäre auf einem Niveau, auf dem eine gefährliche Störung des Klimasystems verhindert wird.

Herleitung

Das Rahmenübereinkommen der Vereinten Nationen über Klimaänderungen, das von der Schweiz 1993 ratifiziert wurde, hat zum Ziel, die Treibhausgaskonzentrationen in der Atmosphäre auf einem Niveau zu stabilisieren, auf dem eine gefährliche anthropogene Störung des Klimasystems verhindert wird (Art. 2). In den Berichten des wissenschaftlichen Klimabeirats der UNO wird darauf hingewiesen, dass beim Überschreiten einer Gesamt-Treibhausgaskonzentration in der Atmosphäre von 445 bis 490 ppm (parts per million) CO₂-Äquivalenten (inkl. Aerosoleffekt) eine gefährliche anthropogene Störung des Klimasystems befürchtet werden muss (IPCC 2007). Die Einhaltung dieser Konzentrationsschwelle ist nur dann möglich, wenn die globalen Treibhausgasemissionen bis ins Jahr 2050 um 50 bis 85 % gegenüber dem Jahr 2000 reduziert werden. Diese Reduktion würde den globalen mittleren Temperaturanstieg auf 2,0 bis 2,4 °C gegenüber dem vorindustriellen Wert begrenzen, was von zahlreichen Wissenschaftlern als Bereich angesehen wird, bei welchem gravierende und irreversible Schäden mit relativ grosser Wahrscheinlichkeit vermieden werden können.

Im Kyoto-Protokoll haben sich die Industriestaaten 1997 erstmals verbindlich dazu verpflichtet, den Ausstoss von Treibhausgasen zu reduzieren, um so der drohenden Klimaerwärmung entgegenzutreten (Art. 3.1). Im Abkommen werden neben Kohlendioxid auch Methan, Lachgas und die synthetischen Treibhausgase HFC, PFC und SF₆ berücksichtigt.

Die Europäische Union und die Schweiz haben sich zu einer Reduktion ihrer Treibhausgasemissionen um 8 % gegenüber 1990 verpflichtet (Kyoto-Protokoll, Anlage B). Dieses Ziel soll in der Periode 2008 bis 2012 erreicht werden. Im Bewusstsein, dass die 1997 vereinbarten Verpflichtungen nur ein erster Schritt im Hinblick auf die Erfüllung des Ziels der Klimakonvention sind, sieht das Kyoto-Protokoll in Artikel 3.9 vor, dass Reduktionsziele für anschliessende Verpflichtungsperioden rechtzeitig festzulegen sind. Diese Verhandlungen wurden 2005 aufgenommen und sollen gemäss den Beschlüssen der Vertragsparteienvon Bali (Dezember 2007) bis Ende 2009 zu einer Folgevereinbarung führen.

Um die Einhaltung ihrer internationalen Verpflichtungen zu unterstützen, hat die Schweiz am 1. Mai 2000 für den Teilbereich CO₂, welchem quantitativ die grösste

Bedeutung zukommt, das CO₂-Gesetz in Kraft gesetzt. Mit diesem Gesetz sollen vor allem diejenigen CO₂-Emissionen vermindert werden, die auf die energetische Nutzung fossiler Energieträger (Brenn- und Treibstoffe) zurückzuführen sind (Art. 1). Sie sind bis zum Jahr 2010 gegenüber 1990 gesamthaft um 10 % zu vermindern (Art. 2). Als freiwillige Massnahme der Wirtschaft im Sektor Treibstoffe wird seit dem 1. Oktober 2005 von der Stiftung Klimarappen eine Abgabe auf Benzin- und Dieselölimporte in Höhe von 1,5 Rappen pro Liter erhoben. Mit dem Abgabebetrag werden Projekte zur Emissionsreduktion im In- und Ausland finanziert. Per 1. Januar 2008 hat der Bundesrat zudem eine CO₂-Abgabe auf Brennstoffe eingeführt, nachdem die CO₂-Emissionen auch in diesem Sektor nicht gemäss dem Zielpfad gesunken waren.

Um die Verwendung und Emission von synthetischen Treibhausgasen zu vermindern, hat der Bundesrat am 30. April 2003 ein umfassendes Massnahmenpaket beschlossen. Die 2003 revidierte Stoffverordnung, die im Jahr 2005 in die Chemikalien-Risikoreduktions-Verordnung (ChemRRV) überführt wurde, erlaubt den Einsatz der synthetischen Treibhausgase nur noch für Anwendungen, für die keine Ersatzstoffe verfügbar sind (Anhang 1.5).

Rechtliche Grundlagen

Rahmenübereinkommen der Vereinten Nationen über Klimaänderungen (1992), SR 0.814.01

Durch die Schweiz ratifiziert am 10. Dezember 1993, in Kraft getreten am 21. März 1994.

Artikel 2 Ziel

Das Endziel dieses Übereinkommens und aller damit zusammenhängenden Rechtsinstrumente, welche die Konferenz der Vertragsparteien beschließt, ist es, in Übereinstimmung mit den einschlägigen Bestimmungen des Übereinkommens die Stabilisierung der Treibhausgaskonzentrationen in der Atmosphäre auf einem Niveau zu erreichen, auf dem eine gefährliche anthropogene Störung des Klimasystems verhindert wird. Ein solches Niveau sollte innerhalb eines Zeitraums erreicht werden, der ausreicht, damit sich die Ökosysteme auf natürliche Weise den Klimaänderungen anpassen können, die Nahrungsmittelerzeugung nicht bedroht wird und die wirtschaftliche Entwicklung auf nachhaltige Weise fortgeführt werden kann.

Protokoll von Kyoto zum Rahmenübereinkommen der Vereinten Nationen über Klimaänderungen

Durch die Schweiz ratifiziert am 9. März 2003, in Kraft getreten am 16. Februar 2005.

Artikel 3.1

Die in Anlage A aufgeführten Vertragsparteien sorgen einzeln oder gemeinsam dafür, dass ihre gesamten anthropogenen Emissionen der in Anlage A aufgeführten Treibhausgase in Kohlendioxidäquivalenten die ihnen zugeteilten Mengen, berechnet auf der Grundlage ihrer in Anlage B niedergelegten quantifizierten Emissionsbegrenzungs- und -reduktionsverpflichtungen und in Übereinstimmung mit diesem Artikel, nicht überschreiten, mit dem Ziel, innerhalb des Verpflichtungszeitraums 2008 bis 2012 ihre Gesamtemissionen solcher Gase um mindestens 5 % unter das Niveau von 1990 zu senken.

Artikel 3.9

Die für Folgezeiträume geltenden Verpflichtungen der in Anlage A aufgeführten Vertragsparteien werden durch Änderungen der Anlage B festgelegt, die in Übereinstimmung mit Artikel 21 Absatz 7 beschlossen werden. Die als Tagung der Vertragsparteien dieses Protokolls dienende Konferenz der Vertragsparteien leitet die Erörterung derartiger Verpflichtungen mindestens sieben Jahre vor Ablauf des in Absatz 1 genannten ersten Verpflichtungszeitraums ein.

Anlage B

Vertragsparteien:	Quantifizierte Emissionsbegrenzungs- oder -reduktionsverpflichtung (in % des Basisjahrs oder Basiszeitraums):
Schweiz	92

Bundesgesetz vom 8. Oktober 1999 über die Reduktion der CO₂-Emissionen (CO₂-Gesetz), SR 641.71

Art. 1 Zweck

Mit diesem Gesetz sollen die CO₂-Emissionen vermindert werden, die auf die energetische Nutzung fossiler Energieträger (Brenn- und Treibstoffe) zurückzuführen sind. Das Gesetz soll auch zur Verminderung anderer schädlicher Einwirkungen auf die Umwelt, zur sparsamen und rationalen Energienutzung sowie zum verstärkten Einsatz erneuerbarer Energien beitragen.

Art. 2 Reduktionsziel

¹ Die CO₂-Emissionen aus der energetischen Nutzung fossiler Energieträger sind bis zum Jahr 2010 gegenüber 1990 gesamthaft um 10 Prozent zu vermindern. Massgebend für die Erreichung dieses Ziels ist der Durchschnitt der Jahre 2008 bis 2012.

² Die Emissionen aus der energetischen Nutzung fossiler Brennstoffe sind gesamthaft um 15 Prozent und die Emissionen aus fossilen Treibstoffen (ohne Flugtreibstoffe für internationale Flüge) sind gesamthaft um 8 Prozent zu vermindern.

³ Der Bundesrat setzt sich für eine Begrenzung der Emissionen aus Flugtreibstoffen für internationale Flüge ein und regelt sie im Rahmen internationaler Abkommen.

⁴ Die Gesamtmenge der Emissionen berechnet sich nach Massgabe der in der Schweiz für die energetische Nutzung in Verkehr gebrachten fossilen Energieträger.

⁵ Der Bundesrat kann in Zusammenarbeit mit den betroffenen Kreisen Ziele für einzelne Bereiche der Volkswirtschaft festlegen.

⁶ Der Bundesrat unterbreitet der Bundesversammlung rechtzeitig Vorschläge zu Reduktionszielen für die Zeit nach dem Jahr 2010. Dazu hört er vorgängig die interessierten Kreise an.

⁷ Verminderungen der Emissionen, die im Ausland erzielt und von der Schweiz oder von in der Schweiz ansässigen Unternehmen finanziert wurden, kann der Bundesrat bei der Berechnung der Emissionen nach diesem Gesetz angemessen berücksichtigen. Er regelt die Anforderungen und berücksichtigt dabei international anerkannte Kriterien.

Messung der Zielerreichung

Die Konzentration der Treibhausgase in der Atmosphäre wird an mehreren, über den Globus verteilten Messstationen erfasst. Die Daten widerspiegeln die weltweiten Emissionen, aber auch die unterschiedliche Lebensdauer der einzelnen Gase. Ob die im Rahmen der Klimakonvention und des Kyoto-Protokolls formulierten Ziele erreicht werden, wird mithilfe der nationalen Treibhausgasinventare beurteilt. Diese beinhalten keine grauen, das heisst mit der Herstellung und dem Transport von Importgütern im Ausland verbundenen Emissionen. Folgende Treibhausgase bzw. -gasgruppen werden erhoben: CO₂, CH₄, N₂O, HFC, PFC und SF₆. Die Emissionen müssen gemäss den Vorgaben der Klimakonvention und den detaillierten methodischen Richtlinien des IPCC (IPCC 1997, 2000, 2003) in über 100 Kategorien (Sektoren, Subsektoren) erfasst und dokumentiert werden. Die Resultate sind jedes Jahr beim Sekretariat der Konvention in standardisierter Form einzureichen (BAFU 2008c).

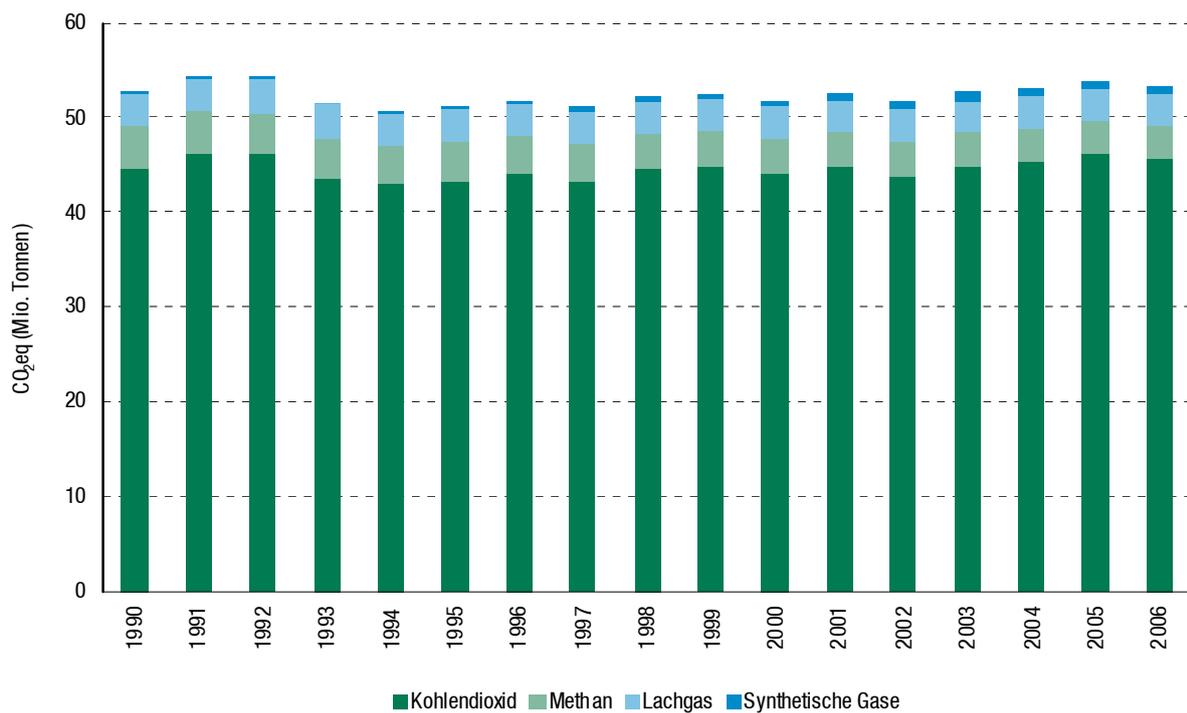
Nationales Treibhausgasinventar

Für die Erstellung des schweizerischen Treibhausgasinventars ist das BAFU verantwortlich. Messgrösse ist die Emission (im Fall der Senkenkategorien die Absorption) in Tonnen pro Jahr. Um Vergleichbarkeit herzustellen, werden alle Emissionen in CO₂-Äquivalenten ausgedrückt, die dem Umstand Rechnung tragen, dass das Erwärmungspotenzial der einzelnen Gase unterschiedlich ist.

Stand der Zielerreichung

Die gesamten Treibhausgasemissionen sind seit 1990 in etwa konstant geblieben (Abb. 10). Dieser Trend wird durch die CO₂-Emissionen bestimmt, deren Umfang sich im betrachteten Zeitraum kaum verändert hat. Eine deutliche Reduktion kann bei den Methanemissionen (minus 19,1 % von 1990 bis 2006) und den Lachgasemissionen (minus 9,7 % von 1990 bis 2006) beobachtet werden. Die Emissionen der synthetischen Treibhausgase haben im Zeitraum 1994 bis 2004 gesamthaft markant zugenommen, so dass sie heute deutlich über dem Stand von 1990 liegen. Mit dem Bericht des Eidgenössischen Departements für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation (UVEK) über die zukünftige Klimapolitik der Schweiz wurde eine Abschätzung der erwarteten Entwicklung der Treibhausgasemissionen in den verschiedenen Sektoren bis ins Jahr 2030 publiziert (UVEK 2007).

Abb. 10 > Treibhausgasemissionen nach Klimagasen



Quelle: BAFU 2008b

2.1.2 Umweltziel Landwirtschaft

Reduktion der landwirtschaftlichen Kohlendioxid-, Methan- und Lachgasemissionen.

Herleitung

Die Herleitung für das allgemeine Umweltziel gilt grundsätzlich auch für die Landwirtschaft. Im Kyoto-Protokoll werden für den Sektor Landwirtschaft im engeren Sinne (d.h. ohne energiebedingte CO₂-Emissionen) folgende für die Schweiz relevante Bereiche erwähnt: enterische Fermentation (Emissionen aus dem Verdauungstrakt von Nutztieren), Düngewirtschaft und landwirtschaftliche Böden (Lagerung und Anwendung von Düngern, Verlust organischer Substanz) sowie offene Verbrennung landwirtschaftlicher Rückstände (Anlage A).

Die Emissionen aus dem landwirtschaftlichen Energieverbrauch (Gebäude und Anlagen, Maschinen und Fahrzeuge) unterstehen dem CO₂-Gesetz. Für die energieunabhängigen landwirtschaftlichen Treibhausgasemissionen existieren bislang keine nationalen Bestimmungen, welche die Vorgaben des Kyoto-Protokolls weiter konkretisieren.

Für das Umweltziel Landwirtschaft sind zudem die Bestimmungen der Umweltschutz-, der Landwirtschafts- sowie der Energiegesetzgebung relevant, soweit diese die landwirtschaftlichen Emissionen von Treibhausgasen oder deren Vorläufersubstanzen, die Verbesserung der Kohlenstoffbilanz landwirtschaftlich genutzter Böden und die energetische Nutzung von Hofdüngern, Ernterückständen und sonstigen landwirtschaftlichen Abfällen betreffen. Von besonderer Relevanz ist Artikel 70 des Landwirtschaftsgesetzes zu Grundsatz und Voraussetzungen für Direktzahlungen (ökologischer Leistungsnachweis in den Bereichen Düngerbewirtschaftung und Bodenschutz).

Rechtliche Grundlagen

Es gelten die gleichen rechtlichen Grundlagen wie für das allgemeine Umweltziel Treibhausgase. Folgende Präzisierung ist für das Umweltziel Landwirtschaft von Bedeutung.

Rahmenübereinkommen der Vereinten Nationen über Klimaänderungen (1992), SR 814.01

Artikel 4, Verpflichtungen, Absatz 1c:

Alle Vertragsparteien werden [...] die Entwicklung, Anwendung und Verbreitung – einschliesslich der Weitergabe –

von Technologien, Methoden und Verfahren zur Bekämpfung, Verringerung oder Verhinderung anthropogener Emissionen von [...] Treibhausgasen in allen wichtigen Bereichen, namentlich Energie, Verkehr, Industrie, Landwirtschaft, Forstwirtschaft und Abfallwirtschaft, fördern und dabei zusammenarbeiten.

Messung der Zielerreichung

Die landwirtschaftlichen Treibhausgasemissionen werden jährlich im Rahmen des Treibhausgasinventars der Schweiz erfasst (BAFU 2008a, 2008b). Die Methodik ist durch die IPCC-Richtlinien (IPCC 1997, 2000, 2003) vorgegeben. Eine Beschreibung der erfassten Kategorien sowie der verwendeten Daten und Methoden findet sich im Dokumentationsband zum Treibhausgasinventar der Schweiz (BAFU 2008b).

Stand der Zielerreichung

Die landwirtschaftlichen Treibhausgasemissionen werden zum überwiegenden Teil durch den Rindviehbestand und die ackerbaulich bewirtschaftete Fläche bestimmt. Die gesamten landwirtschaftlichen Treibhausgasemissionen haben sich gemäss Treibhausgasinventar zwischen 1990 und 2006 um 10 % vermindert. Der Rückgang beträgt bei den Methanemissionen 7,5 %, bei den Lachgasemissionen rund 13,5 %. Die CO₂-Emissionen aus dem Einsatz land- und forstwirtschaftlicher Maschinen sowie der Grastrocknung haben um 3 % abgenommen. Die Abnahme der landwirtschaftlichen Methanemissionen ist im Wesentlichen vor dem Jahr 2003 erfolgt. Seit 2004 kann ein leichter Anstieg dieser Emissionen beobachtet werden. Diese Entwicklung ist auf die wieder zunehmenden Rindviehzahlen zurückzuführen.

Rindviehzahlen nehmen wieder zu

Die Entwicklung der landwirtschaftlichen Treibhausgasemissionen ist weitgehend von den zukünftigen agrarpolitischen Rahmenbedingungen abhängig. Diese Rahmenbedingungen beeinflussen nicht nur die Entwicklung von Tierbestand und bewirtschafteten Flächen, sie wirken sich auch auf für die Emissionsmenge relevante Praktiken auf betrieblicher Ebene aus. Dazu gehören die Fütterung, die Düngerlagerung und der Düngereinsatz, Massnahmen zum Boden- und Erosionsschutz (z. B. pflugloser Anbau), die Renaturierung kultivierter Moorböden sowie der Ersatz fossiler durch erneuerbare Energieträger.

Literatur

BAFU 2008a: Emissionen nach CO₂-Gesetz und Kyoto-Protokoll (Stand April 2008), Bern: 11 S.

BAFU 2008b: Treibhausgasinventar der Schweiz. Interne Unterlagen des BAFU, Bern.

BAFU 2008c: Switzerland's Greenhouse Gas Inventory 1990–2006. Bern.

IPCC 1997: Greenhouse Gas Inventory Reference Manual, Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. Intergovernmental Panel on Climate Change.

IPCC 2000: Good Practice Guidance and Uncertainty Management in National Greenhouse Gas Inventories (IPCC GPG). Intergovernmental Panel on Climate Change.

IPCC 2003: Good Practice Guidance for Land Use, Land-Use Change and Forestry (IPCC GPG LULUCF). Intergovernmental Panel on Climate Change.

IPCC 2007: Vierter Sachstandsbericht des IPCC (AR4). Klimaänderung 2007: Zusammenfassungen für politische Entscheidungsträger: 89 S.

Leifeld J., Bassin S., Fuhrer J. 2003: Carbon stocks and carbon sequestration potentials in agricultural soils in Switzerland. Schriftenreihe der FAL 44. Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz-Tänikon ART (Hrsg.), Zürich: 120 S.

Minonzo G., Grub A., Fuhrer J. 1998: Methan-Emissionen der schweizerischen Landwirtschaft. Schriftenreihe des BUWAL Nr. 298, Bern: 130 S.

Schmid M., Neftel A., Fuhrer J. 2000: Lachgasemissionen aus der Schweizer Landwirtschaft. Schriftenreihe der FAL 33. Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz-Tänikon ART (Hrsg.), Zürich: 131 S.

UVEK 2007: Klimabericht. Bericht des UVEK über die zukünftige Klimapolitik der Schweiz: 91 S. <http://www.news-service.admin.ch/NSBSubscriber/message/attachments/9395.pdf>

2.2 Stickstoffhaltige Luftschadstoffe (Ammoniak, Stickoxide)



Ammoniakemissionen aus der Landwirtschaft entstehen beispielsweise während und nach dem Ausbringen von Gülle.

Einführung

Wichtige stickstoffhaltige Luftschadstoffe sind Ammoniak (NH_3), das vor allem bei der landwirtschaftlichen Nutztierhaltung entsteht, und Stickoxide (NO_x), die vor allem bei der Verbrennung von fossilen Brenn- und Treibstoffen gebildet werden. Die Hauptquellen der Stickoxide sind der Verkehr sowie gewerbliche und industrielle Verbrennungsprozesse. In Bezug auf die vielfältigen Auswirkungen der stickstoffhaltigen Luftschadstoffe auf die menschliche Gesundheit und auf die Umwelt müssen Ammoniak und Stickoxide immer gemeinsam betrachtet werden.

Beide Luftschadstoffe werden in der Atmosphäre selbst verfrachtet. Die gasförmigen Stickoxide aus den Verbrennungsprozessen werden aufgrund ihrer im Vergleich zu Ammoniak geringeren Depositionsgeschwindigkeit über weitere Distanzen transportiert als Ammoniak. Etwa die Hälfte des emittierten Ammoniakgases wird im Umkreis von wenigen Kilometern deponiert. Anders sieht es dagegen bei den mithilfe des

Ammoniaks gebildeten ammoniumhaltigen Aerosolen und beim Ammonium im Wolkenwasser aus, die über Hunderte von Kilometern transportiert werden, bevor sie in trockener Form oder mit dem Niederschlag wieder auf der Erdoberfläche deponiert werden.

Die stickstoffhaltigen Schadstoffimmissionen belasten vor allem Ökosysteme, die auf stickstoffarme Bedingungen angewiesen sind wie Wälder, Moore und artenreiche Wiesen (SAEFL 2003, EKL 2005). Ein übermässiger Stickstoffeintrag kann eine Verschiebung der Artendominanz und eine Abnahme der Artenvielfalt zur Folge haben und zu Nährstoffungleichgewichten und über die Bodenversauerung zur Freisetzung von toxischen Stoffen wie Schwermetallen in der Bodenlösung führen. Sie vermindern zudem die Resistenz vieler Pflanzenarten gegenüber Stressfaktoren wie Trockenheit und Parasitenbefall und können das Emissionspotenzial des klimaaktiven Gases N_2O (Lachgas) aus Böden erhöhen und das Grundwasser mit Nitrat belasten. Sowohl Ammoniak als auch die Stickoxide können in der Atmosphäre zur Bildung von sekundären Aerosolen beitragen, die Teil des gesundheitsgefährdenden Feinstaubes sind. Die Stickoxide spielen zudem als Vorläuferschadstoffe bei der Bildung von bodennahem Ozon (Sommersmog) eine wichtige Rolle.

Gesamtschweizerisch tragen die reduzierten Stickstoffverbindungen (Ammoniak, Ammonium) je nach Standort rund 60 bis 80 % zum gesamten Stickstoffeintrag in die Ökosysteme bei. Der Rest stammt von oxidierten Stickstoffverbindungen, deren Ursprung die Stickoxide sind (EKL 2005).

Beitragende Sektoren

Bei den Stickoxiden aus Verbrennungsprozessen stammen 58 % vom Verkehr, 24 % von Industrie und Gewerbe, 12 % von der Land- und Forstwirtschaft und 6 % von den Haushalten. Beim Ammoniak steuert die Landwirtschaft 93 % zu den schweizerischen Emissionen bei (EKL 2005).

Rolle der Landwirtschaft

Der Stickstoffkreislauf der Landwirtschaft ist mit hohen Verlusten verbunden. Die Ammoniakemissionen aus der Landwirtschaft stammen vor allem aus der Nutztierhaltung. Sie entstehen im Stall und während der Hofdüngerlagerung sowie nach dem Ausbringen von Mist und Gülle oder von ammonium-, nitrat- und harnstoffhaltigen Düngern. Im Bericht über die Reduktion der Umweltrisiken von Düngern und Pflanzenschutzmitteln vom 21. Mai 2003 (BB1 2003) hat der Bundesrat daher darauf hingewiesen, dass bei der Landwirtschaft ein verstärktes Engagement des Bundes und der Kantone im Bereich der Düngung, der Bodenbewirtschaftung und der Luftreinhaltung erforderlich ist.

Problematischer Stickstoffeintrag in die Ökosysteme

2.2.1 Allgemeines Umweltziel

1. Vorsorgliche Begrenzung der Emissionen so weit, als dies technisch und betrieblich möglich und wirtschaftlich tragbar ist.
2. Keine übermässigen Immissionen, das heisst keine Überschreitung von Belastungsgrenzen wie Immissionsgrenzwerte, Critical Loads, Critical Levels und «Air Quality Guidelines». Verschärfte Emissionsbegrenzungen, falls trotz vorsorglicher Emissionsbegrenzung übermässige Immissionen verursacht werden.

Herleitung

Die allgemeinen Umweltziele im Bereich stickstoffhaltige Luftschadstoffe basieren gemäss geltendem Recht auf einem zweistufigen Konzept, dem eine emissions- und eine immissionsseitige Betrachtung zugrunde liegt (Art. 11 USG). Die zwei Stufen bzw. Ziele sind miteinander vernetzt, weshalb sie nachstehend nicht getrennt hergeleitet werden.

Ziel e1 und 2

Zunächst ist die Luftverschmutzung unabhängig von der bestehenden Umweltbelastung so gering wie möglich zu halten, ohne dass eine erkennbare Gefährdung der Umwelt vorliegen muss. Für das Ergreifen von Massnahmen nach diesem Vorsorgeprinzip genügt es, dass ein Schadstoff emittiert wird, der bei ungehinderter Verbreitung eine Gefährdung oder Beeinträchtigung gemäss den Kriterien des Umweltschutzgesetzes (Art. 8, 13 und 14 USG) bewirken könnte. Im Rahmen der Vorsorge spielen die technischen und betrieblichen Möglichkeiten sowie die wirtschaftliche Tragbarkeit eine grosse Rolle. In vielen Fällen lässt sich damit bereits im Voraus verhindern, dass die von den verschiedenen menschlichen Aktivitäten ausgehende Luftbelastung überhaupt je die Grenze des Schädlichen oder Lästigen erreicht. Anders verhält es sich dort, wo die Belastungsgrenze bereits überschritten ist oder wo eine solche Überschreitung trotz vorsorglicher Massnahmen unmittelbar bevorsteht. Hier sind, über das Mass der Vorsorge hinaus, strengere Massnahmen anzuordnen, damit das erforderliche Mindestmass an Luftqualität erhalten werden kann (Art. 11 Abs. 3 USG sowie Art. 5, 9 und 31–34 LRV).

Das Luftreinhaltekonzept beruht also auf zwei Säulen: dem Vorsorgeprinzip und dem Prinzip der Belastungsgrenze. Diese beiden Prinzipien ergänzen einander. Generell steht bei relativ guter Luftqualität die emissionsseitige Betrachtung, das heisst das Vorsorgeprinzip, im Vordergrund: Man will Schäden gar nicht erst aufkommen lassen, sondern von vornherein vermeiden. Bei bereits schlechter Luftqualität steht umgekehrt die immissionsseitige Betrachtungsweise (d. h. die Grenze der Belastbarkeit) im Vordergrund. Der Schutz von Mensch und Umwelt muss auf jeden Fall gewährleistet sein.

Die Erfahrung zeigt, dass es für eine wirksame Luftreinhaltepolitik beide Prinzipien braucht. Eine rein emissionsseitige Betrachtung nach technischen/betrieblichen/wirtschaftlichen Gesichtspunkten vermag nämlich nicht zu verhindern, dass bei zunehmender Zahl und Grösse der Emissionsquellen die Umwelt übermässig belastet wird. Und eine rein immissionsseitige Betrachtungsweise führt dazu, dass bis zur zulässigen Grenze (Immissionsgrenzwert) «aufgefüllt» wird, das heisst, dass auch Emissionen zugelassen werden, die ohne Weiteres vermieden werden könnten.

Die Kriterien zur Festlegung der Grenze der Belastbarkeit sind in Artikel 14 des USG (Immissionsgrenzwerte für Luftverunreinigungen) festgehalten. Dabei sind die Einwirkungen sowohl einzeln als auch gesamthaft und nach ihrem Zusammenwirken zu beurteilen (Art. 8 USG). Insbesondere müssen dabei auch die Wirkungen der Immissionen auf Personengruppen mit erhöhter Empfindlichkeit wie Kinder, Kranke, Betagte und Schwangere berücksichtigt werden (Art. 13 USG).

Die Festlegung der Immissionsgrenzwerte hat also unabhängig von der technischen und betrieblichen Realisierbarkeit sowie der wirtschaftlichen Tragbarkeit von allenfalls zu treffenden Luftreinhaltemassnahmen zu erfolgen. Ebenso wenig ist zu berücksichtigen, wie hoch die Luftverschmutzung bereits ist. Vielmehr sind als bestimmende Grundlagen der Stand der wissenschaftlichen Erkenntnis und die allgemeine Erfahrung über Schadstoffwirkungen heranzuziehen, aufgrund derer die Schutzbedürfnisse des Menschen und seiner Umwelt formuliert werden müssen.

In der schweizerischen Luftreinhalte-Verordnung (LRV) wurde das zweistufige Konzept konkretisiert. In den Artikeln 3 bis 5 wird das Vorgehen für die vorsorgliche und verschärfte Emissionsbegrenzung bei neuen stationären Anlagen vorgegeben, in den Artikeln 7 bis 11 das Vorgehen für bestehende Anlagen. Emittierende Anlagen der Landwirtschaft wie Ställe und Güllelager (ortsfeste Anlagen) oder Vorrichtungen zur Gülleausbringung (Geräte und Maschinen) sind ebenfalls Anlagen im Sinne der LRV (Art. 2 Abs. 1 LRV). Sind landwirtschaftliche Anlagen mit erfassten und abgeleiteten Emissionen zu beurteilen (z.B. geschlossene Ställe mit kontrollierter Lüftung), so finden gemäss Artikel 3 LRV die vorsorglichen Emissionsbegrenzungen von Anhang 1 der LRV Anwendung. Quellen mit diffusen Emissionen (z.B. offene Freilaufställe, offene Güllelager, Ausbringen von Gülle) können grosse Mengen an Luftschadstoffen emittieren. Die vorsorgliche Emissionsbegrenzung bei solchen Quellen richtet sich nach Artikel 4 LRV. Darin ist festgehalten, was unter Stand der Technik und wirtschaftlicher Tragbarkeit zu verstehen ist. Sind trotz vorsorglicher Emissionsbegrenzungen übermässige Immissionen feststellbar oder zu erwarten, die von mehreren Anlagen verursacht werden, so richtet sich das Vorgehen nach den Artikeln 31 bis 34 LRV (Massnahmenplan).

Die Immissionsgrenzwerte, welche die Grenze der Belastbarkeit angeben, sind für wichtige Luftschadstoffe im Anhang 7 der LRV festgelegt. Bestehen in Anhang 7 für einen Schadstoff keine Immissionsgrenzwerte, so richtet sich das Vorgehen zur Beurteilung der Übermässigkeit von Immissionen nach Artikel 2 Absatz 5 LRV. Dieser Absatz definiert die Immissionen als übermässig, wenn sie Menschen, Tiere, Pflanzen, ihre Lebensgemeinschaften oder ihre Lebensräume gefährden oder wenn aufgrund

einer Erhebung feststeht, dass sie einen wesentlichen Teil der Bevölkerung in ihrem Wohlbefinden erheblich stören, Bauwerke beschädigen oder die Fruchtbarkeit des Bodens, die Vegetation oder die Gewässer beeinträchtigen. Zur Beurteilung der Übermässigkeit von Immissionen gelten somit die gleichen Kriterien wie in Artikel 14 des USG. In diesem Falle können zum Beispiel Richtwerte zur Luftqualität der Weltgesundheitsorganisation (Air Quality Guidelines: WHO/Europe 2000, WHO/Europe 2006) oder kritische Konzentrationswerte (Critical Levels) oder kritische Eintragswerte (Critical Loads) der Konvention über weiträumige grenzüberschreitende Luftverunreinigung (UNECE) zur Beurteilung herangezogen werden, da sie ebenfalls rein wirkungsorientiert festgelegt und demnach von der Bedeutung her mit den Immissionsgrenzwerten der LRV vergleichbar sind (BUWAL 2002, Bosonnet 2002).

Mit den Critical Loads, die im Rahmen der Konvention über weiträumige grenzüberschreitende Luftverunreinigung (UNECE) als kritische Belastungsgrenzen für Luftschadstoffeinträge eine wichtige Rolle einnehmen, wird die Empfindlichkeit von Ökosystemen gegenüber Luftschadstoffeinträgen charakterisiert. Critical Loads werden im ECE-Raum nach einheitlichen Vorgaben auf der Grundlage des Standes des Wissens zu den Auswirkungen von Luftschadstoffbelastungen festgelegt (UNECE 2005). Critical Loads für Stickstoff sind die ökosystemspezifischen maximalen Stickstoffdepositionen, die ein Ökosystem nach dem heutigen Stand des Wissens längerfristig ertragen kann, ohne bezüglich Funktion und Struktur geschädigt zu werden. Die Critical Loads für Stickstoff sind wissenschaftlich breit abgestützt und liegen für die meisten Ökosysteme im Bereich von 5 bis 25 Kilogramm Stickstoff pro Hektare und Jahr (SAEFL 2003, UNECE 2003, UNECE 2005). Neben den Critical Loads für Stickstoff spielen auch die Critical Loads für die Einträge von versauernden Luftschadstoffen eine bedeutende Rolle.

Keine Überschreitung der Critical Loads für Stickstoff ist eines der ökologischen Ziele des Protokolls von Göteborg (Art. 2 UNECE 1999). Das Ziel soll gemäss Göteborg-Protokoll längerfristig und schrittweise erreicht werden. Critical Loads sind ökosystemorientiert und unabhängig von Emissions-, Ausbreitungs- und Depositionsberechnungen und -modellierungen. Allfällige Änderungen bei Emissionsberechnungen und Ausbreitungsmodellierungen beeinflussen demnach das Ziel nicht.

Das Ziel ist durch das Göteborg-Protokoll auf internationaler Ebene politisch breit abgestützt. Die Eidgenössischen Räte haben am 17. März 2005 den Bundesrat ermächtigt, das Göteborg-Protokoll zu ratifizieren (BBl 2004). Das Protokoll ist auf internationaler Ebene am 17. Mai 2005 in Kraft getreten.

Die Critical Loads als ökologische Ziele sind auch auf nationaler Ebene seit längerem politisch breit abgestützt. Im Jahre 1996 haben die beiden Bundesämter BAFU und BLW im Auftrag des Eidgenössischen Departements des Innern (EDI) und des Eidgenössischen Volkswirtschaftsdepartements (EVD) gemeinsam den Bericht Strategie zur Reduktion von Stickstoffemissionen herausgegeben (BUWAL und BLW 1996). Der Handlungsbedarf bei den Ammoniak- und Stickoxidemissionen wurde in dieser gesamtschweizerischen Analyse ebenfalls auf die Einhaltung der Critical Loads für Stickstoff ausgerichtet. Auch im Bericht des Bundesrates über die lufthygienischen

Massnahmen des Bundes und der Kantone vom 23. Juni 1999, der den Eidgenössischen Räten unterbreitet wurde, sind die Critical Loads als Grundlage für die Herleitung des Handlungsbedarfs aufgeführt (BBI 1999). Schliesslich sind sie auch im Bericht des Bundesrates zur Reduktion der Umweltrisiken von Düngern und Pflanzenschutzmitteln vom 21. Mai 2003, der ebenfalls den Eidgenössischen Räten unterbreitet wurde, als international vereinbarte ökologische Zielwerte für Stickstoffimmissionen (Critical Loads) festgehalten (BBI 2003).

Das Protokoll von Göteborg entspricht mit seinem wirkungsorientierten Ansatz dem geltenden schweizerischen Recht. So ist die Anwendung der besten verfügbaren Techniken unter der Berücksichtigung der örtlichen Bedingungen zur Emissionsminderung unerlässlich, um das längerfristige Ziel – keine Überschreitungen der Critical Loads – erreichen zu können. Der im Rahmen der Ausarbeitung des Göteborg-Protokolls erarbeitete und vom Exekutivorgan der Konvention verabschiedete Leitfaden zum Stand der Technik in Bezug auf die Minderung der Ammoniakemissionen (UNECE 2007) gilt als Richtschnur für die Vertragsparteien zur Umsetzung von Artikel 3 Absatz 8 des Protokolls.

Rechtliche Grundlagen

Nationales Recht

Bundesgesetz vom 7. Oktober 1983 über den Umweltschutz (Umweltschutzgesetz, USG), SR 814.01

Art. 1 Zweck

¹ Dieses Gesetz soll Menschen, Tiere und Pflanzen, ihre Lebensgemeinschaften und Lebensräume gegen schädliche oder lästige Einwirkungen schützen sowie die natürlichen Lebensgrundlagen, insbesondere die biologische Vielfalt und die Fruchtbarkeit des Bodens, dauerhaft erhalten.

² Im Sinne der Vorsorge sind Einwirkungen, die schädlich oder lästig werden könnten, frühzeitig zu begrenzen.

Art. 8 Beurteilung von Einwirkungen

Einwirkungen werden sowohl einzeln als auch gesamthaft und nach ihrem Zusammenwirken beurteilt.

Art. 11 Grundsatz

¹ Luftverunreinigungen, Lärm, Erschütterungen und Strahlen werden durch Massnahmen bei der Quelle begrenzt (Emissionsbegrenzungen).

² Unabhängig von der bestehenden Umweltbelastung sind Emissionen im Rahmen der Vorsorge so weit zu begrenzen, als dies technisch und betrieblich möglich und wirtschaftlich tragbar ist.

³ Die Emissionsbegrenzungen werden verschärft, wenn feststeht oder zu erwarten ist, dass die Einwirkungen unter Berücksichtigung der bestehenden Umweltbelastung schädlich oder lästig werden.

Art. 13 Immissionsgrenzwerte

¹ Für die Beurteilung der schädlichen oder lästigen Einwirkungen legt der Bundesrat durch Verordnung Immissionsgrenzwerte fest.

² Er berücksichtigt dabei auch die Wirkungen der Immissionen auf Personengruppen mit erhöhter Empfindlichkeit, wie Kinder, Kranke, Betagte und Schwangere.

Art. 14 Immissionsgrenzwerte für Luftverunreinigungen

Die Immissionsgrenzwerte für Luftverunreinigungen sind so festzulegen, dass nach dem Stand der Wissenschaft oder der Erfahrung Immissionen unterhalb dieser Werte

- a. Menschen, Tiere und Pflanzen, ihre Lebensgemeinschaften und Lebensräume nicht gefährden;
- b. die Bevölkerung in ihrem Wohlbefinden nicht erheblich stören;
- c. Bauwerke nicht beschädigen;
- d. die Fruchtbarkeit des Bodens, die Vegetation und die Gewässer nicht beeinträchtigen.

**Luftreinhalte-Verordnung vom 16. Dezember 1985 (LRV),
SR 814.318.142.1**

1. Kapitel: Allgemeine Bestimmungen

Art. 1 Zweck und Geltungsbereich

¹ Diese Verordnung soll Menschen, Tiere, Pflanzen, ihre Lebensgemeinschaften und Lebensräume sowie den Boden vor schädlichen oder lästigen Luftverunreinigungen schützen.

² Sie regelt:

- a. die vorsorgliche Emissionsbegrenzung bei Anlagen nach Artikel 7 des Gesetzes, welche die Luft verunreinigen;
- a.^{bis} die Abfallverbrennung im Freien;
- b. die Anforderungen an Brenn- und Treibstoffe;
- c. die höchstzulässige Belastung der Luft (Immissionsgrenzwerte);
- d. das Vorgehen für den Fall, dass die Immissionen übermässig sind.

Art. 2 Begriffe

⁵ Übermässig sind Immissionen, die einen oder mehrere Immissionsgrenzwerte nach Anhang 7 überschreiten. Bestehen für einen Schadstoff keine Immissionsgrenzwerte, so gelten die Immissionen als übermässig, wenn:

- a. sie Menschen, Tiere, Pflanzen, ihre Lebensgemeinschaften oder ihre Lebensräume gefährden;
- b. aufgrund einer Erhebung feststeht, dass sie einen wesentlichen Teil der Bevölkerung in ihrem Wohlbefinden erheblich stören;
- d. sie die Fruchtbarkeit des Bodens, die Vegetation oder die Gewässer beeinträchtigen.

2. Kapitel: Emissionen

1. Abschnitt: Emissionsbegrenzung bei neuen stationären Anlagen

Art. 3 Vorsorgliche Emissionsbegrenzung nach den Anhängen 1–4

¹ Neue stationäre Anlagen müssen so ausgerüstet sein, dass sie die im Anhang 1 festgelegten Emissionsbegrenzungen einhalten.

Art. 4 Vorsorgliche Emissionsbegrenzungen durch die Behörde

¹ Emissionen, für die diese Verordnung keine Emissionsbegrenzung festlegt oder eine bestimmte Begrenzung als nicht anwendbar erklärt, sind von der Behörde vorsorglich so weit zu begrenzen, als dies technisch und betrieblich möglich und wirtschaftlich tragbar ist.

² Technisch und betrieblich möglich sind Massnahmen zur Emissionsbegrenzung, die

- a. bei vergleichbaren Anlagen im In- oder Ausland erfolgreich erprobt sind oder
- b. bei Versuchen erfolgreich eingesetzt wurden und nach den Regeln der Technik auf andere Anlagen übertragen werden können.

³ Für die Beurteilung der wirtschaftlichen Tragbarkeit von Emissionsbegrenzungen ist auf einen mittleren und wirtschaftlich gesunden Betrieb der betreffenden Branche abzustellen. Gibt es in einer Branche sehr unterschiedliche Klassen von Betriebsgrössen, so ist von einem mittleren Betrieb der entsprechenden Klasse auszugehen.

Art. 5 Verschärfte Emissionsbegrenzungen durch die Behörde

¹ Ist zu erwarten, dass eine einzelne geplante Anlage übermässige Immissionen verursachen wird, obwohl die vorsorglichen Emissionsbegrenzungen eingehalten sind, so verfügt die Behörde für diese Anlage ergänzende oder verschärfte Emissionsbegrenzungen.

² Die Emissionsbegrenzungen sind so weit zu ergänzen oder zu verschärfen, dass keine übermässigen Immissionen verursacht werden.

2. Abschnitt: Emissionsbegrenzung bei bestehenden stationären Anlagen

Art. 7 Vorsorgliche Emissionsbegrenzung

Die Bestimmungen über die vorsorgliche Emissionsbegrenzung bei neuen stationären Anlagen (Art. 3, 4 und 6) gelten auch für bestehende stationäre Anlagen.

Art. 8 Sanierungspflicht

¹ Die Behörde sorgt dafür, dass bestehende stationäre Anlagen, die den Anforderungen dieser Verordnung nicht entsprechen, saniert werden.

² Sie erlässt die erforderlichen Vorschriften und legt darin die Sanierungsfrist nach Artikel 10 fest. Notfalls verfügt sie für die Dauer der Sanierung Betriebseinschränkungen oder die Stilllegung der Anlage.

³ Auf die Sanierung kann verzichtet werden, wenn sich der Inhaber verpflichtet, die Anlage innert der Sanierungsfrist stillzulegen.

Art. 9 Verschärfte Emissionsbegrenzungen

¹ Steht fest, dass eine einzelne bestehende Anlage übermässige Immissionen verursacht, obwohl sie die vorsorglichen Emissionsbegrenzungen einhält, so verfügt die Behörde für diese Anlage ergänzende oder verschärfte Emissionsbegrenzungen.

- ² Die Emissionsbegrenzungen sind so weit zu ergänzen oder zu verschärfen, dass keine übermässigen Immissionen mehr verursacht werden.
- ³ Die ergänzenden oder verschärften Emissionsbegrenzungen werden durch Sanierungsverfügungen mit den Fristen nach Artikel 10 Absatz 2 angeordnet. Notfalls verfügt die Behörde für die Dauer der Sanierung Betriebseinschränkungen oder die Stilllegung der Anlage.
- ⁴ Werden die übermässigen Immissionen durch mehrere Anlagen verursacht, so richtet sich das Verfahren nach den Artikeln 31–34.

3. Kapitel: Immissionen

2. Abschnitt: Massnahmen gegen übermässige Immissionen

Art. 31 Erstellung eines Massnahmenplans

Die Behörde erstellt einen Massnahmenplan nach Art 44a des Gesetzes, wenn feststeht oder zu erwarten ist, dass trotz vorsorglicher Emissionsbegrenzungen übermässige Immissionen verursacht werden durch:

- a. eine Verkehrsanlage;
- b. mehrere stationäre Anlagen.

Art. 32 Inhalt des Massnahmenplanes

- ¹ Der Massnahmenplan gibt an:
- a. die Quellen von Emissionen, die für die Entstehung der übermässigen Immissionen verantwortlich sind;
 - b. die Bedeutung der Emissionen der einzelnen Quellen für die Gesambelastung;
 - c. die Massnahmen zur Verminderung und Beseitigung von übermässigen Immissionen;
 - d. die Wirkung der einzelnen Massnahmen;
 - e. die rechtlichen Grundlagen, die für die einzelnen Massnahmen vorhanden oder noch zu schaffen sind;
 - f. die Fristen für die Anordnung und die Durchführung der Massnahmen;
 - g. die Behörden, die für den Vollzug der Massnahmen zuständig sind.

Art. 33 Verwirklichung des Massnahmenplanes

- ¹ Die im Plan angegebenen Massnahmen sind in der Regel innert fünf Jahren zu verwirklichen.
- ² In erster Dringlichkeit ordnet die Behörde die Massnahmen für Anlagen an, die mehr als 10 Prozent der Gesambelastung verursachen.
- ³ Die Kantone überprüfen regelmässig die Wirksamkeit der Massnahmen und passen bei Bedarf die Massnahmenpläne an. Sie informieren darüber die Öffentlichkeit.

Art. 34 Anträge der Kantone

- ¹ Sieht ein kantonaler Massnahmenplan die Anordnung von Massnahmen vor, welche in die Zuständigkeit des Bundes fallen, so unterbreitet der Kanton den Plan dem Bundesrat und stellt entsprechende Anträge.

Anhang 7: Immissionsgrenzwerte

Schadstoff	Immissionsgrenzwert	Statistische Definition
Stickstoffdioxid (NO ₂)	30 µg/m ³	Jahresmittelwert (arithmetischer Mittelwert)
	100 µg/m ³	95 % der ½-h-Mittelwerte eines Jahres ≥ 100 µg/m ³
	80 µg/m ³	24-h-Mittelwert; darf höchstens einmal pro Jahr überschritten werden
Ozon(O ₃)	100 µg/m ³	98 % der ½-h-Mittelwerte eines Monats ≥ 100 µg/m ³
	120 µg/m ³	1-h-Mittelwert; darf höchstens einmal pro Jahr überschritten werden

Internationales Recht

Konvention über weiträumige grenzüberschreitende Luftverunreinigung (UNECE 1979)

Art. 2 Grundprinzipien

Unter gebührender Berücksichtigung der jeweiligen Gegebenheiten und Probleme sind die Vertragsparteien entschlossen, den Menschen und seine Umwelt gegen Luftverunreinigung zu schützen; sie bemühen sich, die Luftverunreinigung einschliesslich der weiträumigen grenzüberschreitenden Luftverunreinigung einzudämmen und so weit wie möglich schrittweise zu verringern und zu verhindern.

Art. 6 Massnahmen der Luftreinhaltung

Unter Berücksichtigung der Artikel 2 bis 5, der laufenden Forschungsarbeiten, des Austausches von Informationen und der Überwachung und ihrer Ergebnisse, der Kosten und der Wirksamkeit örtlicher und sonstiger Abhilfemassnahmen und zur Bekämpfung der Luftverunreinigung, insbesondere der aus neuen oder umgebauten Anlagen stammenden, verpflichtet sich jede Vertragspartei, die bestmöglichen Politiken und Strategien einschliesslich der Systeme der Luftreinhaltung und der dazugehörigen Kontrollmassnahmen zu erarbeiten, die mit einer ausgewogenen Entwicklung vereinbar sind, vor allem durch den Einsatz der besten verfügbaren und wirtschaftlich vertretbaren Technologie sowie abfallarmer und abfallfreier Technologien.

Protokoll zum Übereinkommen von 1979 über weiträumige grenzüberschreitende Luftverunreinigung, betreffend die Verringerung der Versauerung, der Eutrophierung und bodennahem Ozon

UNECE 1999, sogenanntes Göteborg-Protokoll

Art. 2 Ziel

Ziel dieses Protokolls ist es, die Emissionen von Schwefel, Stickstoffoxiden, Ammoniak und flüchtigen organischen Verbindungen, die anthropogenen Ursprungs sind und von denen angenommen werden kann, dass sie aufgrund der Versauerung, Eutrophierung oder bodennahem Ozon infolge weiträumigen grenzüberschreitenden atmosphärischen Transports nachteilige Auswirkungen auf die menschliche Gesundheit, die natürlichen Ökosysteme, Materialien und landwirtschaftliche Kulturen haben, zu begrenzen und zu verringern, und so weit wie möglich zu gewährleisten, dass die atmosphärischen Depositionen oder Konzentrationen langfristig und schrittweise sowie unter Berücksichtigung des wissenschaftlichen Fortschritts folgende Werte nicht überschreiten:

- a. für Vertragsparteien im geographischen Anwendungsbereich des EMEP und Kanada die in Anhang I beschriebenen kritischen Eintragsraten für Versauerung;
- b. für Vertragsparteien im geographischen Anwendungsbereich des EMEP die in Anhang I beschriebenen kritischen Eintragsraten für Stickstoff mit düngender Wirkung und
- c. für Ozon
 - i) für Vertragsparteien im geographischen Anwendungsbereich des EMEP die in Anhang I beschriebenen kritischen Konzentrationen für Ozon;
 - ii) für Kanada die landesweite Norm für Ozon und
 - iii) für die Vereinigten Staaten von Amerika die nationale Luftqualitätsnorm für Ozon.

Art. 3 Grundlegende Verpflichtungen

¹ Jede Vertragspartei, für die in einer Tabelle des Anhangs II eine Emissionshöchstmenge angegeben ist, verringert entsprechend dieser Höchstmenge und den in jenem Anhang angegebenen Fristen ihre jährlichen Emissionen und hält sie auf diesem Stand. Jede Vertragspartei begrenzt ihre jährlichen Emissionen umweltschädigender Verbindungen mindestens entsprechend den Verpflichtungen in Anhang II.

² Jede Vertragspartei wendet die in den Anhängen IV, V und VI festgelegten Grenzwerte auf jede neue ortsfeste Quelle innerhalb einer in jenen Anhängen genannten

Kategorie ortsfester Quellen an, und zwar vor Ablauf der in Anhang VII angegebenen Fristen. Als Alternative kann eine Vertragspartei andere Strategien zur Emissionsminderung anwenden, die für alle Kategorien von Quellen zusammen zu äquivalenten Gesamtemissionen führen.

³ Jede Vertragspartei wendet, sofern dies technisch und wirtschaftlich machbar ist, unter Berücksichtigung von Kosten und Nutzen die in den Anhängen IV, V und VI festgelegten Grenzwerte auf alle bestehenden ortsfesten Quellen innerhalb einer in jenen Anhängen genannten Kategorie ortsfester Quellen an, und zwar vor Ablauf der in Anhang VII angegebenen Fristen. Als Alternative kann eine Vertragspartei andere Strategien zur Emissionsminderung anwenden, die für alle Kategorien von Quellen zusammen zu äquivalenten Gesamtemissionen führen, oder, für Vertragsparteien ausserhalb des geographischen Anwendungsbereichs des EMEP, die notwendig sind, um nationale oder regionale Ziele für die Minderung der Versauerung zu erreichen und nationale Luftqualitätsnormen einzuhalten.

⁵ Jede Vertragspartei wendet die in Anhang VIII genannten Grenzwerte für Kraftstoffe und neue mobile Quellen an, und zwar vor Ablauf der in Anhang VII angegebenen Fristen.

⁶ Jede Vertragspartei soll die besten verfügbaren Techniken auf mobile Quellen und alle neuen und bestehenden ortsfesten Quellen anwenden und dabei die Leitfäden I bis V, die vom Exekutivorgan auf seiner siebzehnten Tagung (Beschluss 1999/1) angenommen wurden, sowie eventuelle Änderungen derselben berücksichtigen.

⁸ Jede Vertragspartei wird vorbehaltlich des Absatzes 10 a. mindestens die in Anhang IX festgelegten Massnahmen zur Ammoniakverringerung anwenden und b. dort, wo sie es für geeignet hält, die besten verfügbaren Techniken zur Vermeidung und Verringerung von Ammoniakemissionen anwenden, wie sie in dem vom Exekutivorgan auf seiner siebzehnten Tagung (Beschluss 1999/1) angenommenen Leitfaden V und eventuellen Änderungen desselben aufgeführt sind.

Art. 6 Strategien, Politiken, Programme, Massnahmen und Informationen

¹ Jede Vertragspartei wird, soweit erforderlich und auf der Grundlage solider wissenschaftlicher und wirtschaftlicher Kriterien, zur Erleichterung der Erfüllung ihrer Verpflichtungen nach Artikel 3

a. unverzüglich nach dem Inkrafttreten dieses Protokolls für sie unterstützende Strategien, Politiken und Programme verabschieden;

b. Massnahmen zur Begrenzung und Verringerung der Emissionen von Schwefel, Stickstoffoxiden, Ammoniak und flüchtigen organischen Verbindungen ergreifen;

² Jede Vertragspartei sammelt und hält Informationen verfügbar über

a. die tatsächlichen Niveaus der Emissionen für Schwefel, Stickstoffverbindungen und flüchtige organische Verbindungen, die Immissionskonzentrationen und Depositionen dieser Verbindungen und des Ozons, wobei für Vertragsparteien im geographischen Anwendungsbereich des EMEP der Arbeitsplan des EMEP zu berücksichtigen ist, und

b. die Auswirkungen der Immissionskonzentrationen und der Depositionen von Schwefel, Stickstoffverbindungen, flüchtigen organischen Verbindungen und Ozon auf die menschliche Gesundheit, terrestrische und aquatische Ökosysteme und Materialien.

³ Jede Vertragspartei kann strengere als die in diesem Protokoll geforderten Massnahmen ergreifen.

Anhang I: Kritische Eintragsraten und Konzentrationen

I. Kritische Eintragsraten für die Versauerung

A. Für Vertragsparteien innerhalb des geographischen Anwendungsbereichs des EMEP

Die Ermittlung der kritischen Eintragsraten (im Sinne von Art. 1) im Hinblick auf die Versauerung von Ökosystemen erfolgt nach dem «Manual on methodologies and criteria for mapping critical levels/loads and geographical areas where they are exceeded». Sie stellen die Höchstmengen der von einem Ökosystem längerfristig ohne Schädigung tolerierbaren Deposition mit versauernder Wirkung dar. Bei den stickstoffbezogenen kritischen Säureeintragsraten werden auch die Stickstoff entziehenden Prozesse innerhalb des Ökosystems (z. B. Aufnahme durch Pflanzen) berücksichtigt. Bei den schwefelbezogenen kritischen Säureeintragsraten ist dies nicht der Fall. Bei einer kombinierten schwefel- und stickstoffbezogenen kritischen Säureeintragsrate wird Stickstoff nur dann berücksichtigt, wenn die Stickstoffdeposition grösser ist als die Stickstoff entziehenden Prozesse im Ökosystem. Alle von den Vertragsparteien gemeldeten kritischen Eintragsraten werden zusammengefasst und für die integrierte Bewertungsmodellierung verwendet, um bei der Festlegung der Emissionshöchstmengen in Anhang II als Richtschnur zu dienen.

II. Kritische Eintragsraten für Stickstoff mit düngender Wirkung

A. Für Vertragsparteien innerhalb des geographischen Anwendungsbereichs des EMEP

Die Ermittlung der kritischen Eintragsraten (im Sinne von Art. 1) im Hinblick auf Stickstoffeinträge mit düngender Wirkung (Eutrophierung) erfolgt nach dem «Manual on methodologies and criteria for mapping critical levels/loads and geographical areas where they are exceeded». Sie stellen die Höchstmengen der von einem Ökosystem längerfristig ohne Schädigung tolerierbaren eutrophierenden Stickstoffdeposition dar. Alle von den Vertragsparteien gemeldeten kritischen Eintragsraten werden zusammengefasst und für die integrierte Bewertungsmodellierung verwendet, um bei der Festlegung der Emissionshöchstmengen in Anhang II als Richtschnur zu dienen.

III. Kritische Konzentrationen für Ozon

A. Für Vertragsparteien innerhalb des geographischen Anwendungsbereichs des EMEP

Die Ermittlung der kritischen Konzentrationen (im Sinne des Artikels 1) für Ozon erfolgt zum Schutz von Pflanzen nach dem «Manual on methodologies and criteria for mapping critical levels/loads and geographical areas where they are exceeded». Sie werden als kumulative Exposition oberhalb eines Schwellenwerts der Ozonkonzentration von 40 ppb (parts per billion by volume) ausgedrückt. Dieser Expositionsindex wird als AOT40 (accumulated exposure over a threshold of 40 ppb = akkumulierte Exposition über einem Schwellenwert von 40 ppb) bezeichnet. Der AOT40-Wert wird durch Addieren der Differenz zwischen der stündlichen Konzentration (in ppb) und 40 ppb für jede Stunde berechnet, in der die Konzentration 40 ppb überschreitet.

Die langfristige kritische Ozonkonzentration für landwirtschaftliche Kulturen bei einem AOT40 von 3.000 ppb.h für Mai–Juli (als typische Vegetationsperiode verwendet) und während der Stunden mit Tageslicht wurde zur Bestimmung von gefährdeten Gebieten herangezogen, in denen die kritische Konzentration überschritten wird. In der für dieses Protokoll durchgeführten Berechnung mit dem integrierten Bewertungsmodell wurde als Richtschnur für die Festlegung der Emissionshöchstmengen in Anhang II eine bestimmte Verringerung der Überschreitungen angestrebt. Die langfristige kritische Ozonkonzentration für landwirtschaftliche Kulturen wird auch als Grundlage für den Schutz anderer Pflanzen wie etwa Bäume und die natürliche Vegetation betrachtet. Derzeit werden weitere wissenschaftliche Untersuchungen durchgeführt, um eine

differenziertere Interpretation der Folgen von Überschreitungen der kritischen Ozonkonzentrationen für die Vegetation zu ermöglichen.

Als kritische Ozonkonzentration für die menschliche Gesundheit gilt die Ozonkonzentration von $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ als 8-Stunden-Mittelwert aus der Luftqualitätsrichtlinie der Weltgesundheitsorganisation. In Zusammenarbeit mit dem Regionalbüro der Weltgesundheitsorganisation für Europa (WHO/EURO) wurde als Ersatz für die Luftqualitätsrichtlinie der Weltgesundheitsorganisation eine kritische Konzentration, ausgedrückt als AOT60 (akkumulierte

Exposition über einem Schwellenwert von 60 ppb, d. h. $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$) und berechnet über einen Zeitraum von einem Jahr, für die Berechnung mit dem integrierten Bewertungsmodell festgelegt. Diese wurde zur Bestimmung gefährdeter Gebiete herangezogen, in denen die kritische Konzentration überschritten wird. In der für dieses Protokoll durchgeführten Berechnung mit dem integrierten Bewertungsmodell wurde als Richtschnur für die Festlegung der Emissionshöchstmenge in Anhang II eine bestimmte Verringerung dieser Überschreitungen angestrebt.

Messung der Zielerreichung

Inwieweit der Stand der Technik zur Emissionsminderung angewandt wird, kann mit den periodisch von Bund und Kantonen durchgeführten Emissionserhebungen erfasst werden. Emissionsmessungen und -kontrollen bei Anlagen gemäss Artikel 13 der LRV gehören ebenfalls zum Überwachungsinstrumentarium.

Die Überwachung der Immissionen von Ammoniak (gasförmig), Stickoxiden (NO, NO₂; gasförmig), Salpetersäure (gasförmig), Ammonium in Aerosolen, Nitrat in Aerosolen sowie von Ammonium und Nitrat im Niederschlag wird durch den Bund (Referenz-Messnetz NABEL) und durch die Kantone durchgeführt. Das Konzept der Immissionsüberwachung entspricht den internationalen Anforderungen. Die Ergebnisse werden dem European Monitoring and Evaluation Programme (EMEP) übermittelt und dort für die gesamteuropäische Emissions-Immissions-Modellierung verwendet.

Zur Beurteilung, ob Stickstoffeinträge übermässig sind, werden neben der Messung der Konzentrationen und Frachten der wichtigen stickstoffhaltigen Luftschadstoffe auch validierte Emissions-Immissions-Ausbreitungsmodelle eingesetzt (Art. 27 LRV). Die Stickstoffgesamtdeposition wird durch Berücksichtigung von sämtlichen trocken und nass deponierten Stickstoffkomponenten ermittelt. Die nationale Modellierung erfolgt in einer räumlichen Auflösung von 1 x 1 Kilometer, die Modellierung für den europäischen ECE-Raum in einer Auflösung von 50 x 50 Kilometer (EMEP).

Stand der Zielerreichung

Die Emissionen von reaktiven Stickstoffformen in die Luft haben seit Mitte des 20. Jahrhunderts aufgrund menschlicher Aktivitäten weltweit und auch in der Schweiz stark zugenommen. Massnahmen zur Minderung der Emissionen haben seit den 1980er-Jahren dazu geführt, dass die gesamtschweizerischen Stickoxidemissionen bis heute etwa halbiert werden konnten. Immissionsmessungen bestätigen diesen Trend (BUWAL 2005). Dennoch werden in der Schweiz nach wie vor Immissionsgrenzwerte (LRV) für Stickstoffdioxid und Ozon sowie Critical Levels (UNECE) für Stickoxide und Ozon überschritten (BAFU 2007). Überschreitungen von Immissionsgrenzwerten (LRV) und von «Air Quality Guidelines» (WHO/Europe) werden auch beim Feinstaub

Kein Rückgang der Stickstoffdepositionen seit 2000

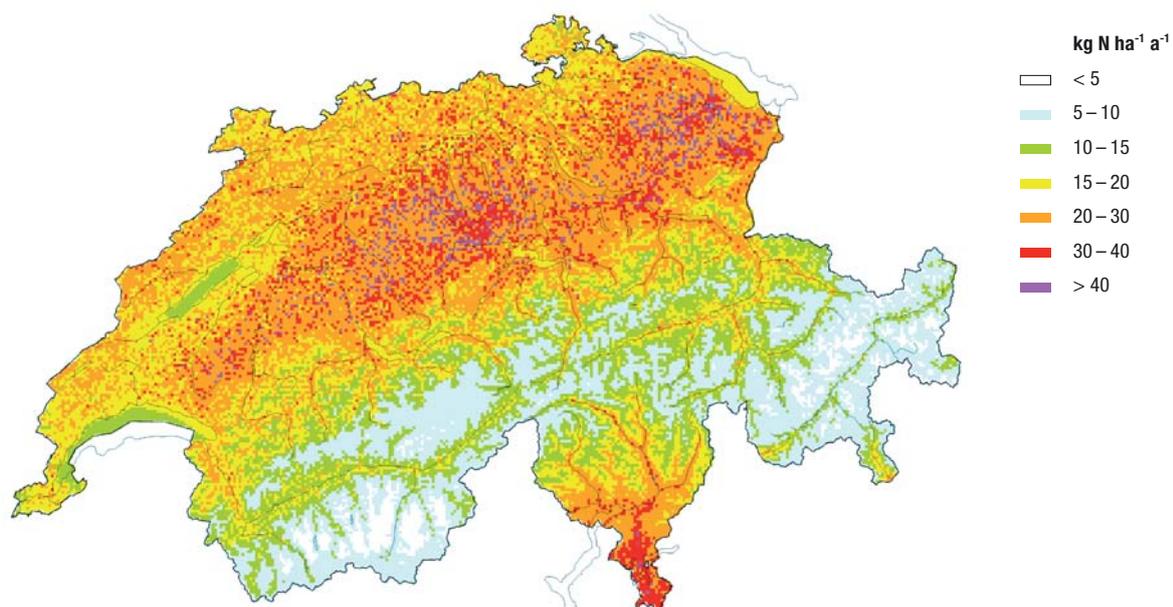
(PM10) gemessen. Bereits beschlossene strengere Abgasvorschriften bei Motorfahrzeugen und technische Fortschritte bei stationären Anlagen werden die Emissionen weiter senken.

Beim Ammoniak wurde für die Zeit nach 1980 ein gewisser und insbesondere für die zweite Hälfte der 1990er-Jahre ein deutlicher Rückgang der Emissionen berechnet (FAL/IUL-FAT 1996, SHL 2005). Immissionsmessungen von Ammoniak, Ammonium in Niederschlägen und ammoniumhaltigen Aerosolen zeigen aber, dass seit Beginn der 1990er-Jahre keine Abnahme der Belastung beobachtet werden kann (BAFU 2006, BAFU 2007; fub 2007).

Die Stickstoffeinträge in empfindliche Ökosysteme in der Schweiz liegen heute vielerorts deutlich über den international festgelegten Belastungsgrenzen (Critical Loads). Die Stickstoffdepositionen überschritten die Critical Loads um das Jahr 2000 auf etwa 95 % der Waldflächen und auf 55 % der weiteren naturnahen Ökosysteme wie Hochmoore und artenreiche Wiesen (EKL 2005). Zu diesen Überschreitungen tragen sowohl oxidierte Stickstoffverbindungen (die von den Stickoxiden stammen) als auch reduzierte Stickstoffverbindungen (die von Ammoniak stammen) bei. Seit dem Jahr 2000 ist kein Rückgang der Stickstoffdepositionen zu beobachten. Demnach ist das Ausmass der Überschreitungen der Critical Loads unverändert hoch (Abb. 11). Da die reduzierten Stickstoffverbindungen (Ammoniak, Ammonium) im gesamtschweizerischen Durchschnitt zwischen 60 und 80 % (je nach Standort) zum Stickstoffeintrag beitragen, ist der Handlungsbedarf bei den Ammoniakemissionen besonders hoch.

Abb. 11 > Modellierter Stickstoffdeposition auf die Schweiz

Gesamteintrag der oxidierten und reduzierten N-Komponenten, Bezugsjahr 2000, räumliche Auflösung 1 x 1 km



2.2.2 Umweltziel Landwirtschaft

Die Ammoniakemissionen aus der Landwirtschaft betragen maximal 25 000 Tonnen Stickstoff pro Jahr.

Herleitung

Treten trotz vorsorglicher Emissionsbegrenzung übermässige Immissionen auf wie zum Beispiel übermässige Stickstoffeinträge in empfindliche Ökosysteme, dann stellt sich im Zusammenhang mit dem Abbau der übermässigen Immissionen die Frage nach dem Ausmass der erforderlichen Emissionsminderungen, um die Belastung unter die kritischen Belastungsgrenzen absenken zu können. Bei der Herleitung von länderspezifischen wirkungsorientierten Höchstmengen von Luftschadstoffemissionen (auch als kritische Schadstoffflüsse bezeichnet) muss auch berücksichtigt werden, dass Luftschadstoffe weiträumig verfrachtet und umgewandelt werden und somit jedes Land primäre und sekundäre Schadstoffe exportiert und importiert (EMEP 2007).

Ausgehend von einer wirkungsorientierten Betrachtung, die nach dem geltenden nationalen und internationalen Recht vorgegeben ist und bei den stickstoffhaltigen Luftschadstoffen (Stickoxide, Ammoniak) den Handlungsbedarf bestimmt, sind die folgenden, auf den Schutz der menschlichen Gesundheit und der Ökosysteme ausgerichteten Belastungsgrenzen von Bedeutung:

1. die Immissionsgrenzwerte der Luftreinhalte-Verordnung für Stickstoffdioxid (Anhang 7 LRV);
2. die Immissionsgrenzwerte der Luftreinhalte-Verordnung für Ozon (Anhang 7 LRV) und die Critical Levels der UNECE für Ozon (Annex I UNECE 1999);
3. die Critical Loads der UNECE für Stickstoffeinträge und Einträge mit versauernder Wirkung in empfindliche Ökosysteme (Annex I UNECE 1999).

Die Immissionsgrenzwerte der LRV und die Critical Levels der UNECE für Ozon sind im Zusammenhang mit stickstoffhaltigen Luftschadstoffen deshalb von Bedeutung, weil die Stickoxide zusammen mit den flüchtigen organischen Verbindungen (VOC) wichtige Vorläuferschadstoffe bei der Bildung von Ozon sind.

Die Kenntnisse der Emissions-Immissions-Beziehungen bei Luftschadstoffen sowie die Möglichkeiten, diese Beziehungen mit Ausbreitungs-, Umwandlungs- und Depositionsmodellen nachzubilden, erlauben es heute, bei gegebenen immissionsseitigen Schutzziele den Emissionsminderungsbedarf zum Erreichen dieser Ziele abzuleiten. So müssen die gesamtschweizerischen Stickoxidemissionen gegenüber dem Stand im Jahre 2000 von 33 000 Tonnen Stickoxid-Stickstoff auf einen Stand von rund 20 000 Tonnen pro Jahr vermindert werden, um den Immissionsgrenzwert der LRV für Stick-

stoffdioxid von 30 Mikrogramm pro Kubikmeter ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) (Jahresmittelwert) einhalten zu können (EKL 2005).

Gemäss den Abklärungen der Eidgenössischen Kommission für Lufthygiene müssen die gesamtschweizerischen Stickoxidemissionen – bei gleichzeitiger erheblicher Minderung der VOC-Emissionen – gegenüber ihrem Höchststand Mitte der 1980er-Jahre um 70 bis 80 % reduziert werden, damit die Überschreitungen der Immissionsgrenzwerte für Ozon abgebaut werden können (EKL 1989). Daraus ergibt sich, dass die gesamtschweizerischen Emissionen noch etwa 11 000 bis 16 000 Tonnen Stickoxid-Stickstoff pro Jahr betragen dürften. Weitere Untersuchungen zur Ozonbelastung in der Schweiz haben den hohen Minderungsbedarf bei den Emissionen der Ozonvorläuferschadstoffe bestätigt (Keller et al. 2005). Die Einhaltung des Immissionsgrenzwertes für Ozon verlangt also zusätzliche Stickoxid-Emissionsminderungen im Vergleich zur Einhaltung des Stickstoffdioxid-Immissionsgrenzwertes. Gegenüber dem Stand der Emissionen der Stickoxide im Jahre 2000 ist mehr als eine Halbierung erforderlich (BBI 1999 und EKL 2005).

Die derzeitigen Überschreitungen der Critical Loads für Stickstoff (Kapitel 2.2.1) lassen den Schluss zu, dass die gesamtschweizerischen Stickstoffeinträge in empfindliche Ökosysteme mindestens halbiert werden müssen, um die Critical Loads für Stickstoff einhalten zu können (BBI 1999, EKL 2005). Werden die zur Einhaltung des Ozon-Immissionsgrenzwertes erforderlichen weitreichenden Stickoxid-Emissionsminderungen, das heisst eine Reduktion der Emissionen auf 11 000 Tonnen Stickoxid-Stickstoff pro Jahr unter Berücksichtigung des Schadstoffexports, auf die Stickstoffdeposition umgelegt, und werden für die aus dem Ausland importierten Luftverunreinigungen etwa gleich strenge Massstäbe angelegt, so ergibt dies bei Anwendung der Import-Export-Bilanzen nach EMEP eine Gesamtdeposition von oxidierten Stickstoffverbindungen auf die Schweiz von etwa 11 000 Tonnen Stickstoff verglichen mit rund 30 000 Tonnen Stickstoff, die durchschnittlich pro Jahr im Zeitraum 1985 bis 1995 auf die Landesfläche der Schweiz deponiert wurden (EMEP 1995).

In Bezug auf die Einhaltung der Critical Loads heisst das, dass die gesamtschweizerischen Ammoniakemissionen auf einen Stand von etwa 25 000 Tonnen Ammoniak-Stickstoff pro Jahr vermindert werden müssen (siehe dazu auch BUWAL und BLW 1996, EKL 2005), damit eine maximale Deposition von reduzierten Stickstoffverbindungen auf die Schweiz von rund 23 000 Tonnen Stickstoff – wiederum unter Berücksichtigung der Import-Export-Bilanzen nach EMEP – erreicht werden kann. Zusammen mit der Deposition der (v.a. nicht landwirtschaftlichen) oxidierten Stickstoffverbindungen von 11 000 Tonnen Stickstoff resultiert so eine Gesamtstickstoffdeposition auf die Schweiz von 34 000 Tonnen pro Jahr. Die Depositionsmodellierung in der räumlichen Auflösung von 1 x 1 Kilometer zeigt, dass rund 75 % dieser Gesamtdeposition auf 62 % der Landesfläche der Schweiz niedergehen, wo sich die inventarisierten schützenswerten Ökosysteme befinden. Mit den insgesamt 34 000 Tonnen Stickstoff ergibt sich so eine durchschnittliche Deposition von 10 Kilogramm Stickstoff pro Hektare und Jahr, was etwa dem 50-Perzentilwert der Häufigkeitsverteilung aller Critical Loads für Stickstoffeinträge in empfindliche Ökosysteme der Schweiz entspricht (EKL 2005). Da die Häufigkeitsverteilung der Critical Loads für Stickstoffeinträge im Bereich von

7,5 bis 12,5 Kilogramm Stickstoff pro Hektare und Jahr einen steilen Verlauf zeigt, kann davon ausgegangen werden, dass bei einer Verringerung der Deposition auf 10 Kilogramm Stickstoff pro Hektare und Jahr ein wesentlicher Teil der empfindlichen Ökosysteme vor Eutrophierung geschützt würde (BUWAL und BLW 1996).

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass die kritischen Flüsse (Emissionen) für Stickoxid-Stickstoff und Ammoniak-Stickstoff das Ergebnis einer gesamtschweizerischen Stickstoff-Flussanalyse sind, bei welcher wirkungsorientierte Belastungsgrenzen (Immissionsgrenzwerte für Ozon, Critical Loads für Stickstoffeinträge) vorgegeben und die wichtige Rolle der Stickoxide als Vorläuferschadstoffe des Ozons, das Zusammenwirken der Stickoxid- und der Ammoniakemissionen bei der Stickstoffdeposition sowie die Import-Export-Bilanzen für Luftschadstoffe nach EMEP berücksichtigt werden. Das Ergebnis dieser Analyse zeigt, dass dank der sehr hohen Emissionsminderung bei den Stickoxiden, die im Hinblick auf die Einhaltung der Ozon-Immissionsgrenzwerte erforderlich ist, eine gewisse Entlastung beim Bedarf nach Ammoniak-Emissionsminderungen resultiert. Die Ammoniakemissionen müssen deshalb etwas weniger als halbiert werden, nämlich von schätzungsweise 44 000 Tonnen Ammoniak-Stickstoff im Jahre 2000 auf 25 000 Tonnen – dies obwohl die reduzierten Stickstoffverbindungen deutlich mehr zur gesamten Deposition beitragen als die oxidierten.

Bereits im Bericht «Strategie zur Reduktion von Stickstoffemissionen», der im Auftrag des EDI und des EVD erstellt wurde (BUWAL und BLW 1996), im Bericht des Bundesrates über die lufthygienischen Massnahmen des Bundes und der Kantone, der 1999 den Eidgenössischen Räten vorgelegt wurde (BB1 1999), und im Status-Bericht der Eidgenössischen Kommission für Lufthygiene betreffend «Stickstoffhaltige Luftschadstoffe in der Schweiz», der im Jahre 2005 dem Bundesrat zur Kenntnis gebracht wurde (EKL 2005), sind die ökologischen Zielsetzungen bei den Ammoniak- und Stickoxidemissionen und der sich daraus ergebende Handlungsbedarf bei den stickstoffhaltigen Luftschadstoffen vergleichbar beurteilt worden.

Rechtliche Grundlage

Es gelten die gleichen rechtlichen Grundlagen wie für das allgemeine Umweltziel stickstoffhaltige Luftschadstoffe.

Messung der Zielerreichung

Die Zielerreichung kann mit periodisch durchgeführten Emissionserhebungen (Betriebserhebungen, Berechnungen, Modellierungen) verfolgt werden, welche die zeitlichen Veränderungen bei den landwirtschaftlichen Produktionstechniken, insbesondere bei der Nutztierhaltung, berücksichtigen. Dazu sind detaillierte Aktivitätsdaten zur Landwirtschaft und periodisch nach dem nationalen und internationalen Stand des Wissens aktualisierte Emissionsfaktoren für einzelne emissionsrelevante Prozesse bei landwirtschaftlichen Betrieben erforderlich.

Stand der Zielerreichung

Bisherige Abschätzungen der Ammoniakemissionen haben für das Jahr 2000 gesamtschweizerische Emissionen von 44 000 Tonnen Ammoniak-Stickstoff ergeben. Zwischen 1995 und 2000 wurde eine deutliche Abnahme und ab 2000 eine weitere leichte Abnahme der Emissionen berechnet (SHL 2005). Da die Ergebnisse von Messungen der Immissionen von reduzierten Stickstoffverbindungen diese zeitliche Entwicklung nicht zeigen und insbesondere auch seit 2000 kein Rückgang bei den gemessenen Konzentrationen und Frachten beobachtet werden kann, wurde mit einer Reevaluation der Emissionsberechnungsmodelle begonnen, die zurzeit noch nicht abgeschlossen ist (BAFU 2006). Aufgrund der Ergebnisse der Immissionsmessungen muss aber davon ausgegangen werden, dass die Emissionen seit 2000 nicht abgenommen haben und deshalb die Ziellücke unverändert hoch ist.

Literatur

BAFU 2006: Analyse der zeitlichen Entwicklung von Emissionen und Immissionen sowie der Beziehung zwischen Emissionen und Immissionen bei reduzierten N-Verbindungen (Ammoniak, Ammonium). Bundesamt für Umwelt, Abt. Luftreinhaltung und NIS, Sektion Luftqualität: 13 S.

BAFU 2007: NABEL, Luftbelastung 2006. Messresultate des Nationalen Beobachtungsnetzes für Luftfremdstoffe (NABEL). Bundesamt für Umwelt (BAFU) und Eidg. Materialprüfungs- und Forschungsanstalt (EMPA). Umwelt-Zustand 26/07: 139 S.

BBI 1999: Bericht des Bundesrats über die lufthygienischen Massnahmen des Bundes und der Kantone vom 23. Juni 1999 (BBI 1999: 7735–7758).

BBI 2003: Bericht des Bundesrates über die Reduktion der Umweltrisiken von Düngern und Pflanzenschutzmitteln vom 21. Mai 2003 (BBI Nr. 26 vom 8. Juli 2003: 4802–4810), sowie ausführliche Fassung des Berichts (BUWAL, STUD-4800-D).

BBI 2004: Botschaft zur Ratifikation des Protokolls vom 30. November 1999 zum Übereinkommen von 1979 über weiträumige grenzüberschreitende Luftverunreinigung, betreffend die Verringerung der Versauerung, der Eutrophierung und des bodennahen Ozons vom 19. Mai 2004 (BBI Nr. 25 vom 29. Juni 2004: 3013–3104).

Bosonnet R. 2002: Luftreinhaltung in der Landwirtschaft: Mehr als die Bekämpfung übler Gerüche. Vereinigung für Umweltrecht, Zürich. Band 16, Heft 6/2: 565–594.

BUWAL, BLW 1996: Strategie zur Reduktion von Stickstoffemissionen. Bericht der Projektgruppe Stickstoffhaushalt Schweiz. Schriftenreihe Umwelt Nr. 273. Hrsg.: Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft (BUWAL) in Zusammenarbeit mit dem Bundesamt für Landwirtschaft (BLW), Bern: 143 S.

BUWAL 2002: Mitteilungen zur Luftreinhalte-Verordnung Nr. 13. Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft (BUWAL), Bern: 10 S.

BUWAL 2005: Weiterentwicklung des Luftreinhalte-Konzepts. Stand, Handlungsbedarf, mögliche Massnahmen. Schriftenreihe Umwelt Nr. 379. Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft, Bern: 171 S.

EKL 1989: Ozon in der Schweiz. Status-Bericht der Eidg. Kommission für Lufthygiene (EKL). Schriftenreihe Nr. 101. Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft (BUWAL), Bern: 271 S.

EKL 2005: Stickstoffhaltige Luftschadstoffe in der Schweiz. Status-Bericht der Eidg. Kommission für Lufthygiene (EKL). Schriftenreihe Umwelt Nr. 384. Bundesamt für Umwelt Wald und Landschaft (BUWAL), Bern: 170 S.

EMEP 1995: European Transboundary Acidifying Air Pollution. Convention on Long-range Transboundary Air Pollution, Co-operative programme for monitoring and evaluation of the long-range transmission of air pollutants in Europe. EMEP/MSC-W Report 1/95.

EMEP 2007: Transboundary acidification, eutrophication and ground level ozone in Europe in 2005. Convention on Long-range Transboundary Air Pollution, Co-operative programme for monitoring and evaluation of the long-range transmission of air pollutants in Europe. EMEP Status Report 1/2007: 137 p.

FAL/IUL-FAT 1996: Ammoniak-Emissionen Schweiz. Stand, Entwicklung, technische und betriebswirtschaftliche Möglichkeiten zur Reduktion, Empfehlungen. Eidg. Forschungsanstalt für Agrarökologie und Landbau (FAL) – Institut für Umweltschutz und Landwirtschaft (IUL), Eidg. Forschungsanstalt für Agrarwirtschaft und Landtechnik (FAT): 87 S.

fub 2007: Ammoniak-Immissionsmessungen in der Schweiz 2000 bis 2006. Im Auftrag des Bundesamtes für Umwelt (BAFU), der OSTLUFT und der Kantone Luzern und Freiburg. fub – Forschungsstelle für Umweltbeobachtung, Rapperswil: 55 S.

Keller J., Andreani-Aksoyoglu S., Tinguely M., Prévôt A. 2005: Emission Scenarios 1985–2010: Their Influence on Ozone in Switzerland. Paul Scherrer Institut, PSI Bericht Nr. 05–07, July 2005.

SAEFL 2001: Exceedance of critical loads of nitrogen in Switzerland for different ammonia emission reduction scenarios. In: UNECE Ammonia Expert Group, Berne, 18–20 September 2000, Proceedings. Environmental Documentation No. 133, Swiss Agency for the Environment, Forests and Landscape (SAEFL), Berne: 157 p.

SAEFL 2003: Empirical Critical Loads for Nitrogen, Expert Workshop held under the Convention on Long-range Transboundary Air Pollution (UNECE), Environmental Documentation No. 164, Swiss Agency for the Environment, Forests and Landscape (SAEFL), Berne: 327 p.

SHL 2005: Ammoniakemissionen in der Schweiz: Neues Emissionsinventar 1990 bis 2000 mit Hochrechnungen bis 2003. Technischer Schlussbericht. Schweizerische Hochschule für Landwirtschaft (SHL) Zollikofen: 51 p.

UNECE 1999: United Nations Economic Commission for Europe. Protocol to the 1979 Convention on Long-range Transboundary Air Pollution to Abate Acidification, Eutrophication and Ground-level Ozone. Done at Gothenburg (Sweden) 30 November 1999 (www.unece.org/env/lrtap).

UNECE 2003: Expert Workshop on Empirical Critical Loads for Nitrogen Deposition on (Semi-)Natural Ecosystems. Summary Report. United Nations Economic Commission for Europe, Executive Body for the Convention on Long-range Transboundary Air Pollution, Working Group on Effects. EB.AIR/WG.1/2003/14: 8 p.

UNECE 2005: Manual on methodologies and criteria for Modelling and Mapping Critical Loads & Levels and Air Pollution Effects, Risks and Trends. Convention on Long-range Transboundary Air Pollution, United Nations Economic Commission for Europe (UNECE).

UNECE 2007: Guidance Document on Control Techniques for Preventing and Abating Emissions of Ammonia. United Nations Economic Commission for Europe, Executive Body for the Convention on Long-range Transboundary Air Pollution, Working Group on Strategies and Review. ECE/EB.AIR/WG.5/2007/13: 35 p.

WHO/Europe 2000: Air Quality Guidelines for Europe, Second Edition. World Health Organization, Regional Office for Europe, Copenhagen. WHO Regional Publications, European Series No 91: 273 p.

WHO/Europe 2006: Air Quality Guidelines, Global Update 2005. Particulate matter, ozone, nitrogen dioxide and sulfur dioxide. World Health Organization, Regional Office for Europe: 484 p.

2.3 Dieseleruss



Dieseleruss ist ein besonders gesundheitsschädlicher Teil des Feinstaubes.

Einführung

Feinstaub ist ein Gemisch von kleinsten Staubteilchen, die einen Durchmesser von weniger als 10 Mikrometer aufweisen und deshalb auch PM10 (PM = **P**articulate **M**atter) genannt werden. Die geltenden Immissionsgrenzwerte der Luftreinhalteverordnung (LRV) für PM10 werden in der Schweiz häufig und zum Teil massiv überschritten. Die sehr feinen Partikel können tief in die feinsten Verästelungen der Lunge eindringen und von dort zum Teil in die Lymph- und Blutbahnen gelangen. Feinstaub trägt dadurch zu Atemwegs- und Herz-Kreislauf-Erkrankungen bei und führt in der Schweiz jährlich zu rund 3700 vorzeitigen Todesfällen. Ein besonders gesundheitsschädlicher Teil des Feinstaubes ist Dieseleruss, der von Verbrennungsmotoren emittiert wird und vor allem aus unverbranntem Kohlenstoff besteht. Die Partikelgrösse der primären Feststoffpartikel in der Nähe des Auspuffs beträgt 20 bis 300 Nanometer. Dieseleruss enthält krebserregende Bestandteile.

**3700 vorzeitige Todesfälle
durch Dieseleruss**

Beitragende Sektoren

Dieseleruss wird hauptsächlich vom Strassenverkehr, von land- und forstwirtschaftlichen Maschinen, von Baumaschinen, von Industriemotoren, von Schiffen und von Schienenfahrzeugen emittiert. Die effektiven Beiträge der einzelnen Sektoren können rasch ändern, weil sie stark abhängig sind vom jeweiligen Ausrüstungsstand mit Partikelfiltern. Dieser ist bei verschiedenen Sektoren bereits fortgeschritten, weshalb der relative Anteil der land- und forstwirtschaftlichen Maschinen tendenziell ansteigt. Neue Emissionsdaten werden demnächst publiziert.

Rolle der Landwirtschaft

Die Dieselerussmissionen der land- und forstwirtschaftlichen Maschinen liegen in der gleichen Grössenordnung wie diejenigen aller schweren Nutzfahrzeuge (je knapp 20 % der Gesamtemissionen). Die meisten der in der Landwirtschaft eingesetzten Maschinen (Traktoren, Transporter, Hoflader, Mähdrescher, Feldhäcksler usw.) stossen Dieselerusspartikel aus.

Filtersysteme können den Partikelaustritt der Traktoren deutlich reduzieren (Landis et al. 2007). Die Reduktion der Partikelmasse mit wirkungsvollen Partikelfiltern beträgt mindestens 95 %, das heisst, die Emissionen werden um mindestens einen Faktor 20 verringert. Ab Werk oder durch den Importeur eingebaute Partikelfilter werden heute für neue Traktoren auf dem Markt angeboten. Die Nachrüstung bei älteren Traktoren ist technisch möglich. Bisher werden die Traktoren allerdings nicht serienmässig mit Partikelfiltern ausgerüstet. Zur Einhaltung der gültigen Abgasvorschriften ist die Ausrüstung mit Partikelfiltern bisher nicht erforderlich.

2.3.1 Allgemeines Umweltziel

Reduktion der gesamten Dieselerussmissionen in der Schweiz auf 100 Tonnen pro Jahr.

Herleitung

Das Umweltschutzgesetz (USG) und die Luftreinhalte-Verordnung (LRV) bezwecken den Schutz von Menschen und Umwelt vor schädlichen oder lästigen Einwirkungen. Im Sinne der Vorsorge sind solche Einwirkungen frühzeitig zu begrenzen (Art. 1 USG). Einwirkungen sind unter anderem Luftverunreinigungen, die durch den Bau und Betrieb von Anlagen erzeugt werden. Landwirtschaftliche Geräte und Maschinen gelten als ortsfeste Anlagen im Sinne des Umweltschutzgesetzes (Art. 7 USG) und der Luftreinhalte-Verordnung (Art. 2 LRV).

Das Umweltschutzgesetz kennt in Artikel 11 ein zweistufiges Schutzkonzept. Auf der ersten Stufe sind die Emissionen unabhängig von der bestehenden Umweltbelastung im Rahmen der Vorsorge so weit zu begrenzen, als dies technisch und betrieblich möglich und wirtschaftlich tragbar ist. Anhang 1 der Luftreinhalte-Verordnung führt die Vorsorge bezüglich Dieseleruss weiter aus. Danach sind die Emissionen von krebserzeugenden Stoffen unabhängig vom Risiko der durch sie verursachten Belastung so weit zu begrenzen, als dies technisch und betrieblich möglich und wirtschaftlich tragbar ist (Minimierungsgebot).

Auf der zweiten Stufe werden die Emissionsbegrenzungen verschärft, wenn feststeht oder zu erwarten ist, dass die Einwirkungen unter Berücksichtigung der bestehenden Umweltbelastung schädlich oder lästig werden. Die verschärften Massnahmen sind vom Bund (insbesondere bei einer landesweit übermässigen Belastungssituation) und von den Kantonen (in Form von Massnahmenplänen bei lokal übermässiger Belastung aufgrund mehrerer Quellen) unabhängig von der wirtschaftlichen Tragbarkeit anzuordnen. Bei der Beurteilung der Verhältnismässigkeit kommt dem öffentlichen Interesse an der Reduktion der Umwelteinwirkungen verstärktes Gewicht zu.

Die Immissionsgrenzwerte für Feinstaub werden häufig und weiträumig überschritten. Die Dieselerussmissionen tragen als Bestandteil des Feinstaubes zur Überschreitung dieser Grenzwerte bei. Dieseleruss gilt zudem als krebserzeugender Stoff. Laut Artikel 4 sowie Anhang 1 (LRV) sind die Emissionen von krebserzeugenden Stoffen unabhängig vom Risiko der durch sie verursachten krebserzeugenden Belastung so weit zu begrenzen, als dies technisch und betrieblich möglich und wirtschaftlich tragbar ist. Weil für krebserregende Substanzen bisher unschädliche Schwellenkonzentrationen nicht nachgewiesen werden konnten, gibt es für Dieseleruss keinen eigenen Immissionsgrenzwert. Als übermässig im Sinne des Umweltschutzgesetzes gelten demzufolge schon kleinste

Konzentrationen. Der Schutzanspruch auf Nichtgefährdung durch anthropogene Einwirkungen von Einzelsubstanzen ist erst dann gewährleistet, wenn ein Risiko kaum nachweisbar ist. Bei kanzerogenen Schadstoffen sollte als Schutzziel ein Lebenszeit-Risiko von höchstens einem Krebsfall pro Million Einwohner gelten (Brunner 2000).

Aus einer Studie der deutschen Bund-Länder-Arbeitsgemeinschaft Immissionsschutz (LAI 2006) ergibt sich eine maximal tolerierbare Konzentration von $0,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ Russ in der Atemluft. Laut Statusbericht der Eidgenössischen Kommission für Lufthygiene (EKL 2007) dürften zur Einhaltung dieses Risikos aufgrund der Risikofaktoren der WHO (WHO 2006) in der Schweiz höchstens 100 bis 200 Tonnen Russ pro Jahr emittiert werden. Wenn davon ausgegangen wird, dass der Dieselmuss mindestens 50 % der Gesamtrussbelastung ausmacht, dann muss die Belastung von gut 2000 Tonnen Dieselmuss im Jahre 2005 auf 100 Tonnen pro Jahr verringert werden.

Rechtliche Grundlagen

Bundesgesetz vom 7. Oktober 1983 über den Umweltschutz (Umweltschutzgesetz, USG), SR 814.01

Art. 1 Zweck

- ¹ Dieses Gesetz soll Menschen, Tiere und Pflanzen, ihre Lebensgemeinschaften und Lebensräume gegen schädliche oder lästige Einwirkungen schützen sowie die natürlichen Lebensgrundlagen, insbesondere die biologische Vielfalt und die Fruchtbarkeit des Bodens, dauerhaft erhalten.
- ² Im Sinne der Vorsorge sind Einwirkungen, die schädlich oder lästig werden könnten, frühzeitig zu begrenzen.

Art. 7 Abs. 7 Definitionen

- ⁷ Anlagen sind Bauten, Verkehrswege und andere ortsfeste Einrichtungen sowie Terrainveränderungen. Den Anlagen sind Geräte, Maschinen, Fahrzeuge, Schiffe und Luftfahrzeuge gleichgestellt.

Art. 11 Grundsatz

- ¹ Luftverunreinigungen, Lärm, Erschütterungen und Strahlen werden durch Massnahmen bei der Quelle begrenzt (Emissionsbegrenzungen).
- ² Unabhängig von der bestehenden Umweltbelastung sind Emissionen im Rahmen der Vorsorge so weit zu begrenzen, als dies technisch und betrieblich möglich und wirtschaftlich tragbar ist.
- ³ Die Emissionsbegrenzungen werden verschärft, wenn feststeht oder zu erwarten ist, dass die Einwirkungen unter Berücksichtigung der bestehenden Umweltbelastung schädlich oder lästig werden.

Luftreinhalte-Verordnung vom 16. Dezember 1985 (LRV), SR 814.318.142.1

1. Kapitel: Allgemeine Bestimmungen

Art. 1 Zweck und Geltungsbereich

- ¹ Diese Verordnung soll Menschen, Tiere, Pflanzen, ihre Lebensgemeinschaften und Lebensräume sowie den Boden vor schädlichen oder lästigen Luftverunreinigungen schützen.
- ² Sie regelt:

- a. die vorsorgliche Emissionsbegrenzung bei Anlagen nach Artikel 7 des Gesetzes, welche die Luft verunreinigen;
- a.^{bis} die Abfallverbrennung im Freien;
- b. die Anforderungen an Brenn- und Treibstoffe;
- c. die höchstzulässige Belastung der Luft (Immissionsgrenzwerte);
- d. das Vorgehen für den Fall, dass die Immissionen übermässig sind.

Art. 2 Begriffe

Als stationäre Anlagen gelten:

- a. Bauten und andere ortsfeste Einrichtungen;
- c. Geräte und Maschinen;
- ² Als Fahrzeuge gelten Motorfahrzeuge, Luftfahrzeuge, Schiffe und Eisenbahnen.
- ⁵ Übermässig sind Immissionen, die einen oder mehrere Immissionsgrenzwerte nach Anhang 7 überschreiten. Bestehen für einen Schadstoff keine Immissionsgrenzwerte, so gelten die Immissionen als übermässig, wenn:
- a. sie Menschen, Tiere, Pflanzen, ihre Lebensgemeinschaften oder ihre Lebensräume gefährden;
- b. aufgrund einer Erhebung feststeht, dass sie einen wesentlichen Teil der Bevölkerung in ihrem Wohlbefinden erheblich stören;
- d. sie die Fruchtbarkeit des Bodens, die Vegetation oder die Gewässer beeinträchtigen.

2. Kapitel: Emissionen

Art. 4 Vorsorgliche Emissionsbegrenzungen durch die Behörde

- ¹ Emissionen, für die diese Verordnung keine Emissionsbegrenzung festlegt oder eine bestimmte Begrenzung als nicht anwendbar erklärt, sind von der Behörde vorsorglich so weit zu begrenzen als die technisch und betrieblich möglich und wirtschaftlich tragbar ist.

Anhang 1 Ziff 8 Krebserzeugende Stoffe

82 Emissionsbegrenzung

- ¹ Die Emissionen von krebserzeugenden Stoffen sind unabhängig vom Risiko der durch sie verursachten krebserzeugenden Belastung so weit zu begrenzen, als dies technisch und betrieblich möglich und wirtschaftlich tragbar ist.

Messung der Zielerreichung

Gemessen werden die Dieselermissionen am Auspuff der Fahrzeuge oder Maschinen in Gramm pro Kilometer oder Gramm pro Kilowattstunde. Mit den jährlich erhobenen Fahrzeugkilometern, den Betriebsstunden und den motorenspezifischen Emissionsfaktoren lassen sich die Zeitreihen berechnen, welche in den Datenbanken des BAFU für den Strassenverkehr (BAFU 2004) und für die Offroad-Maschinen (land- und forstwirtschaftliche Maschinen, Baumaschinen, Schifffahrt und Bahnen; BAFU 2008) festgehalten werden. Die Zielerreichung wird regelmässig anhand der vom BAFU berechneten Luftschadstoffemissionen überprüft.

Stand der Zielerreichung

Im Jahre 2005 betragen die gesamten Dieselermissionen in der Schweiz rund 2000 Tonnen. Sie sind gemäss Zielvorgabe noch um einen Faktor 20 zu hoch.

2.3.2 Umweltziel Landwirtschaft

Die Dieselerussmissionen der Landwirtschaft betragen maximal 20 Tonnen pro Jahr.

Herleitung

Es gelten die gleichen Überlegungen wie beim allgemeinen Umweltziel für den Dieseleruss. Die Land- und Forstwirtschaft trägt etwa 20 % zu den gesamten Dieselerussmissionen in der Schweiz bei. Daher beträgt das Umweltziel für den Sektor Land- und Forstwirtschaft 20 % des allgemeinen Umweltziels.

Rechtliche Grundlagen

Es gelten die gleichen rechtlichen Grundlagen wie für das allgemeine Umweltziel Dieseleruss.

Messung der Zielerreichung

Die Berechnung der Luftschadstoffemissionen und des Treibstoffverbrauchs des Offroad-Sektors erfolgt durch das BAFU. Das BAFU erhebt regelmässig die Emissionen zum Dieselerussausstoss der landwirtschaftlichen Maschinen. Die Berechnungen werden mit dem gesetzten Ziel verglichen und geben den Stand der Zielerreichung an.

Stand der Zielerreichung

Der Anteil der Landwirtschaft an den gesamten Dieselerussmissionen betrug im Jahr 2005 rund 400 Tonnen. Gemäss Zielvorgabe liegen sie noch um einen Faktor 20 zu hoch.

Literatur

BAFU 2004: Luftschadstoff-Emissionen des Strassenverkehrs 1980 bis 2030, Schriftenreihe Umwelt Nr. 355. Bundesamt für Umwelt (BAFU), Bern: 103 S.

BAFU 2008: Schadstoff-Emissionen und Treibstoffverbrauch des Offroad-Sektors. Bericht, noch nicht veröffentlicht.

Brunner 2000: Rechtsgutachten betreffend Grundlagen für die Anordnung verschärfter Emissionsbegrenzungen bei kanzerogenen Luftschadstoffen. Zürich.

EKL 2007: Eidgenössische Kommission für Lufthygiene: Feinstaub in der Schweiz. Statusbericht der Eidg. Kommission für Lufthygiene (EKL), Bern: 141 S.

LAI 2006: Kanzerogene Wirkungen von Partikeln in der Atemluft. Bericht des Ausschusses «Luftqualität/Wirkungsfragen/Verkehr» der Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Immissionsschutz LAI. Ergebnisniederschrift über die 11. Sitzung des LAI vom März 2006 in Schwerin.

Landis M., Schiess I., Wolfensberger U. 2007: Partikelfilter-Nachrüstung bei Traktoren – Abstimmung des Filtersystems auf den Fahrzeugeinsatz nötig. ART-Berichte Nr. 677, Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz-Tänikon ART, Tänikon.

WHO 2006: WHO Air Quality Guidelines for particulate matter, ozone, nitrogen dioxide and sulfur dioxide – Global Update 2005. Summary of risk assessment. WHO Press, World Health Organization WHO, Geneva. www.euro.who.int/Document/E87950.pdf

3 > Wasser

Von den Wasservorräten der Schweiz ist die Hälfte in den Seen gespeichert, rund ein Fünftel liegt als Grundwasser im Untergrund, und lediglich 0,2% fließen in den Flüssen und Bächen. Wasser ist für alle Organismen unentbehrlich. Der Mensch nutzt Wasser und Gewässer auf vielfältige Weise, beispielsweise als Lebensmittel, zur Energiegewinnung und zur Erholung.

Mehr als uns vielleicht bewusst ist, hängt unser Lebensstandard von der Qualität des Elements Wasser ab. Dies gilt insbesondere für das Trinkwasser. Saubere und intakte Gewässer dienen zudem als Lebensraum für Pflanzen und Tiere und als Erholungsraum für die Bevölkerung.

Wasser ist ein verletzliches Gut. Rückstände verschiedener Stoffe, die über die Abwässer sowie über Abschwemmungen und Auswaschungen aus dem Siedlungsgebiet und aus Landwirtschaftsflächen in die Gewässer gelangen, können problematisch sein. Die Umweltziele in diesem Kapitel betreffen Gewässerbelastungen mit Nitrat, Phosphor sowie Pflanzenschutz- und Arzneimitteln.

3.1

Nitrat

Die mit Abstand bedeutendste Ursache für erhöhte Nitratkonzentrationen in den Gewässern ist der Acker- und Gemüsebau.

Einführung

Stickstoff ist ein für Pflanzen lebensnotwendiger Nährstoff, der von gewissen Pflanzen (Leguminosen) mithilfe von Bakterien im Boden angereichert wird oder durch den Eintrag von verrottenden Pflanzenteilen, Gülle, Mist, Kompost oder Mineraldünger in den Boden gelangt und dort von Bakterien in Nitrat (NO_3^-) umgebaut wird. Nitrat kann direkt von den Pflanzen als Stickstoffquelle aufgenommen und verwertet werden. Eine intensive Bodenbearbeitung fördert die Bodenaktivität, was zu einer weiteren Mineralisierung von Stickstoff zu Nitrat führt.

Da Nitrat äusserst wasserlöslich ist und selten die gesamte verfügbare Menge im Boden von den Pflanzen aufgenommen wird, kann das überschüssige Nitrat mit den versickernden Niederschlägen ins Grundwasser ausgewaschen werden und das Trinkwasser belasten. Trinkwasser ist unser wichtigstes Lebensmittel. Über 80 % des Schweizer Trinkwassers stammen aus dem Grundwasser.

**Auswaschung ins Grundwasser
und in die Oberflächengewässer**

In Gebieten mit hohen Nitratgehalten ist mit erhöhter Wahrscheinlichkeit davon auszugehen, dass auch andere Substanzen (z. B. Pflanzenschutzmittel und deren Metabolite) in erhöhtem Masse ins Grundwasser und damit indirekt ins Trinkwasser ausgewaschen werden (BUWAL und BWG 2004). Nitrat dient daher auch als Indikator für eine mögliche Belastung des Grundwassers mit anderen Schadstoffen, welche nur mit erheblich grösserem finanziellem und apparativem Aufwand oder gar nicht gemessen werden können, wobei umgekehrt aus der Abwesenheit hoher Nitratgehalte nicht unbedingt auch auf die Abwesenheit weiterer Schadstoffe wie Pflanzenschutzmittel geschlossen werden darf.

**Nitrat als Indikator
für andere Belastungen**

Eine hohe Nitratkonzentration in den Fliessgewässern ist auch ein Indikator für mögliche Nitrit- und Ammoniakbelastungen stromaufwärts. Stickstoffverbindungen wie Ammonium werden bei ihrem Eintrag in die Oberflächengewässer in Nitrat umgewandelt. Vor der Umwandlung in Nitrat können die Verbindungen Nitrit und Ammoniak entstehen, die für empfindliche Organismen (z. B. Salmoniden) problematisch sind.

Nitrat gelangt über den Oberflächenabfluss oder über das Grundwasser auch in die Fliessgewässer und Seen und schliesslich ins Meer. Eine unnatürlich hohe Stickstoffzufuhr stellt einen bedeutenden Eingriff in den Stoffhaushalt des Meeres dar. Der Eintrag über die Zuflüsse ist heute auf rund das Drei- bis Vierfache der natürlichen Fracht angestiegen. Allein der Rhein liefert 25 bis 30 % des Gesamteintrags an Stickstoff in die Nordsee. Ein Überschuss an Stickstoff kann bei den entsprechenden Temperatur- und Mischungsverhältnissen insbesondere in Küstengebieten zu Massenvermehrungen von Algen führen. Die Ausscheidung von Algengiften und der Sauerstoffmangel, der beim Abbau der abgestorbenen Algen entsteht, haben verheerende Folgen für Fauna und Flora des Meeres. Neuere Modellrechnungen zeigen, dass eine Reduktion der Nährstoffeinträge um 50 % den ökologischen Zustand der küstennahen Meeresgebiete um 25 bis 30 % verbessern würde (Sieber 2003). Das Problem des Nährstoffüberschusses in den küstennahen Gebieten (Massenvermehrung von Algen, starke Sauerstoffzehrung) würde dadurch entschärft.

Beitragende Sektoren

Nitratprobleme treten primär in den landwirtschaftlich intensiv genutzten Gebieten und in Agglomerationen auf.

Rolle der Landwirtschaft

Acker- und Gemüsebau sind mit Abstand die bedeutendste Ursache für erhöhte Nitratkonzentrationen. Aus sehr intensiv genutzten Wiesen und Weiden kann ebenfalls Nitrat in die Gewässer ausgewaschen werden. Generell weist Grünland aber aufgrund der kontinuierlichen Bodenbedeckung ein geringeres Risiko für Nitratauswaschung auf. Erhöhte Nitratgehalte im Wasser in landwirtschaftlich genutzten Einzugsgebieten sind die Folge einer nicht standortgerechten landwirtschaftlichen Bodennutzung sowie ein Indiz für erhöhte Konzentrationen problematischer Schadstoffe aus der intensiven landwirtschaftlichen Produktion.

3.1.1 Allgemeines Umweltziel

1. Maximal 25 mg Nitrat pro Liter in Gewässern, die der Trinkwassernutzung dienen oder dafür vorgesehen sind.
2. Reduktion der Stickstoffeinträge in die Gewässer um 50 % gegenüber 1985.

Herleitung

Das erste Umweltziel entspricht der numerischen Anforderung nach Anhang 2 der Gewässerschutzverordnung (GSchV). Der Anforderungswert von maximal 25 Milligramm (mg) Nitrat pro Liter ist auch als Interventionswert zu verstehen, bei dessen Überschreitung die für den Vollzug des Gewässerschutzes zuständigen Kantone gemäss Artikel 47 (GSchV) Massnahmen ergreifen müssen. Nur so kann bei steigenden Nitratgehalten sichergestellt werden, dass die Sanierungsmassnahmen greifen, bevor der Trinkwassertoleranzwert der Lebensmittelgesetzgebung von maximal 40 mg Nitrat pro Liter überschritten wird. Die Sanierung von Grundwasservorkommen mit zu hoher Nitratbelastung ist ein oft langwieriger und finanziell aufwendiger Prozess. Ist einmal der Trinkwassertoleranzwert erreicht oder überschritten, kann es trotz umfassender Sanierungsprogramme Jahre bis Jahrzehnte dauern, bis der Nitratgehalt wieder dauerhaft und deutlich unter diese Schwelle gefallen ist. Eine kurzfristige Intervention zur Einhaltung des Trinkwassertoleranzwertes ist dann meist nicht erfolgreich.

Ziel 1

In den Oberflächengewässern liegt der Stickstoff in der Regel zu 70 bis 80 % als Nitrat vor. Die Stickstofffrachten gelangen früher oder später in die Seen und Meere. Bestimmungen zur Lösung der landeseigenen Stickstoffprobleme sind daher auch ein Beitrag zur Verringerung der Stickstoffbelastung der Meere und der grenzüberschreitenden Gewässer (Sieber 2003). Entsprechende Verpflichtungen ist die Schweiz im Rahmen des Übereinkommens zum Schutz der Meeresumwelt des Nordostatlantiks (OSPAR) und des Übereinkommens zum Schutz des Rheins eingegangen. Dem OSPAR-Übereinkommen ist die Schweiz als Oberlieger im Einzugsgebiet der Nordsee 1994 beigetreten. Das Ziel 2 – die Reduktion der Stickstoffeinträge in die Gewässer um 50 % gegenüber 1985 – wurde bereits Ende der 1980er-Jahre, damals noch im Rahmen des Paris-Übereinkommens (PARCOM), übernommen. Von Bedeutung ist die «PARCOM-Empfehlung 88/2 über die Reduzierung von Nährstoffeinträgen in das Vertragsgebiet des Paris-Übereinkommens», die das generelle 50 %-Reduktionsziel für Stickstoffeinträge der 2. Internationalen Nordseeschutzkonferenz (PARCOM 1988) übernimmt. Dieses PARCOM-Abkommen wurde mit der «Verordnung des UVEK über die Genehmigung internationaler Beschlüsse und Empfehlungen» genehmigt.

Ziel 2

Die Strategie der Schweiz wurde in der Schriftenreihe Umwelt 273 «Strategie zur Reduktion der Stickstoffemissionen» dargelegt (BUWAL 1996). Die entsprechenden

Zielsetzungen wurden weder auf nationaler noch auf internationaler Ebene erreicht, dies vor allem wegen Einträgen aus der Landwirtschaft (OSPAR Commission 2003, Prasuhn und Sieber 2005). Nach dieser Feststellung hat die Kommission zum Schutz des Nordostatlantiks (OSPAR-Kommission) in ihre Strategie zusätzlich die Bekämpfung der Eutrophierung sowie die Erreichung eines möglichst naturnahen Zustands des Nordostatlantiks bis ins Jahr 2010 aufgenommen. Die Zielsetzung zu einer Reduktion der Stickstoffeinträge um 50 % ist weiter beizubehalten. Vor allem der Nährstoffeintrag aus der Landwirtschaft soll gesenkt werden. Bezüglich Abwasserreinigung wurden 1998 zusätzliche Anforderungen für die Einleitung in empfindliche Gewässer definiert (Anh. 3 Ziff. 3 GSchV).

Rechtliche Grundlagen

Bundesgesetz vom 24. Januar 1991 über den Schutz der Gewässer (Gewässerschutzgesetz, GSchG), SR 814.20

Art. 6 Grundsatz

- ¹ Es ist untersagt, Stoffe, die Wasser verunreinigen können, mittelbar oder unmittelbar in ein Gewässer einzubringen oder sie versickern zu lassen.
- ² Es ist auch untersagt, solche Stoffe ausserhalb eines Gewässers abzulagern oder auszubringen, sofern dadurch die konkrete Gefahr einer Verunreinigung des Wassers entsteht.

Art. 27 Bodenbewirtschaftung

- ¹ Böden sind entsprechend dem Stand der Technik so zu bewirtschaften, dass die Gewässer nicht beeinträchtigt werden, namentlich nicht durch Abschwemmung und Auswaschung von Düngern und Pflanzenschutzmitteln.

Gewässerschutzverordnung vom 28. Oktober 1998 (GSchV), SR 814.201

Art. 47 Vorgehen bei verunreinigten Gewässern

- ¹ Stellt die Behörde fest, dass ein Gewässer die Anforderungen an die Wasserqualität nach Anhang 2 nicht erfüllt oder dass die besondere Nutzung des Gewässers nicht gewährleistet ist, so:
 - a. ermittelt und bewertet sie die Art und das Ausmass der Verunreinigung;
 - b. ermittelt sie die Ursachen der Verunreinigung;
 - c. beurteilt sie die Wirksamkeit der möglichen Massnahmen;
 - d. sorgt sie dafür, dass gestützt auf die entsprechenden Vorschriften die erforderlichen Massnahmen getroffen werden.

- ² Sind mehrere Quellen an der Verunreinigung beteiligt, so sind die bei den Verursachern erforderlichen Massnahmen aufeinander abzustimmen.

Anhang 2 Anforderungen an die Wasserqualität

1 Oberirdische Gewässer

11 Allgemeine Anforderungen

- ¹ Die Wasserqualität muss so beschaffen sein, dass:
 - a. sich im Gewässer keine mit blossem Auge sichtbaren Kolonien von Bakterien, Pilzen oder Protozoen und keine unnatürlichen Wucherungen von Algen oder höheren Wasserpflanzen bilden;
 - b. Laichgewässer für Fische erhalten bleiben;
 - d. das Wasser bei Infiltration das Grundwasser nicht verunreinigt;

12 Zusätzliche Anforderungen an Fliessgewässer

- ¹ Die Wasserqualität muss so beschaffen sein, dass:
 - b. die Nitrit- und Ammoniak-Konzentrationen die Fortpflanzung und Entwicklung empfindlicher Organismen, wie Salmoniden, nicht beeinträchtigen.
- ⁵ Die nachfolgenden numerischen Anforderungen gelten bei jeder Wasserführung nach weitgehender Durchmischung des eingeleiteten Abwassers im Gewässer; besondere natürliche Verhältnisse wie Wasserzufluss aus Mooren, seltene Hochwasserspitzen oder seltene Niederwasserereignisse bleiben vorbehalten.

Die Anforderung für Nitrat ($\text{NO}_3^- - \text{N}$) heisst: Für Fliessgewässer, die der Trinkwassernutzung dienen: 5,6 mg/l N (entspricht 25 mg/l Nitrat)

2 Unterirdische Gewässer

21 Allgemeine Anforderungen

- ¹ Die Konzentration von Stoffen, für die Ziffer 22 numerische Anforderungen enthält, darf im Grundwasser nicht stetig zunehmen.
- ² Die Qualität des Grundwassers muss so beschaffen sein, dass es bei Exfiltration oberirdische Gewässer nicht verunreinigt.

22 Zusätzliche Anforderungen an Grundwasser, das als Trinkwasser genutzt wird oder dafür vorgesehen ist

- ¹ Die Wasserqualität muss so beschaffen sein, dass das Wasser nach Anwendung einfacher Aufbereitungsverfahren die Anforderungen der Lebensmittelgesetzgebung einhält.
- ² Es gelten die nachfolgenden numerischen Anforderungen; vorbehalten bleiben besondere natürliche Verhältnisse. Für Stoffe, die von belasteten Standorten stammen, gelten diese Anforderungen nicht im Abstrombereich, in dem der grösste Teil dieser Stoffe abgebaut oder zurückgehalten wird.

Die Anforderung für Nitrat (NO_3^- - N) heisst: Für Grundwasser, das als Trinkwasser genutzt wird oder dafür vorgesehen ist: 5,6 mg/l N (entspricht 25 mg/l Nitrat)

Anhang 3.1 Einleitung von kommunalem Abwasser in Gewässer

3 Zusätzliche Anforderungen für die Einleitung in empfindliche Gewässer:

Die Anforderung für Gesamtstickstoff heisst: Anlagen, bei denen keine Abflusskonzentration und kein Reinigungseffekt für Gesamtstickstoff festgelegt ist, müssen so betrieben werden, dass bei der Abwasserreinigung und der Schlammbehandlung möglichst viel Stickstoff eliminiert wird. Bauliche Anpassungen sind so weit vorzunehmen, als dies mit geringem Aufwand möglich ist; dies gilt insbesondere für Anlagen, die bereits eine Nitrifikation durchführen. Die Kantone im Einzugsgebiet des Rheins legen bis am 28. Februar 2002 in einer Planung fest, wie ab dem Jahre 2005 aus Abwasserreinigungsanlagen 2600 Tonnen Stickstoff weniger eingeleitet werden als 1995. Anlagen, die in dieser Planung zur Stickstoff-Elimination vorgesehen sind, müssen die Stickstoff-Elimination spätestens ab dem Jahre 2005 durchführen.

PARCOM recommendation 88/2 of 17 June 1988 on the reduction in inputs of nutrients to the Paris convention area

The Paris-Commission agrees to recommend that contracting parties:

- take effective national steps in order to reduce nutrient inputs into areas where these inputs are likely, directly or indirectly, to cause pollution;
- aim to achieve a substantial reduction (of the order of 50 %) in inputs of phosphorus and nitrogen into these areas between 1985 and 1995, or earlier if possible;

Übereinkommen zum Schutz der Meeresumwelt des Nordostatlantiks (OSPAR-Übereinkommen)

Abgeschlossen in Paris am 22. September 1992, in Kraft getreten für die Schweiz am 25. März 1998

Art. 2 Allgemeine Verpflichtungen

1. a) Die Vertragsparteien treffen in Übereinstimmung mit dem Übereinkommen alle nur möglichen Massnahmen, um Verschmutzungen zu verhüten und zu beseitigen, und unternehmen alle notwendigen Schritte zum Schutz des Meeresgebiets vor den nachteiligen Auswirkungen menschlicher Tätigkeiten, um die menschliche Gesundheit zu schützen, die Meeresökosysteme zu erhalten und, soweit durchführbar, beeinträchtigte Meereszonen wiederherzustellen,
 - b) Zu diesem Zweck beschliessen die Vertragsparteien einzeln und gemeinsam Programme und Massnahmen und stimmen ihre diesbezügliche Politik und ihre diesbezüglichen Strategien aufeinander ab.
2. Die Vertragsparteien wenden folgende Grundsätze an:
 - a) das Vorsorgeprinzip, nach dem Verhütungsmassnahmen getroffen werden, wenn triftige Gründe zur Besorgnis vorliegen, dass unmittelbar oder mittelbar der Meeresumwelt zugeführte Stoffe oder Energie zu einer Gefährdung der menschlichen Gesundheit, einer Schädigung der lebenden Ressourcen und der Meeresökosysteme, einer Beeinträchtigung der Annehmlichkeiten der Umwelt oder einer Behinderung der sonstigen rechtmässigen Nutzungen des Meeres führen können, selbst wenn es keinen schlüssigen Beweis für einen ursächlichen Zusammenhang zwischen den Einträgen und ihren Auswirkungen gibt;
 - b) das Verursacherprinzip, nach dem die Kosten der Massnahmen zur Verhütung, Bekämpfung und Verringerung der Verschmutzung vom Verursacher zu tragen sind.

3. a) Bei der Durchführung des Übereinkommens beschliessen die Vertragsparteien Programme und Massnahmen, die gegebenenfalls Fristen für ihren Abschluss vorsehen und die Anwendung der neuesten technischen Entwicklungen und Methoden zur Verhütung und vollständigen Beseitigung der Verschmutzung in vollem Mass berücksichtigen.

Übereinkommen zum Schutz des Rheins

Abgeschlossen in Bern am 12. April 1999,
in Kraft getreten für die Schweiz am 1. Januar 2003

Art. 3 Zielsetzungen

Die Vertragsparteien setzen sich mit diesem Übereinkommen folgende Ziele:

1. nachhaltige Entwicklung des Ökosystems Rhein, insbesondere durch
 - a) Erhaltung und Verbesserung der Wasserqualität des Rheins und damit auch der Schwebstoffe, der Sedimente sowie des Grundwassers, indem insbesondere
 - Verunreinigungen durch Schad- und Nährstoffe aus Punktquellen (z. B. aus Industrie und Kommunen), aus diffusen Quellen (z. B. aus Landwirtschaft und Verkehr), auch über das Grundwasser, und aus der Schifffahrt so weit wie möglich vermieden, vermindert oder beseitigt werden;
 - die Sicherheit von Anlagen gewährleistet und verbessert sowie Stör- und Unfälle verhütet werden;
 - b) Schutz der Populationen von Organismen und der Artenvielfalt sowie Reduzierung der Schadstoffbelastung in Organismen;
2. Sicherung der Nutzung von Rheinwasser zur Trinkwassergewinnung;

Messung der Zielerreichung

Die Messungen der Nitratgehalte im Grundwasser werden durch den Bund im Rahmen des Nationalen Netzes zur Beobachtung der Grundwasserqualität (NAQUA) und durch die Kantone im Rahmen von kantonalen Messnetzen durchgeführt.

Die Messungen in den Oberflächengewässern erfolgen durch den Bund im Rahmen der Nationalen Daueruntersuchung der schweizerischen Fliessgewässer (NADUF) und durch die Kantone im Rahmen von kantonalen Messnetzen. Die kantonalen Daten werden vom BAFU in der Datenbank Gewässerzustand (DBGZ) gesammelt und ausgewertet. Im Rahmen des Netzwerks Umweltbeobachtung Schweiz (NUS) ist vorgesehen, die Nitratmessungen in den Oberflächengewässern für ausgewählte Messstationen mit mindestens zwölf Stichproben pro Jahr als verbindlich zu erklären. Das BAFU wird die Daten periodisch auswerten.

Verordnung des UVEK vom 10. Januar 2000 über die Genehmigung internationaler Beschlüsse und Empfehlungen, SR 814.201.81

Art. 1 Genehmigung

Die in Anhang 1 aufgeführten internationalen Beschlüsse und die in Anhang 2 aufgeführten internationalen Empfehlungen werden genehmigt.

Art. 2 Wirkung der Genehmigung

- ¹ Die genehmigten Beschlüsse sind für die ganze Schweiz verbindlich.
- ² Die genehmigten Empfehlungen sind nicht verbindlich. Den zuständigen Behörden wird empfohlen, sie beim Vollzug von Umweltschutzvorschriften zu berücksichtigen.

Internationale Empfehlungen

PARCOM-Empfehlung 88/2 über die Reduzierung von Nährstoffeinträgen in das Vertragsgebiet des Paris-Übereinkommens.

Ziel 1

Aus den Stickstoffkonzentrationen und Abflussmengen lassen sich jährliche Stickstofffrachten berechnen. Da diese starken Witterungsschwankungen unterliegen, müssen Mittelwerte über längere Perioden oder abflussbereinigte Jahresfrachten verwendet werden, um mögliche Trends nachweisen zu können.

Ziel 2

Die Stickstoffeinträge in die Gewässer können mithilfe von Modellen berechnet oder abgeschätzt werden. Mit dem Modell MODIFFUS (Prasuhn 2003, Prasuhn und Sieber 2005) konnten die diffusen Stickstoffeinträge in den Rhein unterhalb der grossen Seen für die Jahre 1985, 1996 und 2001 abgeschätzt und mit Daten aus Kläranlagen und Regenwasserentlastungen ergänzt sowie mit Frachten der NADUF-Messstation Weil am Rhein verglichen werden. Die Berechnungen werden von der Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz-Tänikon ART im Auftrag des BAFU im Rahmen der Berichterstattung für OSPAR periodisch weitergeführt.

Stand der Zielerreichung

Im Jahr 2006 erfüllten rund 75 % der untersuchten Grundwasser-Messstellen die Anforderungen der Gewässerschutzverordnung an den Nitratgehalt im Grundwasser (Abb. 12). Etwas mehr als 19 % der Standorte wiesen Werte zwischen 25 (Anforderungswert der Gewässerschutzverordnung) und 40 mg Nitrat pro Liter auf (Trinkwassertoleranzwert der Fremd- und Inhaltsstoffverordnung); 5,5 % überschritten den Trinkwassertoleranzwert (BAFU 2008).

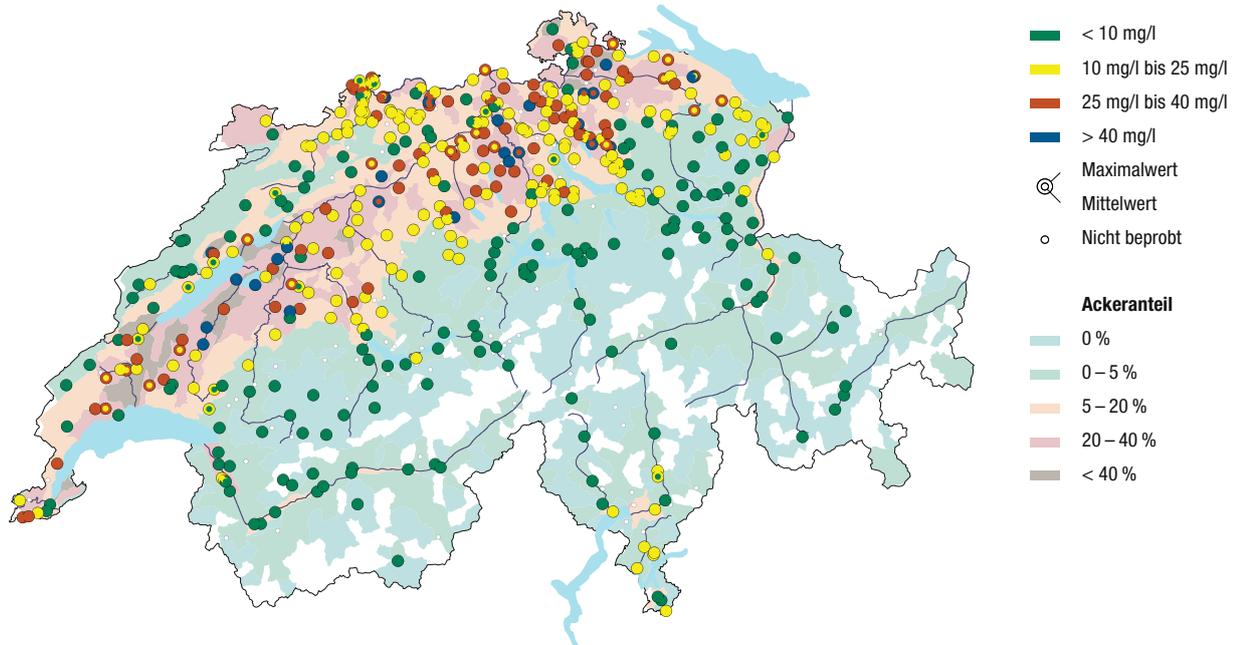
Ziel 1

Nitratmessungen in Fliessgewässern des Kantons Zürich zeigen, dass 26 % aller Proben in den Untersuchungsjahren 2004/05 die Zielvorgabe für Nitrat nicht erfüllt haben. Dieser Wert ist das Resultat der intensiven landwirtschaftlichen Nutzung in Kombination mit einem relativ hohen Anteil an Stickstoff im Abwasser (AWEL 2006). Die Abbildung 13 veranschaulicht die Situation in der Schweiz.

Die Berechnungen mit dem Modell MODIFFUS für das Rheineinzugsgebiet der Schweiz unterhalb der Seen für die Jahre 1985 und 2001 zeigen, dass die gesamten Stickstoffeinträge um 23 % zurückgegangen sind (1985: 53 000 Tonnen). Die Reduktion bei den Punktquellen (v.a. Siedlungsabwasser) betrug dabei 32 %, die im Bereich diffuser Quellen (v.a. Landwirtschaft) 18 % (Prasuhn und Sieber 2005). Die OSPAR-Ziele wurden damit aber nicht erreicht.

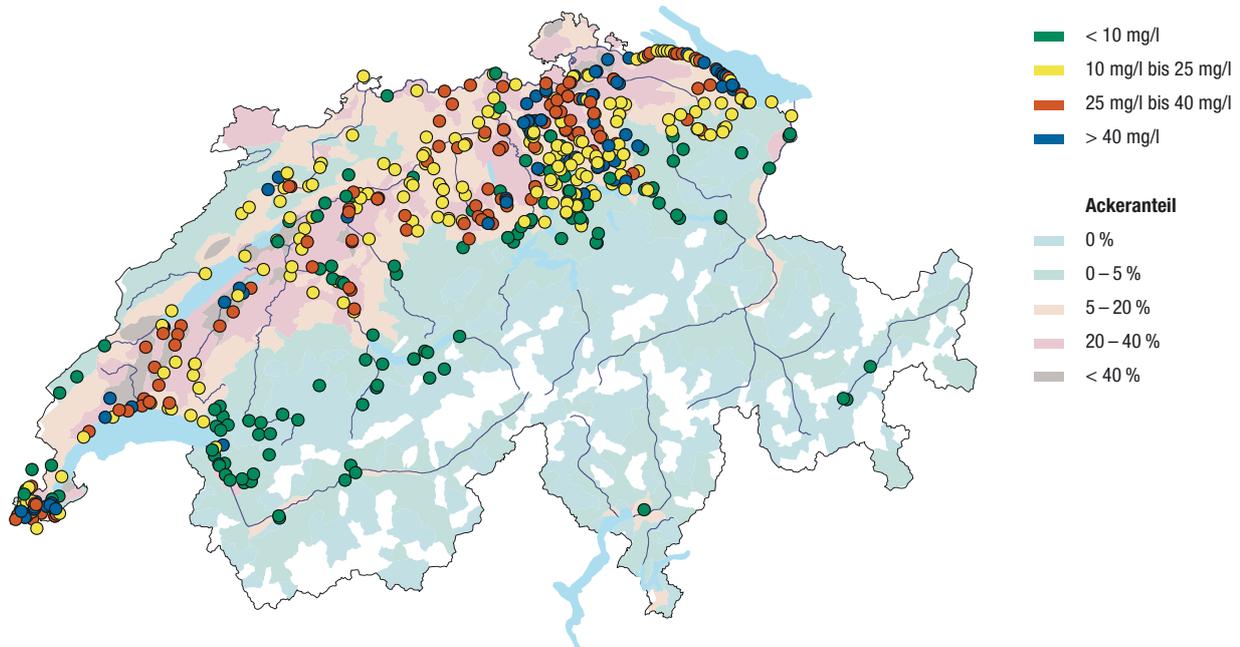
Ziel 2

Abb. 12 > Nitratkonzentration in Grundwasser-Messstellen im Jahr 2006



Quelle NAQUA

Abb. 13 > Maximale Nitratkonzentration in Oberflächengewässern (2004–2006)



Quelle: DBGZ 2008 (Datenbank Gewässerzustand mit Daten von kantonalen Messstellen und NADUF)

3.1.2 Umweltziel Landwirtschaft

1. Maximal 25 mg Nitrat pro Liter in Gewässern, die der Trinkwassernutzung dienen oder dafür vorgesehen sind und deren Zuströmbereich hauptsächlich von der Landwirtschaft genutzt wird.
2. Reduktion der landwirtschaftsbedingten Stickstoffeinträge in die Gewässer um 50 % gegenüber 1985.

Herleitung

Es gilt die gleiche Herleitung wie für das allgemeine Umweltziel.

Rechtliche Grundlagen

Es gelten die gleichen rechtlichen Grundlagen wie für das allgemeine Umweltziel Nitrat.

Messung der Zielerreichung

Es gelten die gleichen Messgrößen wie beim allgemeinen Umweltziel, wobei die landwirtschaftsspezifische Messung der Zielerreichung durch eine gezielte Auswertung von Messstellen erfolgt, die landwirtschaftlich dominiert sind.

Stand der Zielerreichung

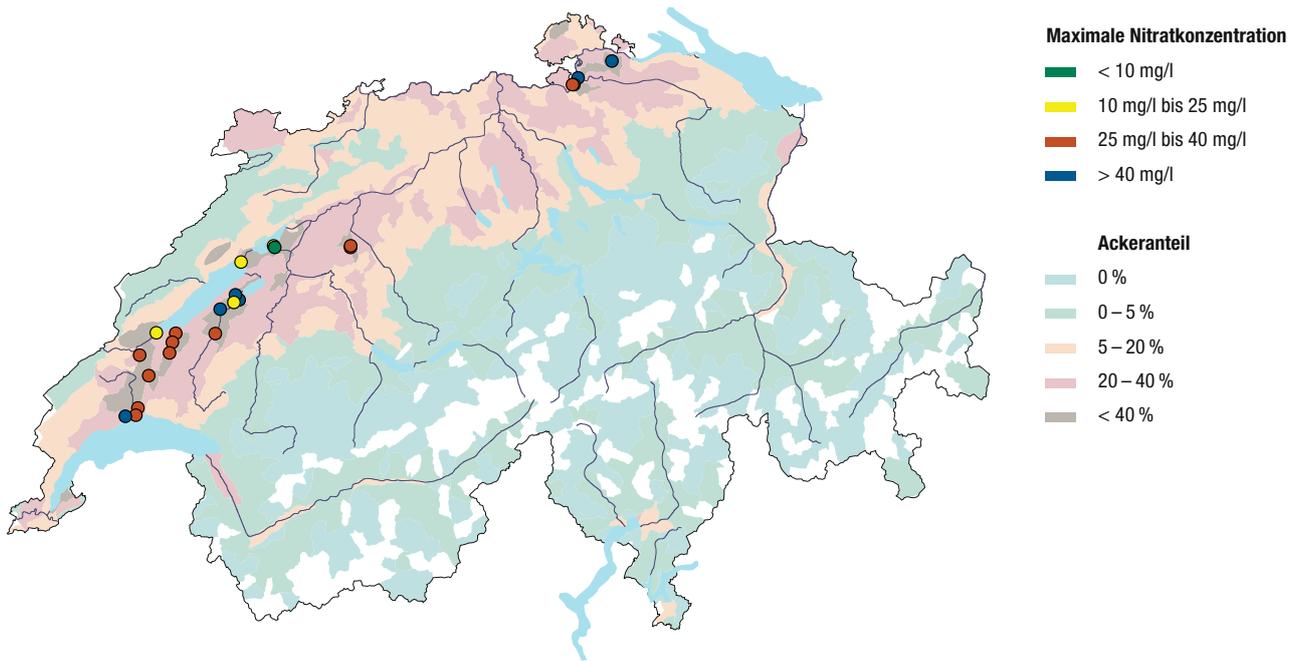
In den von intensiver Landwirtschaft (v.a. Ackerbau) dominierten Einzugsgebieten wird die Anforderung der Gewässerschutzverordnung (GSchV) an den Nitratgehalt im Grundwasser häufig nicht eingehalten (Abb. 14). Nach einem deutlichen Rückgang der Nitratgehalte im Grundwasser Ende des 20. Jahrhunderts sind die Nitratkonzentrationen seit 2003 im Durchschnitt wieder deutlich angestiegen. Von diesem Anstieg sind in erster Linie Grundwasservorkommen betroffen, deren Einzugsgebiet hauptsächlich landwirtschaftlich genutzt wird. Bei 61 % der im Jahr 2006 untersuchten Grundwasser-Messstellen mit der Hauptbodennutzung Ackerbau lag der maximale Nitratgehalt über der Anforderung der Gewässerschutzverordnung von 25 mg/l, ebenso wie bei 22 % der untersuchten Grundwasser-Messstellen mit der Hauptbodennutzung Gras- und Viehwirtschaft (BAFU 2008).

Ziel 1

Bei den Fließgewässern kann mit den heute zur Verfügung stehenden Daten nicht an jeder Messstelle eine statistisch gesicherte Aussage getroffen werden, da die Nitratkonzentration an einigen Stellen aus Einträgen aus der Landwirtschaft und aus der Siedlungsentwässerung resultiert. Die Abbildung 14 kann die Situation für die vom Ackerbau dominierten Flächen aber darstellen.

Abb. 14 > In Ackerbaugebieten sind die Nitratwerte in Oberflächengewässern oft sehr hoch

Messstellen in Fliessgewässern, deren Einzugsgebiet über 40 % offene Ackerfläche aufweisen.
Erhöhte Nitratgehalte in Fliessgewässern aufgrund von sehr intensiv genutzten Wiesen und Weiden sind in dieser Grafik nicht berücksichtigt, beeinflussen aber die Erreichung des Umweltziels ebenfalls.



Quelle: DBGZ 2008 (Datenbank Gewässerzustand mit Daten von kantonalen Messstellen und NADUF)

Prasuhn und Mohni (2003) berechneten die Stickstoffeinträge in Grundwasser und Oberflächengewässer aus diffusen Quellen für 38 hydrologische Einzugsgebiete im Kanton Bern für das Jahr 2000 mit dem Stoffflussmodell MODIFFUS und verglichen die Ergebnisse mit einer früheren Berechnung von Prasuhn und Braun (1994) für das Jahr 1990. Sie schlossen auf eine Reduktion der diffusen Stickstoffverluste für den Kanton Bern in der Grössenordnung von 5 %. Dabei bewirkten die Ökomassnahmen insgesamt eine Reduktion der Nitratauswaschung unter Ackerland in der Grössenordnung von 10 %. Diese Schätzung wurde mittlerweile durch neue Berechnungen weitgehend bestätigt.

Ziel 2

Die Stickstoffbelastung im gesamten Rheineinzugsgebiet der Schweiz unterhalb der Seen aus diffusen anthropogenen Einträgen (= überwiegend Landwirtschaft) ist zwischen 1985 und 2001 um 18 % gesunken (Prasuhn und Sieber 2005). Es bleibt demnach eine erhebliche Ziellücke.

Literatur

AWEL (Hrsg.) 2006: Wasserqualität der Seen, Fließgewässer und des Grundwassers im Kanton Zürich – Statusbericht 2006: Zürich.

BAFU (Hrsg.) 2008: NAQUA – Grundwasserqualität in der Schweiz 2004–2006. Bern (in Vorbereitung)

BUWAL (Hrsg.) 1996: Strategie zur Reduktion der Stickstoffemissionen. Schriftenreihen Umwelt 273: 143 S.

Herzog F., Richner W. (Hrsg.) 2005: Evaluation der Ökomassnahmen Bereich Stickstoff und Phosphor. Schriftenreihe der FAL 57. Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz-Tänikon ART (Hrsg.), Zürich: 132 S.

OSPAR Commission 2003: Implementation of PARCOM Recommendations 88/2 und 89/4. London: 55 p.

Prasuhn V. 2003: Entwicklung der Phosphor- und Stickstoffverluste aus diffusen Quellen in die Gewässer im Rheineinzugsgebiet der Schweiz unterhalb der Seen (1985, 1996, 2001). Interner Bericht Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz-Tänikon ART, Zürich.
http://www.art.admin.ch/themen/00544/00813/index.html?lang=de#sprungmarke0_41. Version vom 31.05.2006.

Prasuhn V., Braun M. 1994: Abschätzung der Phosphor- und Stickstoffverluste aus diffusen Quellen in die Gewässer des Kantons Bern. Schriftenreihe der Eidg. Forschungsanstalt für Agrikulturchemie und Umwelthygiene (FAC) Liebefeld-Bern, Nr. 17, Bern 1994: 113 S. + Anhang 101 S.

Prasuhn V., Mohni R. 2003: GIS-gestützte Abschätzung der Phosphor- und Stickstoffeinträge aus diffusen Quellen in die Gewässer des Kantons Bern. Interner Bericht Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz-Tänikon ART, Zürich.

Prasuhn V., Sieber U. 2005: Changes in diffuse phosphorus and nitrogen inputs into surface waters in the Rhine watershed in Switzerland. *Aquatic Sciences* 67: 363–371.

Sieber U. 2003: Internationale Umweltabkommen und nationales Umweltrecht zur Begrenzung von Stickstoffeinträgen in die Gewässer. In: Schriftenreihe der FAL 43, 30–34. Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz-Tänikon ART (Hrsg.), Zürich.

3.2

Phosphor

Ein hoher Phosphoreintrag in stehende Gewässer führt zu einer höheren Produktion pflanzlicher Biomasse.

Einführung

Phosphor zählt neben Stickstoff und Kalium zu den Hauptnährstoffen der Pflanzen. In Gewässern, insbesondere in Seen und Teichen, ist er der limitierende Faktor für das Wachstum von Algen und Cyanobakterien. Während in Bächen und Flüssen meist keine ökologischen Probleme durch einen erhöhten Phosphoreintrag entstehen, kommt es in Seen, Teichen und im Meer zu einer höheren Produktion pflanzlicher Biomasse und dadurch zu einer Eutrophierung. Der Abbau der abgestorbenen und sedimentierenden Biomasse entzieht dem Wasser Sauerstoff. Die danach von anaeroben Bakterien verursachten Zersetzungsprozesse können giftige Stoffe wie Schwefelwasserstoff, Ammoniak und Methan bilden. Das Gewässer beginnt «umzukippen» (Fischsterben, Geruchsbelästigung). Weitere negative Folgen einer Eutrophierung sind die Abnahme der Biodiversität, Kosten bei der Trinkwasseraufbereitung und eine eingeschränkte Nutzung der Seen für Freizeitaktivitäten und den Tourismus.

**Eutrophierung
von stehenden Gewässern**

Beitragende Sektoren

Der Eintrag von Phosphor in die Gewässer erfolgt über zwei Pfade: zum einen über punktuelle Quellen (z. B. kommunale und industrielle Kläranlagen, Regenwasserentlastungen), zum anderen über diffuse Quellen (z. B. Landwirtschaft, Wald, Atmosphäre). Vor etwa 30 Jahren gelangte Phosphor hauptsächlich aufgrund fehlender oder ungenügender Kläranlagen in die Gewässer. Der Ausbau der Kläranlagen und das Phosphatverbot für Textilwaschmittel von 1986 haben zu einem wesentlichen Rückgang der Phosphorgehalte in Fließgewässern geführt. Als Folge davon ist auch die Phosphorbelastung in vielen schweizerischen Seen zurückgegangen.

Beim Genfersee und beim Greifensee liefert die Siedlungsentwässerung allerdings nach wie vor den grössten Anteil des bioverfügbaren Phosphors. Vor allem das Einzugsgebiet des Greifensees ist dicht besiedelt, und obwohl die Abwasserreinigung dem Stand der Technik entspricht, gelangt viel Phosphor aus der Siedlungsentwässerung in den See. Für den hohen Phosphorgehalt im Luganersee sind dagegen langjährige Defizite bei der Abwasserreinigung im italienischen Einzugsgebiet massgebend.

Rolle der Landwirtschaft

Für die zum Teil immer noch hohen Phosphorgehalte der Seen im schweizerischen Mittelland ist heute vor allem die Landwirtschaft verantwortlich. Ein Eintrag von nur wenigen Prozenten des in der Landwirtschaft eingesetzten Phosphors reicht aus, um die Gewässer zu belasten. Besonders Seen mit landwirtschaftlich intensiv genutzten Einzugsgebieten weisen hohe Phosphorgehalte auf. Problematisch sind beispielsweise die Einzugsgebiete von Baldegger-, Hallwiler-, Sempacher- und Zugersee.

**Siedlungsentwässerung
und Landwirtschaft**

3.2.1 Allgemeines Umweltziel

Der Sauerstoffgehalt im Seewasser darf zu keiner Zeit und in keiner Seetiefe weniger als 4 mg Sauerstoff pro Liter betragen. Er muss zudem ausreichen, damit wenig empfindliche Tiere den Seegrund ganzjährig und in einer möglichst natürlichen Dichte besiedeln können. Besondere natürliche Verhältnisse bleiben vorbehalten.

Herleitung

Das allgemeine Umweltziel leitet sich direkt aus dem Anhang 2 der Gewässerschutzverordnung (GSchV) ab. Der numerische Anforderungswert in der Gewässerschutzverordnung bezieht sich nicht auf Phosphor, sondern auf den für die Organismen zentralen Sauerstoff. Da Sauerstoffmangelzustände vorab in stehenden Gewässern ein Problem sind, gilt der Anforderungswert nur für Seen. Anhang 2 Ziffer 13 GSchV verlangt zudem eine höchstens mittlere Produktion von Biomasse. Laut Anhang 1 GSchV dürfen keine Stoffe eingetragen werden, die eine unnatürlich hohe Produktion von Biomasse verursachen. Artikel 6 und 27 des Gewässerschutzgesetzes (GSchG) untermauern diese Anforderung.

Die Biomasseproduktion ist abhängig vom Licht und kann nur nahe der Oberfläche stattfinden. Während der Periode der Stratifikation im Sommer und Anfang Herbst schwimmt das wärmere Oberflächenwasser auf dem kühleren und dichteren Tiefenwasser. Der Wasseraustausch zwischen den beiden Wasserkörpern ist während dieser Zeit stark eingeschränkt. Mit der Sedimentation der abgestorbenen Biomasse wird Phosphor im Wasserkörper von oben nach unten transportiert. Bei nährstoffarmen Seen führt dies zu Phosphormangel im Oberflächenwasser, und die Biomasseproduktion geht zurück. Der biologische Abbau sedimentierender Biomasse verbraucht Sauerstoff. Bei nährstoffreichen Seen mit hoher Startkonzentration an Phosphor im Frühjahr tritt die Limitierung der Biomasseproduktion nicht auf; Sauerstoffmangel verbunden mit giftigen Stoffen wie Ammoniak und Schwefelwasserstoff im Tiefenwasser und Absterben von Fischeiern über dem Grund sind die Folgen. Wenn die Seen im Herbst oder Frühjahr zirkulieren, gelangt der Phosphor aus der Tiefe wieder in oberflächennahe Bereiche.

Die Nährstoffdynamik in Seen wird aber nicht nur von dieser Zirkulation beeinflusst. Weitere Faktoren sind Beschattung, Temperaturverlauf, Windexposition, Dauer der Stratifikation, mittlere und maximale Tiefe, durchschnittliche Aufenthaltszeit des Wassers und Einschichttiefe der Zuflüsse. Jeder See reagiert somit individuell auf erhöhte Phosphoreinträge. Die Anforderung an den Nährstoffgehalt für eine höchstens mittlere Produktion kann deshalb nicht mit einem einzigen Wert, der für alle Seen gleichermaßen gilt, festgelegt werden. Wenn der mittlere Gehalt bzw. der Konzentrationswert der Frühjahrszirkulation während mehrerer Jahre unter 20 mg Gesamtphos-

phor pro Kubikmeter (20 µg P pro Liter) liegt, ist diese Anforderung für viele Seen erfüllt.

Das Umweltziel weist darauf hin, dass besondere natürliche Verhältnisse vorbehalten bleiben (gemäss Anhang 2 GschV). Diese sind bei relativ flachen Seen zu finden, welche häufig zirkulieren. Dadurch sind sie auch im Sommer nur kurzfristig stratifiziert und weisen selbst bei moderaten Phosphorkonzentrationen eine hohe Produktion auf. Besondere natürliche Verhältnisse können bei Seen mit geogenem Methaneintrag geltend gemacht werden, der die Sauerstoffzehrung erhöht.

Rechtliche Grundlagen

Bundesgesetz vom 24. Januar 1991 über den Schutz der Gewässer (Gewässerschutzgesetz, GSchG), SR 814.20

Art. 6 Grundsatz

- ¹ *Es ist untersagt, Stoffe, die Wasser verunreinigen können, mittelbar oder unmittelbar in ein Gewässer einzubringen oder sie versickern zu lassen.*
- ² *Es ist auch untersagt, solche Stoffe ausserhalb eines Gewässers abzulagern oder auszubringen, sofern dadurch die konkrete Gefahr einer Verunreinigung des Wassers entsteht.*

Art. 27 Bodenbewirtschaftung

- ¹ *Böden sind entsprechend dem Stand der Technik so zu bewirtschaften, dass die Gewässer nicht beeinträchtigt werden, namentlich nicht durch Abschwemmung und Auswaschung von Düngern und Pflanzenschutzmitteln.*

Gewässerschutzverordnung vom 28. Oktober 1998 (GSchV), SR 814.201

Anhang 1 Ökologische Ziele für Gewässer

- ¹ *Oberirdische Gewässer*
- ³ *Die Wasserqualität soll so beschaffen sein, dass:*
- c. andere Stoffe, die Gewässer verunreinigen können und die durch menschliche Tätigkeit ins Wasser gelangen können:*
- keine unnatürlich hohe Produktion von Biomasse verursachen;*

Anhang 2 Anforderungen an die Wasserqualität

1 Oberirdische Gewässer

13 Zusätzliche Anforderungen an stehende Gewässer

- ² *Der Nährstoffgehalt darf höchstens eine mittlere Produktion von Biomasse zulassen; besondere natürliche Verhältnisse bleiben vorbehalten.*
- ³ *Für Seen gilt ausserdem:*
- b. Der Sauerstoffgehalt des Wassers darf zu keiner Zeit und in keiner Seetiefe weniger als 4 mg/l O₂ betragen; er muss zudem ausreichen, damit wenig empfindliche Tiere wie Würmer den Seegrund ganzjährig und in einer möglichst natürlichen Dichte besiedeln können. Besondere natürliche Verhältnisse bleiben vorbehalten.*

Messung der Zielerreichung

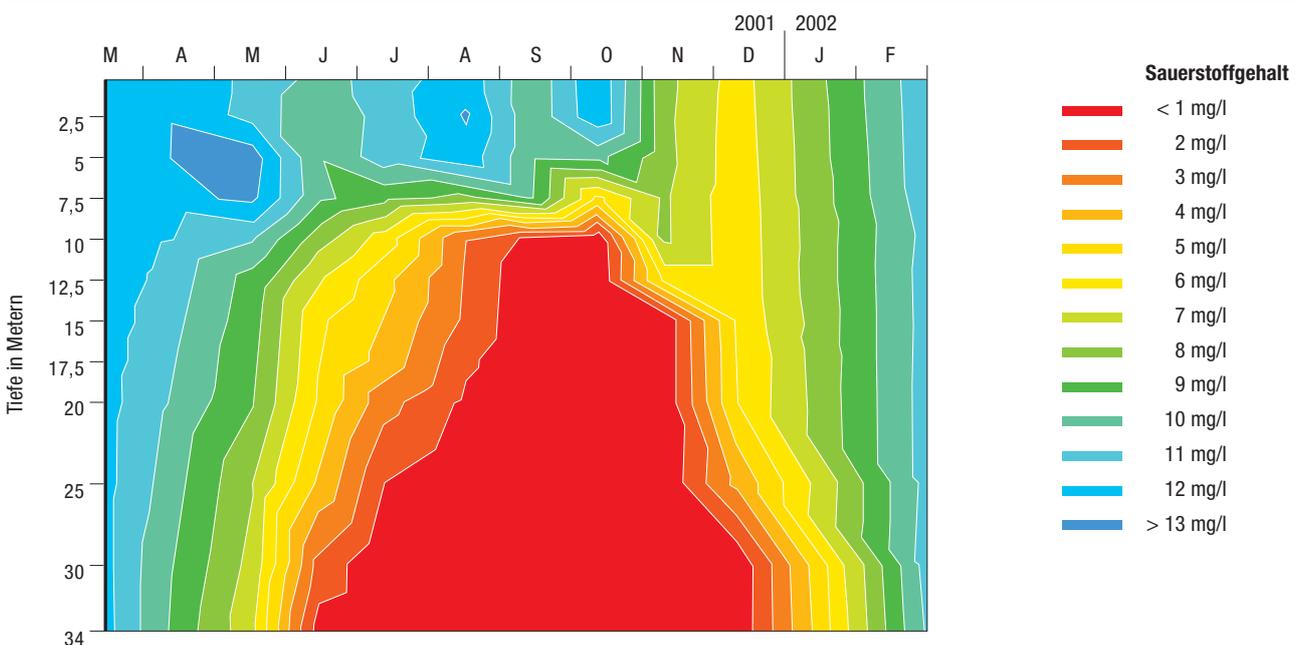
Internationale Kommissionen (CIPEL, IGKB, CIPAIS), kantonale Fachstellen, die Eidgenössische Anstalt für Wasserversorgung, Abwasserreinigung und Gewässerschutz (Eawag) und die Wasserversorgung Zürich (WVZ) messen den Sauerstoffgehalt der Seen. Es werden mit Ausnahme der Engadiner Seen alle natürlichen Seen mit mehr als drei Quadratkilometern Wasserfläche beprobt.

Der Sauerstoffgehalt ist nicht konstant, er variiert mit dem Jahresverlauf und mit der Tiefe (Abb. 15). Als einzelne Messgrösse, die charakteristisch für einen bestimmten See ist, ist er somit nicht darstellbar. Zur Zielkontrolle werden Zeitreihen wenige Meter über den Sedimenten, Tiefenprofile zu verschiedenen Zeiten oder zweidimensionale Karten als Funktion der Zeit und der Tiefe (Isoplethen) bereitgestellt (AfU Zug 2004, Gammeter et al. 1997). Für die grösseren Seen der Schweiz ist eine Darstellung der schlechtesten Situation über mehrere Jahre möglich (HADES 2004).

Schwach belastete Seen werden seltener beprobt als solche, die stärker belastet sind. Seen, deren Sauerstoffgehalt mit bestimmten Massnahmen verbessert wird (Belüftung, Zirkulationshilfe, Tiefenwasserableitung), können das Sauerstoffziel messtechnisch erreichen, obwohl sie mit Nährstoffen stark belastet sind (z. B. Sempacher-, Baldegger-, Hallwiler- und zukünftig auch der Greifensee); sie entsprechen der Anforderung der Gewässerschutzverordnung «mittlere Produktion von Biomasse» somit noch nicht (uwe 2005).

Abb. 15 > Sauerstoffgehalt im Pfäffikersee als Funktion von Zeit und Tiefe

Die Abbildung zeigt, dass zur Beurteilung des Zustands komplexe Rechenprogramme und gute Datenreihen benötigt werden.



Quelle: Vereinigung pro Pfäffikersee; Daten: AWEL, Zürich

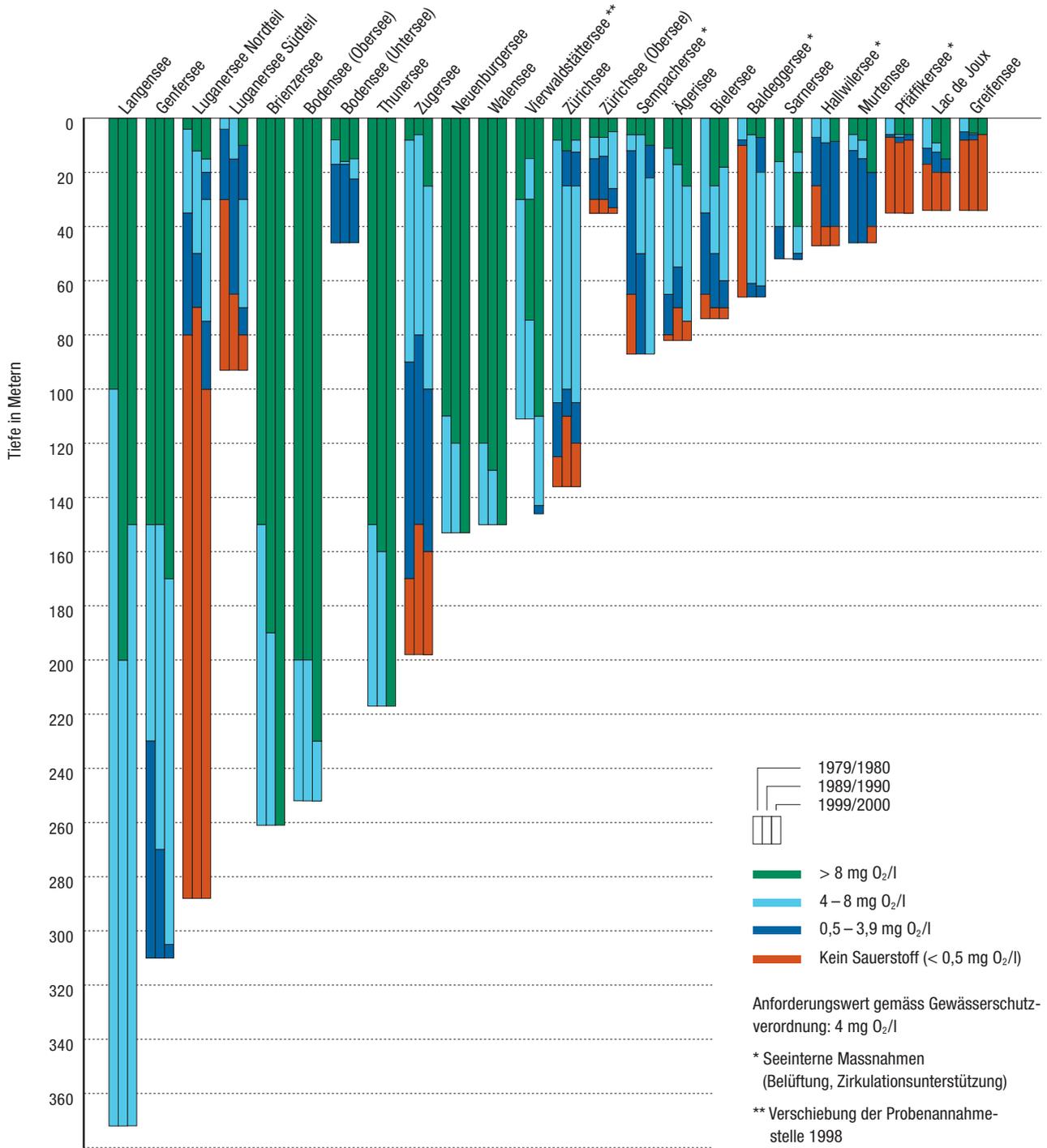
Stand der Zielerreichung

Die bisher beobachteten Verbesserungen beim Phosphor- und beim Sauerstoffgehalt in den Seen sind primär auf Massnahmen bei der Siedlungsentwässerung und der Abwasserbehandlung zurückzuführen (Herzog und Richner 2005). Abbildung 16 veranschaulicht den Stand der Zielerreichung bei den bekannteren Schweizer Seen. Zurzeit wird das Umweltziel in mehreren Seen mehr oder weniger verfehlt. Erreicht wird es im Bodensee (Obersee), Langensee, Brienersee, Thunersee, Neuenburgersee und Walensee. Problematisch sind bei den grossen Seen der Zugersee und der Luganersee.

Abb. 16 > Sauerstoffverhältnisse in grösseren Seen am Ende der sommerlichen Stagnationsphase

Problematische Sauerstoffkonzentrationen (<4 mg/l O₂) bei mittleren und grösseren Seen.

Seeinterne Massnahmen führen zu einer Verbesserung, auch wenn die Nährstoffbelastung noch immer zu gross ist.



Quelle: Hydrologischer Atlas der Schweiz

3.2.2 Umweltziel Landwirtschaft

Der Gesamtphosphorgehalt in Seen, deren Phosphoreintrag hauptsächlich aus der Landwirtschaft stammt, beträgt weniger als 20 µg Phosphor pro Liter. Besondere natürliche Verhältnisse bleiben vorbehalten.

Herleitung

Der Zusammenhang zwischen Sauerstoff, Biomasse und Phosphor wurde in der Herleitung zum allgemeinen Umweltziel erläutert. Das Umweltziel Landwirtschaft leitet sich ab aus dem «Konzept zur Verminderung der Phosphorbelastung von oberirdischen Gewässern aus der landwirtschaftlichen Bewirtschaftung», in welchem das Bundesamt für Landwirtschaft und das Bundesamt für Umwelt 1998 ein Sachziel festgelegt haben für die Sanierung der Einzugsgebiete belasteter Seen, bei denen der Hauptteil der Phosphorfracht aus der Landwirtschaft stammt (BLW und BUWAL 1998). Mit gezielten Massnahmen sollen die Verluste im Zuströmbereich von oberirdischen Gewässern in einem ersten Schritt so weit reduziert werden, dass die Phosphorgehalte in stehenden oberirdischen Gewässern Mikrogramm (µg) Gesamtphosphor pro Liter (l) durchmisches Freiwasser nicht mehr überschreiten. Längerfristig soll der Gesamtphosphorgehalt in den stehenden oberirdischen Gewässern unter 20 µg/l durchmisches Freiwasser gehalten werden.

Rechtliche Grundlagen

Es gelten die gleichen rechtlichen Grundlagen wie für das allgemeine Umweltziel Phosphor.

Messung der Zielerreichung

Der Phosphorgehalt in den wichtigsten Seen wird von internationalen Kommissionen (CIPEL, IGKB, CIP AIS), kantonalen Fachstellen, der Eawag und der WVZ gemessen. Für die Beurteilung sind der aufgrund von jährlich mindestens zwölf Tiefenprofilen erhobene Jahresmittelwert oder die Werte der Frühjahrszirkulation massgebend.

Stand der Zielerreichung

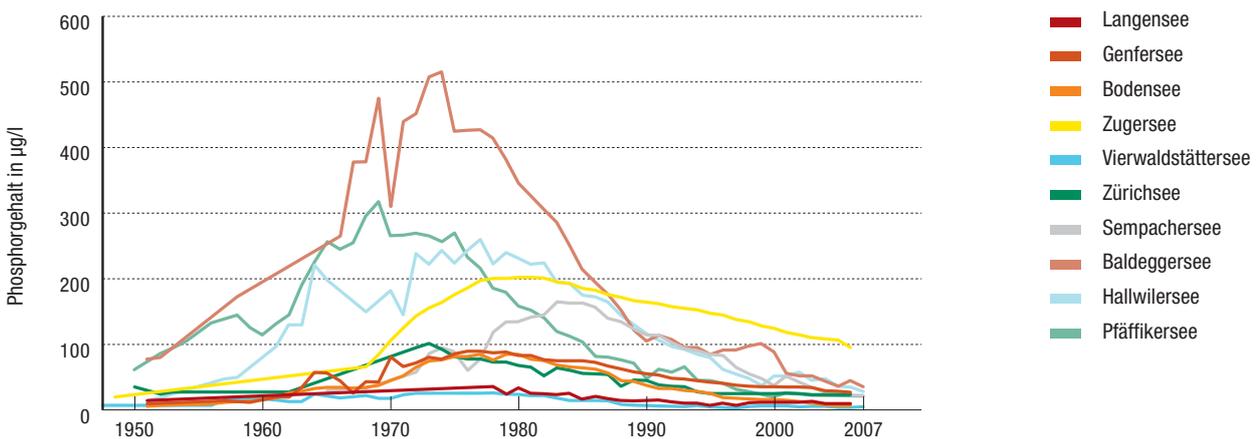
Zwischen 1990 und 2005 ist die Phosphorbelastung der Oberflächengewässer aus landwirtschaftlichen Quellen um 10 bis 30 % zurückgegangen. In Regionen mit hoher Nutztierdichte sind die Böden aber stark mit Phosphor angereichert. Kommt es auf diesen Flächen zu Auswaschung, Abschwemmung oder Bodenabtrag, führt dies zu hohen P-Einträgen in die Oberflächengewässer. In Gebieten mit intensiver Viehmast oder mit vielen offenen Ackerflächen sind einzelne Seen deshalb noch immer zu stark

mit Phosphor belastet (Abb. 17). Betroffen sind Baldegger-, Hallwiler-, Murten- und Zugersee, aber auch viele kleinere Seen.

Der Eintrag von Phosphor aus landwirtschaftlich genutzten Flächen hängt unter anderem vom Vorrat im Oberboden ab. Dieser hat seit rund 50 Jahren zugenommen. Allein zwischen 1990 und 2000 haben die aufsummierten landesweiten jährlichen Phosphorüberschüsse von 20 000 auf 140 000 Tonnen zugenommen. Massnahmen in der Landwirtschaft reduzierten die jährlichen P-Überschüsse von rund 20 000 Tonnen (1992) auf 5000 bis 7000 Tonnen (2001–2005). Eine Abnahme des Bodenvorrats wurde nur in den Einzugsgebieten beobachtet, in denen die Düngung auf unter 100 % des Pflanzenbedarfs reduziert wurde. Die Reduktion der Bodenvorräte ist allerdings ein langsamer Prozess und dauert Jahrzehnte.

Grosser Phosphorvorrat in den Landwirtschaftsböden

Abb. 17 > Gesamter Phosphor in Schweizer Seen



Quelle: BAFU

Literatur

AfU Zug (Amt für Umweltschutz des Kantons Zug) 2004: Untersuchung der Fliessgewässer und Seen im Kanton Zug und im Einzugsgebiet des Zugersees. Zusammenstellung der Untersuchungen bis ins Jahr 2000.

BLW (Bundesamt für Landwirtschaft), BAFU (Bundesamt für Umwelt) 1998: Konzept zur Verminderung der Phosphorbelastung von oberirdischen Gewässern aus der landwirtschaftlichen Bewirtschaftung. Bern.

Gammeter S., Forster R., Zimmermann U. 1997: Limnologische Untersuchung des Zürichsees 1972–1996. Wasserversorgung Zürich.

HADES (Hydrologischer Atlas der Schweiz) 2004: Tafel 7.6; Veränderungen ausgewählter chemischer Parameter in Fliessgewässern und Seen 1976–2000, Abbildung: Sauerstoffverhältnisse in grösseren Seen am Ende der sommerlichen Stagnationsphase.

Herzog F., Richner W. (Red.) 2005: Evaluation der Ökomassnahmen – Bereich Stickstoff und Phosphor. Schriftenreihe der FAL 57. Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz-Tänikon ART (Hrsg.), Zürich:132 S.

uwe (Umwelt und Energie, Kanton Luzern) 2005: Publikationen über den Sempachersee und seine Zuflüsse im Jahr 2005.

3.3 Pflanzenschutzmittel



Pflanzenschutzmittel kommen vor allem in der Landwirtschaft zum Einsatz.

Einführung

Pflanzenschutzmittel (PSM) sind chemische oder biologische Wirkstoffe und Zubereitungen, die unter anderem dazu bestimmt sind, Pflanzen vor Schadorganismen zu schützen, das Wachstum von Pflanzen zu regulieren oder unerwünschte Pflanzen zu beseitigen. Sie sind biologisch aktive Stoffe, die neben den erzielten Schutzwirkungen auch Nebenwirkungen auf die Kulturpflanzen selbst, auf Nichtzielorganismen und auf die Umwelt haben können. Durch Auswaschung, Abdrift und Abschwemmung sowie durch unsachgemäße Handhabung können sie in unter- und oberirdische Gewässer, in die Luft und in den Boden gelangen.

Als generelles Ziel, das es anzustreben gilt, formuliert die Gewässerschutzverordnung in Anhang 1, dass keine künstlichen langlebigen Stoffe im Wasser vorhanden sein sollen.

Im Rahmen des Zulassungsverfahrens für Pflanzenschutzmittel werden umfassende ökotoxikologische Gutachten durchgeführt und falls nötig Anwendungseinschränkungen erlassen, um zu verhindern, dass ökotoxikologisch relevante Konzentrationen von Pflanzenschutzmitteln in den Gewässern auftreten.

PSM werden aber trotzdem immer wieder in den Oberflächengewässern, im Grundwasser und sogar im Trinkwasser nachgewiesen, und zwar auch in Konzentrationen, welche die numerischen Anforderungen der Gewässerschutzverordnung bzw. den Trinkwassertoleranzwert der Fremd- und Inhaltsstoffverordnung von 0,1 µg/l überschreiten (BUWAL und BWG 2004, BAFU 2008b). Besonders bei Regenwetter wurden von verschiedenen Kantonen und Forschungsinstitutionen in kleinen Fließgewässern, in deren Einzugsgebieten PSM ausgebracht worden waren, verschiedene Stoffe in hohen Konzentrationen von bis zu mehreren µg/l festgestellt.

In den PSM-Produkten, die in der Schweiz eingesetzt werden, kommen über 320 organisch-synthetische Wirkstoffe zur Anwendung. Ein Monitoring des effektiven PSM-Einsatzes fehlt bisher. Gemäss der schweizerischen chemischen und pharmazeutischen Industrie wurden im Jahr 2005 rund 1400 Tonnen PSM verkauft. Davon waren 45 % Fungizide, Bakterizide oder Saatbeizmittel, 45 % waren Herbizide und 9 % Insektizide; 1 % entfällt auf übrige Produkte (SGCI 2005).

Neue Forschungsergebnisse zeigen, dass einzelne Wirkstoffe, PSM-Abbauprodukte sowie Beistoffe, die zur Verbesserung der PSM-Wirkung eingesetzt werden, bereits in Konzentrationen von unter 0,01 µg/l eine toxische Wirkung auf Wasserlebewesen aufweisen (Chèvre et al. 2006, Europäische Union 2008). Ungeklärt sind zudem die additiven und/oder synergistischen Kombinationswirkungen von Pestiziden, Abbauprodukten, Beistoffen und anderen Stoffen aus Industrie und Gewerbe.

Beitragende Sektoren

Der weitaus grösste Teil der Pflanzenschutzmittel kommt in der Landwirtschaft zum Einsatz. Kleinere PSM-Mengen werden unter anderem in Baumschulen, Privatgärten, Sportanlagen und auf Industriearealen eingesetzt.

Rolle der Landwirtschaft

PSM werden von der Landwirtschaft zum Schutz der Nutzpflanzen, für eine rationelle Bewirtschaftung und zur Sicherung des Ertrags aktiv und direkt in die Umwelt ausgebracht und können via Abdrift, Abschwemmung, Versickerung, Drainagen, Auswaschung sowie Hof-, Strassen- und Wegentwässerungen direkt und indirekt in angrenzende Lebensräume oder in die Gewässer eingetragen werden. Im Ackerbau werden 60 % des Gesamtumsatzes der in der Landwirtschaft verwendeten PSM ausgebracht; in den Spezialkulturen Gemüse-, Obst- und Rebbau sind es 34 % (SGCI-Statistik 2006). Es muss allerdings beachtet werden, dass der Ackerbau 27 % der landwirtschaftlichen Nutzfläche umfasst, die Spezialkulturen dagegen nur 2,6 %.

**Pflanzenschutzmittel
in der Umwelt**

3.3.1 Allgemeines Umweltziel

1. Keine Beeinträchtigung von Umwelt und Gesundheit durch Pflanzenschutzmittel.
2. Maximal 0,1 µg organische Pflanzenschutzmittel und relevante Metaboliten pro Liter je Einzelstoff in oberirdischen Gewässern sowie im Grundwasser, das als Trinkwasser genutzt wird oder dafür vorgesehen ist. Vorbehalten bleiben andere Werte aufgrund von Einzelstoffbeurteilungen im Rahmen des Zulassungsverfahrens.
3. Das Umweltrisiko durch Pflanzenschutzmittel ist so weit wie möglich zu reduzieren. Dabei sind naturräumliche Gegebenheiten zu berücksichtigen.

Herleitung

Das Ziel 1 entstammt verschiedenen rechtlichen Grundlagen (Art. 1 und 28 USG; Art. 1 ChemG; Art. 18 NHG; Art. 1, 3, 6 und 27 GSchG; Anh. 1 GSchV und Art. 10 und 45 PSMV). Aus diesen lässt sich ablesen, dass bei den PSM in hohem Masse auf das Vorsorgeprinzip abgestützt wird.

Ziel 1

Der zweite Zielsatz, das numerische Umweltziel in Bezug auf die Gewässer, entspricht der rechtlich festgeschriebenen Anforderung (Anh. 2 Ziff. 12 Abs. 5 sowie Ziff. 22 Abs. 2 GSchV). In Fließgewässern sowie im Grundwasser, das als Trinkwasser genutzt wird oder dafür vorgesehen ist, gilt für PSM der gesetzlich festgelegte Anforderungswert von 0,1 µg/l, wenn kein anderer Wert aufgrund von Einzelstoffbeurteilungen im Rahmen des Zulassungsverfahrens bestimmt wurde. Mit relevanten Metaboliten sind solche gemeint, die für die Umwelt und die Gesundheit relevant sind. Dies kann über die Relevanz-Kriterien im Rahmen des Zulassungsverfahrens hinausgehen.

Ziel 2

Die Wasserqualität der oberirdischen Gewässer und von Grundwasser, das als Trinkwasser genutzt wird oder dafür vorgesehen ist, muss so beschaffen sein, dass das Wasser nach Anwendung von angemessenen bzw. einfachen Trinkwasser-Aufbereitungsverfahren die Anforderungen an die Lebensmittelgesetzgebung erfüllt (Anh. 1 Ziff. 11 Abs. 1 Bst. c und Ziffer 22 Abs. 1 GSchV). Die Fremd- und Inhaltsstoffverordnung (FIV) enthält als Toleranzwert für Pestizide und deren relevante Metabolite, Abbau- und Reaktionsprodukte ebenfalls den Wert von 0,1 µg/l je Einzelstoff, bei dessen Überschreiten Trinkwasser als verunreinigt oder sonst im Wert vermindert gilt (Anh. 1 Liste 4 FIV).

Dieses Ziel basiert auf denselben Rechtsgrundlagen wie das Ziel 1. Es ist ebenfalls Ausdruck des Vorsorgeprinzips. Das Ziel, das Umweltrisiko möglichst zu verringern, ist national («Bericht des Bundesrates über die Reduktion der Umweltrisiken von Düngern und Pflanzenschutzmitteln», Bundesrat 2003) und international (internationale Programme zur Risiko-Reduktion im Rahmen der OECD, Strategie der EU für die nachhaltige Nutzung von Pestiziden) anerkannt.

Ziel 3

Rechtliche Grundlagen

Bundesgesetz vom 7. Oktober 1983 über den Umweltschutz (Umweltschutzgesetz, USG), SR 814.01

Art. 1 Zweck

¹ Dieses Gesetz soll Menschen, Tiere und Pflanzen, ihre Lebensgemeinschaften und Lebensräume gegen schädliche oder lästige Einwirkungen schützen sowie die natürlichen Lebensgrundlagen, insbesondere die biologische Vielfalt und die Fruchtbarkeit des Bodens, dauerhaft erhalten.

² Im Sinne der Vorsorge sind Einwirkungen, die schädlich oder lästig werden könnten, frühzeitig zu begrenzen.

Art. 28 Umweltgerechter Umgang

¹ Mit Stoffen darf nur so umgegangen werden, dass sie, ihre Folgeprodukte oder Abfälle die Umwelt oder mittelbar den Menschen nicht gefährden können.

Bundesgesetz vom 15. Dezember 2000 über den Schutz vor gefährlichen Stoffen und Zubereitungen (Chemikaliengesetz, ChemG), SR 813.1

Art. 1 Zweck

Dieses Gesetz soll das Leben und die Gesundheit des Menschen vor schädlichen Einwirkungen durch Stoffe und Zubereitungen schützen.

Bundesgesetz vom 1. Juli 1966 über den Natur- und Heimatschutz (NHG), SR 451

Art. 18 Schutz von Tier- und Pflanzenarten

² Bei der Schädlingsbekämpfung, insbesondere mit Giftstoffen, ist darauf zu achten, dass schützenswerte Tier- und Pflanzenarten nicht gefährdet werden.

Bundesgesetz vom 24. Januar 1991 über den Schutz der Gewässer (Gewässerschutzgesetz, GSchG), SR 814.20

Art. 1 Zweck

Dieses Gesetz bezweckt, die Gewässer vor nachteiligen Einwirkungen zu schützen.

Es dient insbesondere:

- a) Der Gesundheit von Menschen, Tieren und Pflanzen;
- b) Der Erhaltung natürlicher Lebensräume für die einheimische Tier- und Pflanzenwelt;
- c) Der Erhaltung der Fischgewässern;

Art. 3 Sorgfaltspflicht

Jedermann ist verpflichtet, alle nach den Umständen gebotene Sorgfalt anzuwenden, um nachteilige Einwirkungen auf die Gewässer zu vermeiden.

Art. 6 Grundsatz

¹ Es ist untersagt, Stoffe, die Wasser verunreinigen können, mittelbar oder unmittelbar in ein Gewässer einzubringen oder sie versickern zu lassen.

² Es ist auch untersagt, solche Stoffe ausserhalb eines Gewässers abzulagern oder auszubringen, sofern dadurch die konkrete Gefahr einer Verunreinigung des Wassers entsteht.

Art. 27 Bodenbewirtschaftung

¹ Böden sind entsprechend dem Stand der Technik so zu bewirtschaften, dass die Gewässer nicht beeinträchtigt werden, namentlich nicht durch Abschwemmung und Auswaschung von Düngern und Pflanzenbehandlungsmitteln.

Gewässerschutzverordnung vom 28. Oktober 1998 (GSchV), SR 814.201

Anhang 1: Ökologische Ziele für Gewässer

1 Oberirdische Gewässer

- ³ Die Wasserqualität soll so beschaffen sein, dass:
- b. im Wasser, in den Schwebstoffen und in den Sedimenten keine künstlichen, langlebigen Stoffe enthalten sind;
 - c. andere Stoffe, die Gewässer verunreinigen können und die durch menschliche Tätigkeit ins Wasser gelangen können,
 - in Pflanzen, Tieren, Mikroorganismen, Schwebstoffen oder Sedimenten nicht angereichert werden,
 - keine nachteiligen Einwirkungen auf die Lebensgemeinschaften von Pflanzen, Tieren und Mikroorganismen und auf die Nutzung der Gewässer haben,
 - die biologischen Prozesse zur Deckung der physiologischen Grundbedürfnisse von Pflanzen und Tieren, wie Stoffwechselvorgänge, Fortpflanzung und geruchliche Orientierung von Tieren, nicht beeinträchtigen,
 - im Gewässer nur in nahe bei Null liegenden Konzentrationen vorhanden sind, wenn sie dort natürlicherweise nicht vorkommen.

2 Unterirdische Gewässer

- ³ Die Grundwasserqualität soll so beschaffen sein, dass:
- b. im Wasser keine künstlichen, langlebigen Stoffe enthalten sind;
 - c. andere Stoffe, die Gewässer verunreinigen können und die durch menschliche Tätigkeit ins Wasser gelangen können,
 - in der Biozönose und in der unbelebten Materie des Grundwasserleiters nicht angereichert werden,
 - im Grundwasser nicht vorhanden sind, wenn sie dort natürlicherweise nicht vorkommen,
 - keine nachteiligen Einwirkungen auf die Nutzung des Grundwassers haben.

Anhang 2: Anforderungen an die Wasserqualität

1 Oberirdische Gewässer

11 Allgemeine Anforderungen

- ¹ Die Wasserqualität muss so beschaffen sein, dass:
- c. das Wasser nach Anwendung von angemessenen Aufbereitungsverfahren die Anforderungen der Lebensmittelgesetzgebung erfüllt;
 - d. das Wasser bei Infiltration das Grundwasser nicht verunreinigt;

12 Zusätzliche Anforderungen an Fließgewässer

- ⁵ Die nachfolgenden numerischen Anforderungen gelten bei jeder Wasserführung nach weitgehender Durchmischung des eingeleiteten Abwassers im Gewässer; besondere natürliche Verhältnisse wie Wasserzufluss aus Mooregebieten, seltene Hochwasserspitzen oder seltene Niederwasserereignisse bleiben vorbehalten.

Die Anforderung für Organische Pestizide (Biozidprodukte und Pflanzenschutzmittel) heisst: 0,1 µg/l je Einzelstoff. Vorbehalten bleiben andere Werte auf Grund von Einzelstoffbeurteilungen im Rahmen des Zulassungsverfahrens.

2 Unterirdische Gewässer

21 Allgemeine Anforderungen

- ¹ Die Konzentration von Stoffen, für die Ziffer 22 numerische Anforderungen enthält, darf im Grundwasser nicht stetig zunehmen.
- ² Die Qualität des Grundwassers muss so beschaffen sein, dass es bei Exfiltration oberirdische Gewässer nicht verunreinigt.

22 Zusätzliche Anforderungen an Grundwasser, das als Trinkwasser genutzt wird oder dafür vorgesehen ist.

- ¹ Die Wasserqualität muss so beschaffen sein, dass das Wasser nach Anwendung einfacher Aufbereitungsverfahren die Anforderungen der Lebensmittelgesetzgebung einhält.
- ² Es gelten die nachfolgenden numerischen Anforderungen; vorbehalten bleiben besondere natürliche Verhältnisse.

Die Anforderung für Organische Pestizide (Biozidprodukte und Pflanzenschutzmittel) heisst: 0,1 µg/l je Einzelstoff. Vorbehalten bleiben andere Werte auf Grund von Einzelstoffbeurteilungen im Rahmen des Zulassungsverfahrens.

Verordnung vom 18. Mai 2005 über das Inverkehrbringen von Pflanzenschutzmitteln (Pflanzenschutzmittelverordnung, PSMV), SR 916.161

Art. 1 Zweck

Diese Verordnung soll sicherstellen, dass Pflanzenschutzmittel hinreichend geeignet sind und bei vorschriftsgemäsem Umgang keine unannehmbaren Nebenwirkungen auf Mensch, Tier und Umwelt haben.

Art. 10 Bewilligung

¹ Ein Pflanzenschutzmittel wird bewilligt, wenn:

- a. alle in ihm enthaltenen Wirkstoffe in Anhang 1 aufgenommen sind;
- b. nach dem jeweiligen Stand der wissenschaftlichen und technischen Kenntnisse und den Anforderungen nach den Anhängen 2 und 3 sichergestellt ist, dass es bei sachgemässer Anwendung und im Hinblick auf alle normalen Verhältnisse, unter denen es angewendet wird, sowie im Hinblick auf die Folgen dieser Anwendung:

1. hinreichend geeignet ist,
2. keine unannehmbaren Nebenwirkungen auf Kulturpflanzen oder Erntegüter hat, die geschützt werden sollen,
3. bei den zu bekämpfenden Wirbeltieren keine unnötigen Leiden oder Schmerzen verursacht,
4. keine unannehmbaren Nebenwirkungen auf die Gesundheit von Mensch und Tier insbesondere über Trinkwasser, Nahrungs- und Futtermittel oder Grundwasser hat,
5. keine unannehmbaren Nebenwirkungen auf die Umwelt hat, namentlich in Bezug auf:
 - den Verbleib und das Verhalten in der Umwelt, insbesondere die Kontamination von Boden und Wasser einschliesslich Trinkwasser und Grundwasser,
 - die Auswirkung auf Organismen, die nicht bekämpft werden sollen;

- c. die Art und die Menge der in ihm enthaltenen Wirkstoffe und gegebenenfalls die toxikologisch und ökotoxikologisch signifikanten Verunreinigungen und zusätzlichen Bestandteile nach geeigneten Methoden bestimmt werden können;

² Anhang 6 enthält konkretisierende Bestimmungen zu den Voraussetzungen nach Absatz 1 Buchstaben a, c, f und g.

Anhang 6**6C-2.5.1.2 Verbleib und Verhalten in Grundwasser**

Es wird keine Bewilligung erteilt, wenn die zu erwartende Konzentration des Wirkstoffs oder seiner relevanten Metaboliten, Abbau- oder Reaktionsprodukte im Grundwasser, das als Trinkwasser genutzt wird oder dafür vorgesehen ist, den Anforderungen nach Anhang 2 Ziffer 22 GSchV nicht genügt.

6C-2.5.1.3 Verbleib und Verhalten in Oberflächengewässern

¹ Es wird keine Bewilligung erteilt, wenn nach Anwendung des Pflanzenschutzmittels unter den vorgeschlagenen Bedingungen die zu erwartende Konzentration des Wirkstoffs oder seiner relevanten Metaboliten, Abbau- oder Reaktionsprodukte in Oberflächengewässern:

- a. die als Trinkwasser genutzt werden oder dafür vorgesehen sind, den Anforderungen nach Anhang 2 Ziffer 22 der GSchV nicht genügt;
- b. für die nicht zu den Zielorganismen gehörenden Arten und insbesondere Tiere Auswirkungen hat, die im Sinne der entsprechenden Bestimmungen der Ziffer 2.5.2 als unannehmbar anzusehen sind.

Art. 45 Sorgfaltspflicht

¹ Wer mit Pflanzenschutzmitteln und ihren Abfällen umgeht, muss dafür sorgen, dass sie keine unannehmbaren Nebenwirkungen auf Mensch, Tier und Umwelt haben.

Verordnung des EDI vom 26. Juni 1995 über Fremd- und Inhaltsstoffe in Lebensmitteln (Fremd- und Inhaltsstoffverordnung, FIV) SR 817.021.23

Anhang 1**4 Liste der Höchstkonzentrationen (Toleranz- und Grenzwerte) für andere Fremdstoffe oder Inhaltsstoffe**

Stoff	Lebensmittel	Toleranzwert mg/kg	Bemerkungen
Pestizide	Trinkwasser	0,0001	gilt je Substanz für organische Pestizide, deren relevante Metaboliten, Abbau- und Reaktionsprodukte

Der Toleranzwert ist die Höchstkonzentration, bei dessen Überschreitung das Lebensmittel als verunreinigt oder sonst im Wert vermindert gilt, Art. 2 Abs. 3 FIV

Messung der Zielerreichung

Die Beeinträchtigung von Umwelt und Gesundheit kann nur in Ausnahmefällen direkt beobachtet werden. Hingegen können indirekte Hinweise erhalten werden aufgrund von Hilfsgrössen wie zum Beispiel der zu Ziel 2 gemessenen Gewässerbelastung. Aufgrund dieser Daten und der verfügbaren Resultate ökotoxikologischer Untersuchungen kann die resultierende Beeinträchtigung beurteilt werden.

Ziel 1

Der Aufwand für die Erfassung der PSM-Belastung in der Umwelt ist hoch. Angesichts der grossen Zahl zugelassener Wirkstoffe, der Vielzahl Metaboliten sowie der je nach Wirkstoff oder Metaboliten zum Teil fehlenden oder sehr aufwendigen Analysemethoden muss in jedem Untersuchungsprogramm eine stark eingeschränkte Auswahl getroffen werden. Aus diesem Grund existieren bis heute für die überwiegende Zahl der Wirkstoffe und Metaboliten kaum Daten.

Ziel 2

Messungen im Grundwasser werden durch den Bund im Rahmen der nationalen Grundwasserqualitätsbeobachtung (NAQUA) und durch die Kantone im Rahmen von kantonalen Beobachtungs- oder Überwachungsprogrammen durchgeführt.

Die Überwachung der Qualität der Fliessgewässer erfolgt durch die kantonalen Fachstellen. Im Rahmen der Bearbeitung von Methoden zur Untersuchung und Beurteilung der Fliessgewässer (durch BAFU, Eawag, KVU) wird bis Ende 2009 ein Erhebungs- und Beurteilungskonzept für PSM erarbeitet. Dieses soll im Rahmen des Projektes Netzwerk Umweltdaten Schweiz (NUS) zur Anwendung kommen.

Zur Beurteilung des Umweltrisikos von Pflanzenschutzmitteln besteht kein umfassender, konsolidierter Indikator. Als Annäherungen zur Überprüfung der Zielerreichung kann der relativ einfach zu berechnende Risikoindikator FA (frequency of application) für die Anwendungsintensität der PSM verwendet werden. Der FA-Indikator gibt an, wie häufig eine bestimmte Fläche oder Kultur mit der empfohlenen Standarddosierung der PSM behandelt worden ist. Als weitere Annäherung zur Überprüfung der Zielerreichung dient die Messung von PSM in Gewässern. Sobald es geeignetere Indikatoren zum Umweltrisiko gibt, werden diese übernommen.

Ziel 3

Stand der Zielerreichung

Eine vollständige allgemeine Beurteilung liegt nicht vor. Im Fall der Oberflächengewässer werden Untersuchungen in Form von Kampagnen von den zuständigen kantonalen Fachstellen oder der Eawag durchgeführt. Besonders in kleinen Fliessgewässern mit grosser Dynamik werden kurzfristig (Stunden bis wenige Tage) Konzentrationen an PSM erreicht, die im Bereich der Effektkonzentrationen für verschiedene aquatische Organismen liegen oder diese überschreiten (Chèvre 2006, Balsiger 2007).

Ziel 1

Zwischen 2004 und 2006 wiesen pro Jahr¹ rund 10 % der untersuchten Grundwasser-Messstellen bei mindestens einer Messung mehr als 0,1 µg PSM (Einzelsubstanz) pro Liter auf (BAFU 2008b), womit die in der Gewässerschutzverordnung festgelegte Anforderung für Grundwasser, welches als Trinkwasser genutzt wird oder dafür vorgesehen ist, nicht erfüllt wird.

Ziel 2

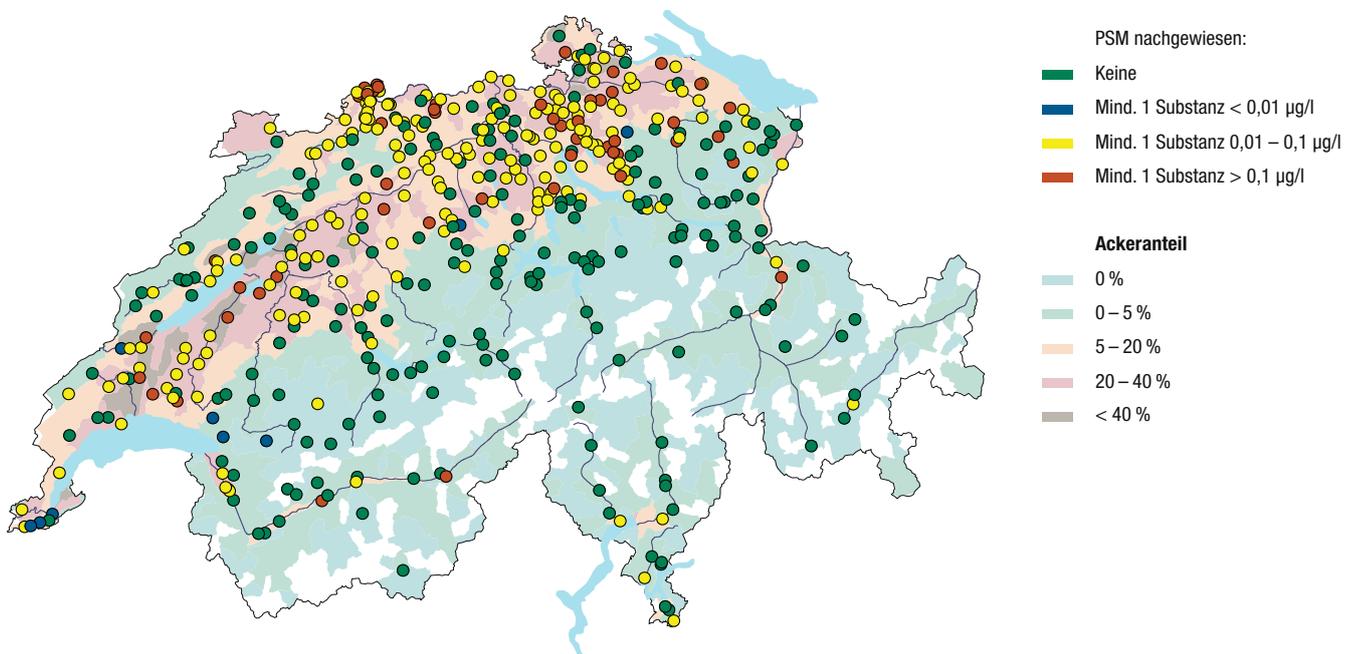
Für Oberflächengewässer existieren zurzeit keine national repräsentativen Untersuchungen. Die Stichprobenuntersuchungen einzelner Kantone weisen aber darauf hin, dass der Wert von 0,1 µg/l vor allem in kleineren Gewässern oft und deutlich überschritten wird.

Zurzeit ist der FA-Indikator erst theoretisch berechenbar (BAFU 2008a). Um aussagekräftige Werte zu erhalten, müssen die PSM-Anwendungen erhoben werden.

Ziel 3

Zwischen 2004 und 2006 wurden zusätzlich in 40 bis 46 % der untersuchten Grundwasser-Messstellen bei mindestens einer Messung Spuren bis maximal 0,1 µg PSM pro Liter nachgewiesen (BAFU 2008b).

Abb. 18 > Maximale Pflanzenschutzmittel-Konzentration im Grundwasser im Jahr 2006



Quelle: NAQUA

¹ Über die ganze Dreijahresperiode betrachtet, wiesen rund 16 % der untersuchten Messstellen mindestens eine Überschreitung des Wertes von 0,1 µg/l auf.

3.3.2 Umweltziel Landwirtschaft

1. Keine Beeinträchtigung von Umwelt und Gesundheit durch Pflanzenschutzmittel aus der Landwirtschaft.
2. Für Gewässer, deren Pflanzenschutzmittel-Eintrag hauptsächlich aus der Landwirtschaft stammt: maximal 0,1 µg organische Pflanzenschutzmittel und relevante Metaboliten pro Liter je Einzelstoff in oberirdischen Gewässern sowie im Grundwasser, das als Trinkwasser genutzt wird oder dafür vorgesehen ist. Vorbehalten bleiben andere Werte aufgrund von Einzelstoffbeurteilungen im Rahmen des Zulassungsverfahrens.
3. Das Umweltrisiko durch Pflanzenschutzmittel in der Landwirtschaft ist so weit wie möglich zu reduzieren. Dabei sind naturräumliche Gegebenheiten zu berücksichtigen.

Herleitung

Es gilt die gleiche Herleitung wie für das allgemeine Umweltziel. Die Bundesverfassung verlangt zudem, dass der Bund die Massnahmen zugunsten der Landwirtschaft so ausrichtet, dass die Umwelt vor Beeinträchtigungen durch einen überhöhten Einsatz von Chemikalien und anderen Hilfsstoffen geschützt ist (Art. 104 BV).

Rechtliche Grundlagen

Zusätzlich zu den rechtlichen Grundlagen für das allgemeine Umweltziel ist folgende rechtliche Grundlage von Bedeutung.

Bundesverfassung der Schweizerischen Eidgenossenschaft, SR 101 vom 18. April 1999

Art. 104 Landwirtschaft

- ¹ Der Bund sorgt dafür, dass die Landwirtschaft durch eine nachhaltige und auf den Markt ausgerichtete Produktion einen wesentlichen Beitrag leistet zur:
- a. Erhaltung der natürlichen Lebensgrundlagen und zur Pflege der Kulturlandschaft;

- ³ Er richtet die Massnahmen so aus, dass die Landwirtschaft ihre multifunktionalen Aufgaben erfüllt. Er hat insbesondere folgende Befugnisse und Aufgaben:
- d. Er schützt die Umwelt vor Beeinträchtigungen durch überhöhten Einsatz von Düngstoffen, Chemikalien und anderen Hilfsstoffen.

Messung der Zielerreichung

Siehe allgemeines Umweltziel, mit landwirtschaftsspezifischem Fokus. Im Bereich Gewässer beispielsweise erfolgt die Messung der Zielerreichung durch eine gezielte Auswertung von Messstellen, deren Einzugsgebiet hauptsächlich von der Landwirtschaft beeinflusst ist.

Ziel 1 bis 3

Ein Monitoring des effektiven PSM-Einsatzes wird im Agrarumweltmonitoring des BLW eingeführt.

Stand der Zielerreichung

In kleineren bis mittleren Fließgewässern in landwirtschaftlich geprägten Einzugsgebieten treten regelmässige und zum Teil sehr hohe Spitzenbelastungen auf, die den numerischen Anforderungswert von 0,1 µg/l der Gewässerschutzverordnung klar überschreiten und im Effektbereich einzelner empfindlicher Arten liegen.

Ziel 1

Die numerische Anforderung der Gewässerschutzverordnung von 0,1 µg/l wird pro Jahr² in rund 18 % der Messstellen mit von Ackerbau dominiertem Einzugsgebiet bei mindestens einer Messung überschritten (BAFU 2008b).

Ziel 2

Siehe allgemeines Umweltziel. Zwischen 2004 und 2006 wurden zusätzlich in 61 bis 68 % der untersuchten Grundwasser-Messstellen, deren Einzugsgebiet vom Ackerbau dominiert ist, mindestens bei einer Messung Spuren von maximal 0,1 µg PSM pro Liter nachgewiesen (BAFU 2008b).

Ziel 3

Literatur

BAFU (Hrsg.) 2008a: Pflanzenschutzmittel im gewerblichen Gartenbau – Pilotstudie über die Anwendung. Umwelt-Wissen Nr. 0811. Bundesamt für Umwelt, Bern: 42 S.

BUWAL (Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft) und BWG (Bundesamt für Wasser und Geologie) (Hrsg.) 2004: NAQUA – Grundwasserqualität in der Schweiz 2002/2003. Bern: 204 S.

BAFU (Hrsg.) 2008b: NAQUA - Grundwasserqualität in der Schweiz 2004–2006 (in Vorbereitung).

Chèvre N. et al. 2006: Pestizide in Schweizer Oberflächengewässern, Wirkungsbasierte Qualitätskriterien. gwa 4/2006: S. 297–307.

Balsiger C. et al. 2007: Gewässerbelastung durch Pestizide. gwa 3/2007: S. 177–185.

Europäische Union 2008: GEMEINSAMER STANDPUNKT (EG) Nr. 3/2008 vom Rat festgelegt am 20. Dezember 2007 im Hinblick auf die Annahme der Richtlinie 2008/.../EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom ... über Umweltqualitätsnormen im Bereich der Wasserpolitik und zur Änderung der Richtlinien 82/176/EWG, 83/513/EWG, 84/156/EWG, 84/491/EWG, 86/280/EWG und 2000/60/EG (Vorbereitende Rechtsakte). Amtsblatt der Europäischen Union.

Bundesrat 2003: Bericht des Bundesrates über die Reduktion der Umweltrisiken von Düngern und Pflanzenschutzmitteln. Bundesblatt Nr. 26: S. 4802–4810.

² Über die ganze Dreijahresperiode betrachtet, wiesen 25 % der untersuchten Messstellen mit Hauptbodennutzung Ackerbau mindestens eine Überschreitung des Wertes von 0,1 µg/l auf.

3.4 Arzneimittel



Rückstände einzelner Arzneimittel wurden in Gewässern und Böden nachgewiesen.

Einführung

Die Verunreinigung von Gewässern und Böden mit Substanzen, die Organismen bereits in geringen Konzentrationen schädigen können, hat in den letzten Jahren vermehrt gesundheits- und umweltpolitische Bedenken ausgelöst. Zu den sogenannten Mikroverunreinigungen tragen auch Rückstände von Arzneimitteln bei.

Sowohl im Human- als auch im Veterinärbereich wird eine grosse Anzahl von Arzneimitteln eingesetzt. Diese biologisch aktiven Substanzen und ihre Abbauprodukte können über unterschiedliche Pfade in die Umwelt gelangen. Für die Veterinärarzneimittel steht der Austrag mit der Gülle und die anschließende Auswaschung und Abschwemmung in die unter- und oberirdischen Gewässer im Vordergrund. Arzneimittel aus der Humanmedizin werden mit dem Abwasser über die Kläranlagen in die Oberflächengewässer und via Flusswasserinfiltration allenfalls ins Grundwasser eingetra-

Arzneimittel und ihre Abbauprodukte können über unterschiedliche Pfade in die Umwelt gelangen

gen. Ein grosses Spektrum von Arzneimitteln wird in den Kläranlagen praktisch nicht entfernt und gelangen so kontinuierlich und ungehindert in die Gewässer (Joss et al. 2005, Göbel et al. 2007).

Rückstände einzelner Arzneimittel (z. B. Antibiotika, Psychopharmaka, Lipidsenker, Betablocker, Zytostatika, Schmerzmittel) sowie deren Metaboliten und Umwandlungsprodukte wurden wiederholt in Oberflächengewässern, Kläranlagenausflüssen, Böden und – etwas weniger häufig – im Grundwasser und in Nahrungsmitteln festgestellt (Hollender et al. 2007, Hanke et al. 2007). Arzneimittel aus der Landwirtschaft wurden im Vergleich zu den Arzneimitteln aus dem Humanbereich weniger häufig und in tieferen Konzentrationen nachgewiesen (Hanke et al. 2007, Stoob 2005). Über Langzeitauswirkungen, über die Abbauprodukte von Arzneimitteln und über Kombinationseffekte dieser Stoffe bestehen Wissenslücken. Es gibt jedoch klare Indizien, dass Arzneimittelwirkstoffe in Fliessgewässern zumindest im Bereich von Kläranlagenausflüssen nachteilige Auswirkungen auf Wasserlebewesen haben (Ort et al. 2007, SNF 2008).

Nachweis in Oberflächengewässern, Kläranlagenausflüssen, Böden, im Grundwasser und in Nahrungsmitteln

Gelangen Antibiotika in die Umwelt, besteht zudem die Gefahr der Resistenzbildung. Antibiotikaresistente Krankheitserreger stellen ein wachsendes Problem bei der Behandlung schwerer Infektionskrankheiten dar (z. B. Lungenentzündung). Überall dort, wo Antibiotika vermehrt zum Einsatz kommen, entsteht ein Selektionsdruck auf die Erreger. Erreger, die gegenüber Antibiotika unempfindlich sind, können nicht mehr bekämpft werden.

**Antibiotika:
Gefahr der Resistenzbildung**

Je nach Wirkstoff werden Antibiotika unverändert oder biochemisch verändert wieder ausgeschieden. Schwer abbaubare Antibiotika, beispielsweise aus den Gruppen der Sulfonamide oder Makrolide, gelangen bei Anwendung in der Landwirtschaft über den Gülleaustrag in den Boden und werden bei starken Niederschlägen analog den Pflanzenschutzmitteln in die Oberflächengewässer abgeschwemmt. Bei Anwendung in der Humanmedizin gelangen sie ins Abwasser. Für einige Stoffe werden über 10% der konsumierten Arzneimittelmengen über die Kläranlagen direkt in die Oberflächengewässer eingetragen (Ort et al. 2007).

Beitragende Sektoren

Sowohl aus dem Human- als auch aus dem Veterinärbereich gelangen Arzneimittel in die Umwelt. Der Verbrauch von Antibiotika in der Nutztierhaltung ist etwa gleich gross wie in der Humanmedizin. Die eingesetzten Mengen bei der Behandlung von Haustieren in den individuellen Tierarztpraxen oder in Tierspitälern sind im Vergleich zum Bedarf der Landwirtschaft verhältnismässig klein.

Rolle der Landwirtschaft

Der Einsatz von Tierarzneimitteln in der landwirtschaftlichen Produktion ist weit verbreitet. Wichtige Tierarzneimittel in der Landwirtschaft sind Antibiotika und Antiparasitika. Sie werden zur akuten therapeutischen Behandlung der Nutztiere oder auch zum vorbeugenden Infektionsschutz eingesetzt.

Der Einsatz von Hormonen und Antibiotika zur Leistungs- und Wachstumsförderung ist in der Schweiz seit 1999 verboten. Durch dieses Verbot hat sich die in der Schweizer Landwirtschaft eingesetzte Antibiotikamenge stark reduziert (Hanke et al. 2007). In den Jahren 2004 bis 2006 liegen die Vertriebszahlen für Veterinärantibiotika bei über 60 Tonnen pro Jahr (Swissmedic 2007).

Bei einer Untersuchung zum Umweltverhalten von Veterinärantibiotika zeigte sich, dass bereits ein Tag nach dem Gülleaustrag nur noch 10 % der extrahierten Menge im Bodenwasser vorlagen, der Rest sorbierte am Bodenmaterial oder wurde verändert (Stoob et al. 2005). Diese Tatsache widerspiegelt sich auch in den neusten Messergebnissen von NAQUA, wo Veterinärarzneimittel nur sehr selten in messbaren Mengen ins Grundwasser gelangen (BAFU 2008a). Das Auftreten dieser Substanzen im Grundwasser, unserer wichtigsten Trinkwasserressource, ist jedoch als unbefriedigend zu bezeichnen.

In der Tiermast eingesetzte Sulfonamide gelangen durch das Ausbringen der Gülle in ähnlich hoher Konzentration wie Herbizide ins Erdreich und bleiben dort mehrere Wochen oder Monate wirksam. Das Erdreich stellt damit ein beträchtliches Reservoir für Resistenzgene dar (SNF 2007).

3.4.1 Allgemeines Umweltziel

Keine Beeinträchtigung von Umwelt und Gesundheit durch Arzneimittel.

Herleitung

Das Ziel entstammt verschiedenen rechtlichen Grundlagen (Art. 1 und 28 USG; Art. 1, 6 und 7 GSchG; Anh. 1 und 2 GSchV). Wie bei den Pflanzenschutzmitteln ist auch bei den Arzneimitteln das Vorsorgeprinzip von zentraler Bedeutung.

Bei den Arzneimitteln gibt es zurzeit keinen numerischen Anforderungswert in der Gewässerschutzgesetzgebung. Für verschiedene Stoffe werden durch EU-Mitgliedstaaten, internationale Gewässerschutzkommissionen (z. B. Internationale Kommission zum Schutz des Rheins IKSR) und durch die EU-Kommission im Zusammenhang mit der Umsetzung der EU-Wasserrahmenrichtlinie im Zuge von Einzelstoffbeurteilungen wirkungsbasierte bzw. ökotoxikologische Grenzwerte entwickelt. Unter anderem werden dabei Arzneimittelwirkstoffe evaluiert (Europäische Kommission 2007), Vorschläge für Grenzwerte hergeleitet (z. B. Jahnel et al. 2006) oder erste Entscheidungsgrundlagen erarbeitet (z. B. Besse und Garric 2007).

Das Ziel einer «Trinkwassergewinnung mit natürlichen Mitteln» wurde in das Programm 2020 der IKSR übernommen. Die Stoffliste 2007 der IKSR enthält unter den trinkwasserrelevanten Stoffen auch Arzneimittel. Für diese Stoffe werden Zielwerte hergeleitet. Dabei ist auch eine vorsorgliche Maximalkonzentration von 0,1 µg/l (IAWR-Wert) in Diskussion. Die Trinkwasserkommission des Bundesministeriums für Gesundheit und soziale Sicherheit (BMGS) beim Umweltbundesamt (UBA) in Deutschland empfiehlt zur Bewertung der Anwesenheit von Stoffen im Trinkwasser für teil- oder nicht bewertbare Stoffe im Trinkwasser ebenfalls einen pragmatischen gesundheitlichen Orientierungswert (Konzentrationsobergrenze) in der Höhe von 0,1 µg/l als erste Bewertungsbasis.

Anlässlich der Bearbeitung von Methoden zur Untersuchung und Beurteilung der Fliessgewässer (durch BAFU, Eawag, KVU) wird bis Ende 2009 ein Erhebungs- und Beurteilungskonzept für organische Spurenstoffe – inklusive ausgewählte Arzneimittel – erarbeitet. Dieses soll im Rahmen des Projektes Netzwerk Umweltdaten Schweiz (NUS) zur Anwendung kommen.

Rechtliche Grundlagen

Bundesgesetz vom 7. Oktober 1983 über den Umweltschutz (Umweltschutzgesetz, USG), SR 814.01

Art. 1 Zweck

- ¹ Dieses Gesetz soll Menschen, Tiere und Pflanzen, ihre Lebensgemeinschaften und Lebensräume gegen schädliche oder lästige Einwirkungen schützen sowie die natürlichen Lebensgrundlagen, insbesondere die biologische Vielfalt und die Fruchtbarkeit des Bodens, dauerhaft erhalten.
- ² Im Sinne der Vorsorge sind Einwirkungen, die schädlich oder lästig werden könnten, frühzeitig zu begrenzen.

Art. 28 Umweltgerechter Umgang (Umweltgefährdende Stoffe)

- ¹ Mit Stoffen darf nur so umgegangen werden, dass sie, ihre Folgeprodukte oder Abfälle die Umwelt oder mittelbar den Menschen nicht gefährden können.

Bundesgesetz vom 24. Januar 1991 über den Schutz der Gewässer (Gewässerschutzgesetz, GSchG), SR 814.20

Art. 1 Zweck

Dieses Gesetz bezweckt, die Gewässer vor nachteiligen Einwirkungen zu schützen.

Es dient insbesondere:

- a. der Gesundheit von Menschen, Tieren und Pflanzen;
- c. der Erhaltung natürlicher Lebensräume für die einheimische Tier- und Pflanzenwelt;
- d. der Erhaltung von Fischgewässern;

Art. 6 Grundsatz

- ¹ Es ist untersagt, Stoffe, die Wasser verunreinigen können, mittelbar oder unmittelbar in ein Gewässer einzubringen oder sie versickern zu lassen.
- ² Es ist auch untersagt, solche Stoffe ausserhalb eines Gewässers abzulagern oder auszubringen, sofern dadurch die konkrete Gefahr einer Verunreinigung des Wassers entsteht.

Art. 7 Abwasserbeseitigung

- ¹ Verschmutztes Abwasser muss behandelt werden. Man darf es nur mit Bewilligung der kantonalen Behörde in ein Gewässer einleiten oder versickern lassen.

Gewässerschutzverordnung vom 28. Oktober 1998 (GSchV), SR 814.201

Anhang 1: Ökologische Ziele für Gewässer

1 Oberirdische Gewässer

- ³ Die Wasserqualität soll so beschaffen sein, dass:
- b. im Wasser, in den Schwebstoffen und in den Sedimenten keine künstlichen, langlebigen Stoffe enthalten sind;
 - c. andere Stoffe, die Gewässer verunreinigen können und die durch menschliche Tätigkeit ins Wasser gelangen können,
 - in Pflanzen, Tieren, Mikroorganismen, Schwebstoffen oder Sedimenten nicht angereichert werden,
 - keine nachteiligen Einwirkungen auf die Lebensgemeinschaften von Pflanzen, Tieren und Mikroorganismen und auf die Nutzung der Gewässer haben,
 - die biologischen Prozesse zur Deckung der physiologischen Grundbedürfnisse von Pflanzen und Tieren, wie Stoffwechselvorgänge, Fortpflanzung und geruchliche Orientierung von Tieren, nicht beeinträchtigen,
 - im Gewässer nur in nahe bei Null liegenden Konzentrationen vorhanden sind, wenn sie dort natürlicherweise nicht vorkommen.

2 Unterirdische Gewässer

- ³ Die Grundwasserqualität soll so beschaffen sein, dass:
- b. im Wasser keine künstlichen, langlebigen Stoffe enthalten sind;
 - c. andere Stoffe, die Gewässer verunreinigen können und die durch menschliche Tätigkeit ins Wasser gelangen können,
 - in der Biozönose und in der unbelebten Materie des Grundwasserleiters nicht angereichert werden,
 - im Grundwasser nicht vorhanden sind, wenn sie dort natürlicherweise nicht vorkommen,
 - keine nachteiligen Einwirkungen auf die Nutzung des Grundwassers haben.

Anhang 2: Anforderungen an die Wasserqualität

1 Oberirdische Gewässer

11 Allgemeine Anforderungen

- ¹ Die Wasserqualität muss so beschaffen sein, dass:
- c. das Wasser nach Anwendung von angemessenen Aufbereitungsverfahren die Anforderungen der Lebensmittelgesetzgebung erfüllt;
 - d. das Wasser bei Infiltration das Grundwasser nicht verunreinigt;

2 Unterirdische Gewässer

21 Allgemeine Anforderungen

² Die Qualität des Grundwassers muss so beschaffen sein, dass es bei Exfiltration oberirdische Gewässer nicht verunreinigt.

22 Zusätzliche Anforderungen an Grundwasser, das als Trinkwasser genutzt wird oder dafür vorgesehen ist

¹ Die Wasserqualität muss so beschaffen sein, dass das Wasser nach Anwendung einfacher Aufbereitungsverfahren die Anforderungen der Lebensmittelgesetzgebung einhält.

Messung der Zielerreichung

- > Berechnungen der Gewässerbelastung mit einem Stoffflussmodell unter Einbezug der Arzneimittel-Verbrauchsstatistik und der Eliminationsleistung der Kläranlagen. Das Modell wurde im Projekt «Mikroverunreinigungen in den Gewässern – Strategie Micropoll» des BAFU entwickelt.
- > Messungen von ausgewählten Arzneimittelwirkstoffen im Abwasser und in Oberflächengewässern (in Entwicklung)
- > Die Beurteilung gemessener und berechneter Konzentrationen von ausgewählten Arzneimittelwirkstoffen anhand ökotoxikologischer Kriterien nach den Vorgaben der EU-Wasserrahmenrichtlinie (Lepper 2005) kommt als Beurteilungskonzept für organische Spurenstoffe im Rahmen des Projektes Netzwerk Umweltdaten Schweiz (NUS) zur Anwendung (in Bearbeitung).
- > Da der Einsatz von Antibiotika und Antiparasitika Organismen mit Resistenzen selektioniert und deren Verbreitung fördert, ist auch die Überwachung der Antibiotikaresistenzsituation von Bedeutung.
- > Messungen von ausgewählten Arzneimittelwirkstoffen im Abwasser, in Oberflächengewässern (in Entwicklung) und im Grundwasser durch einzelne Programme des NAQUA.

Stand der Zielerreichung

Für ausgewählte Arzneimittel aus dem Humanbereich wurden mit einem einfachen, neu entwickelten Stoffmodell die über die Kläranlagen eingetragenen Frachten sowie die Konzentrationen in den schweizerischen Fliessgewässern berechnet (Ort et al. 2007, Ort et al. 2008). Insbesondere im Bereich des Schweizerischen Mittellandes wurden für verschiedene Flüsse Konzentrationen ermittelt, die über den ökotoxikologischen Grenzwerten (aus Jähnel et al. 2006) liegen. Dies gilt für Gewässer mit einem hohen Anteil an gereinigtem Abwasser. Die Berechnungen werden durch Messwerte bestätigt, was auf einen Optimierungsbedarf bei der Abwasserreinigung hinweist (Schärer et al. 2007). Durch den Einbau von weitergehenden Reinigungsverfahren im Rahmen des natürlichen Erneuerungsbedarfes der Kläranlagen kann der Eintrag von einem grossen Spektrum von Arzneimitteln und zahlreichen anderen organischen Spurenstoffen praktisch vollständig eliminiert werden. Die diffusen Einträge aus der Landwirtschaft oberhalb der Kläranlagen werden damit aber nicht beseitigt.

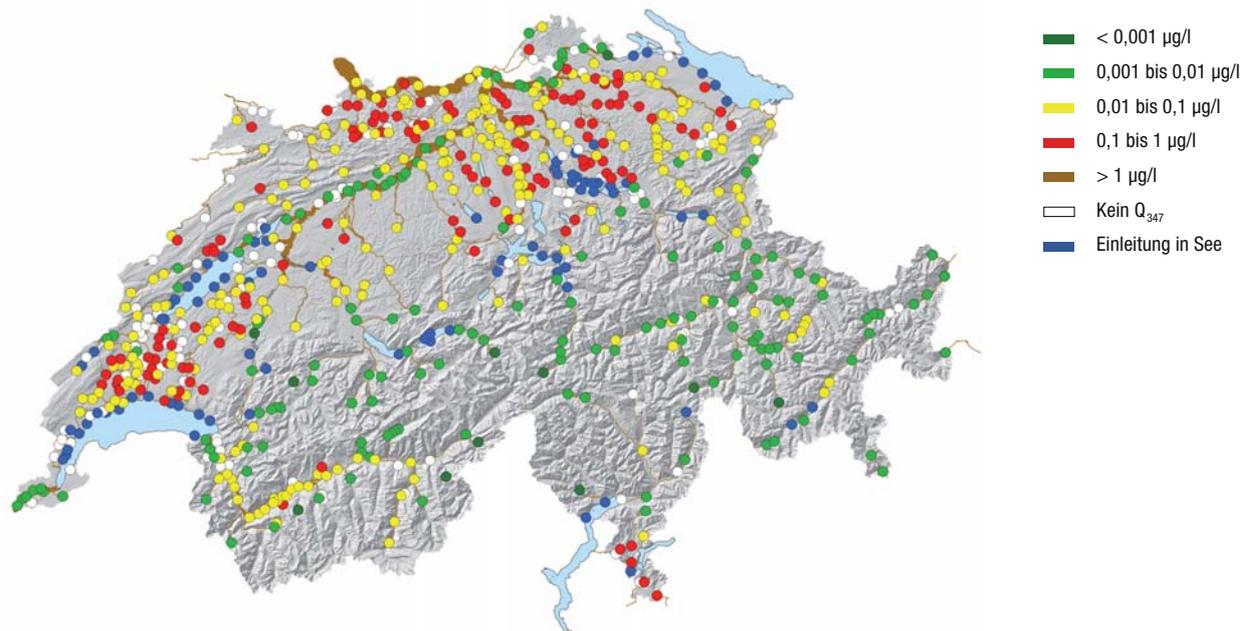
Im Rahmen des NFP 49 wurde ein Instrument zur Überwachung der Antibiotikaresistenzsituation sowie des Antibiotikakonsums in der Schweiz entwickelt (Sentinel Surveillance of Antibiotic Resistance in Switzerland – SEARCH). Dieses Überwa-

chungsprogramm steht auch in Verbindung mit regionalen und nationalen Programmen im Veterinär- und Umweltbereich (www.search.ifik.unibe.ch).

Die Konzentrationen von Arzneimitteln in Oberflächengewässern weisen keine zeitliche Variabilität auf, da diese Stoffe kontinuierlich eingetragen werden. In Fließgewässern im Einflussbereich von Kläranlagen werden in Untersuchungen von kantonalen Gewässerschutzfachstellen Konzentrationen gemessen, die zu unerwünschten Auswirkungen auf Wasserlebewesen führen (Hollender et al. 2007, BAFU 2008b). Im Falle der synthetischen und natürlichen Östrogene, anderer östrogen aktiver Substanzen und verschiedener Arzneimittel aus dem Humanbereich werden in der Schweiz regelmässig Konzentrationen im Effektbereich gemessen (Ort et al. 2007, SNF 2008).

Abb. 19 > Modellerte Konzentrationen des Schmerzmittels Diclofenac in Fließgewässern bei Minimalabfluss

Die Punkte markieren die Konzentrationsbereiche im Fließgewässer unterhalb der jeweiligen Kläranlage.



Qualitätsnormvorschlag von 0,1 µg/l aus Jahnel et al. 2006. Quelle: Eawag

3.4.2 Umweltziel Landwirtschaft

Keine Beeinträchtigung von Umwelt und Gesundheit durch Tierarzneimittel, deren Eintrag hauptsächlich aus der Landwirtschaft stammt.

Herleitung

Die Herleitung des Umweltziels Landwirtschaft entspricht der Herleitung des allgemeinen Umweltziels, wobei es sich auf den Einsatz von Tierarzneimitteln in der Landwirtschaft beschränkt. Da Tierarzneimittel durch Hofdünger auf die Böden und in die Gewässer gelangen, sind zudem folgende Bestimmungen relevant: Es gilt die generelle Pflicht, die Bodenfruchtbarkeit zu erhalten (Art. 33 und 34 USG sowie Art. 2 VBBo) und die Beeinträchtigung von Gewässern durch Abschwemmung und Auswaschung von Düngern zu vermeiden durch eine dem Stand der Technik entsprechende Bewirtschaftung (Art. 27 GSchG).

Rechtliche Grundlagen

Zusätzlich zu den rechtlichen Grundlagen für das allgemeine Umweltziel sind folgende rechtlichen Grundlagen von Bedeutung.

Bundesgesetz vom 7. Oktober 1983 über den Umweltschutz (Umweltschutzgesetz, USG), SR 814.01

Art. 33 Massnahmen gegen Bodenbelastungen

¹ Zur langfristigen Erhaltung der Bodenfruchtbarkeit werden Massnahmen gegen chemische und biologische Bodenbelastungen in den Ausführungsvorschriften zum Gewässerschutzgesetz vom 24. Januar 1991, zum Katastrophenschutz, zur Luftreinhaltung, zum Umgang mit Stoffen und Organismen sowie zu den Abfällen und zu den Lenkungsabgaben geregelt.

Art. 34 Weitergehende Massnahmen bei belasteten Böden

¹ Ist die Bodenfruchtbarkeit in bestimmten Gebieten langfristig nicht mehr gewährleistet, so verschärfen die Kantone im Einvernehmen mit dem Bund die Vorschriften über Anforderungen an Abwasserversickerungen, über Emissionsbegrenzungen bei Anlagen, über die Verwendung von Stoffen und Organismen oder über physikalische Bodenbelastungen im erforderlichen Mass.

² Gefährdet die Bodenbelastung Menschen, Tiere oder Pflanzen, so schränken die Kantone die Nutzung des Bodens im erforderlichen Mass ein.

Verordnung vom 1. Juli 1998 über Belastungen des Bodens (VBBo), SR 814.12

Art. 2 Begriffe

¹ Boden gilt als fruchtbar, wenn:

- a. er eine für seinen Standort typische artenreiche, biologisch aktive Lebensgemeinschaft und typische Bodenstruktur sowie eine ungestörte Abbaufähigkeit aufweist;
- b. natürliche und vom Menschen beeinflusste Pflanzen und Pflanzengesellschaften ungestört wachsen und sich entwickeln können und ihre charakteristischen Eigenschaften nicht beeinträchtigt werden;
- c. die pflanzlichen Erzeugnisse eine gute Qualität aufweisen und die Gesundheit von Menschen und Tieren nicht gefährden;
- d. Menschen und Tiere, die ihn direkt aufnehmen, nicht gefährdet werden.

Bundesgesetz vom 24. Januar 1991 über den Schutz der Gewässer (Gewässerschutzgesetz, GSchG), SR 814.20

Art. 27 Bodenbewirtschaftung

¹ Böden sind entsprechend dem Stand der Technik so zu bewirtschaften, dass die Gewässer nicht beeinträchtigt werden, namentlich nicht durch Abschwemmung und Auswaschung von Düngern und Pflanzenbehandlungsmitteln.

Messung der Zielerreichung

Siehe allgemeines Umweltziel. Mit der Einführung der neuen Tierarzneimittelverordnung (TAMV vom 18. August 2004) wird die Swissmedic zudem verpflichtet, künftig eine Tierarzneimittel-Verbrauchsstatistik zur Überwachung der Antibiotikaresistenzsituation zu erstellen. Damit lässt sich eine mögliche (indirekte) Beeinträchtigung von Umwelt und Gesundheit durch Tierarzneimittel abschätzen. Ausserdem entwickelt das BLW im Rahmen des Agrarumweltmonitorings einen Indikator, mit welchem der Verbrauch von Tierarzneimitteln in landwirtschaftlichen Betrieben erfasst wird.

Stand der Zielerreichung

Mangels zielspezifischer Daten wird die Verkaufsmenge an Antibiotika als erste Hilfsgrösse verwendet. Im Jahr 2006 wurden im Grosshandel 63 Tonnen Veterinärantibiotika verkauft. Mengenmässig dominiert die Wirkstoffklasse der Sulfonamide, die hauptsächlich in Form von Arzneimittelvormischungen vertrieben werden. Diese Präparate gelangen schliesslich als Fütterungsarzneimittel für Schweine und Kälber auf den Markt, indem sie nach tierärztlicher Rezeptur zur Behandlung von Masttiergruppen eingesetzt werden. Nach wie vor gering bleibt die Vertriebsmenge der Veterinärantibiotika aus der Wirkstoffklasse der (Fluoro-)Chinolone, die bezüglich der Resistenzthematik besonders kritisch zu bewerten ist (Swissmedic 2007).

Tierarzneimittel können indirekt über den Boden während Regenereignissen nach Gülleapplikationen in die Gewässer eingetragen werden. Aufgrund der Rückhaltung im Boden werden Tierarzneimittel im Vergleich zu Humanarzneimitteln – mit Ausnahme weniger Regenereignisse – in tieferen Konzentrationen im Oberflächengewässer nachgewiesen (Stoob 2005). Vereinzelt Untersuchungen im Grundwasser weisen tendenziell darauf hin, dass Veterinärantibiotika nur in geringen Konzentrationen auftreten dürften. Im Rahmen einer Pilotstudie von NAQUA wurden in ausgewählten Grundwasser-Messstellen (Messstellen in Regionen mit intensiver Schweinezucht) Veterinärantibiotika untersucht und in wenigen Proben in kleinen Mengen (bis ca. 0,01 µg/l) nachgewiesen. Eine einmalig gemessene hohe Konzentration von 0,1 µg/l Sulfamethazin lässt sich auf einen punktuellen Eintrag zurückführen (Hanke et al. 2007, BAFU 2008a).

Literatur

- BAFU (Hrsg.) 2008a: NAQUA – Grundwasserqualität in der Schweiz 2004–2006 (in Vorbereitung). Bundesamt für Umwelt, Bern.
- BAFU (Hrsg.) 2008b: Mikroverunreinigungen in den Gewässern – Bewertung und Reduktion der Schadstoffbelastung (in Vorbereitung). Bundesamt für Umwelt, Bern.
- Besse J.P., Garric J. 2007: Médicaments à usage humain: risque d'exposition et effets sur les milieux récepteurs. Accord Cadre Cemagref – Agence de l'eau RM & C.
- Europäische Kommission 2007: Amendments 1–3 for the «Proposal for a directive of the European Parliament and the Council on environmental quality standards in the field of water policy and amending directive 2000/60/EC». European Parliament, Committee on the Environment, Public Health and Food Safety, Brussels. PE386.558v01-00.
- Göbel A., McArdeell C., Joss A., Siegrist H., Giger W. 2007: Fate of sulfonamides, macrolides, and trimethoprim in different wastewater treatment technologies. *Science of the Total Environment* 372: 361–371.
- Hanke I. et al. 2007: Arzneimittel und Pestizide im Grundwasser. *GWA* 3/2007: 187–196.
- Hollender J., McArdeell C., Escher B. 2007: Mikroverunreinigungen – Vorkommen in Gewässern der Schweiz und Bewertung. *gwa* 11: 843–852.
- Jahnel J., Neamtu M., Schudoma D., Frimmel F.H. 2006: Scientific risk assessment of considered water relevant substances. *Acta Hydrochim. Hydrobiol.* 34: 389–397.
- Joss A., Keller E., Alder A., Göbel A., McArdeell C., Ternes T., Siegrist H. 2005: Removal of pharmaceuticals and fragrances in biological wastewater treatment. *Water Research* 39: 3139–3152.
- Lepper P. 2005: Manual on the Methodological Framework to Derive Environmental Quality Standards for Priority Substances in Accordance with Article 16 of the Water Framework Directive (2000/60/EC). Fraunhofer-Institute Molecular Biology and Applied Ecology, Schmallenberg, Germany.
- Ort C., Siegrist H., Hosbach H., Studer C., Morf L., Scheringer M. 2007: Mikroverunreinigungen – Nationales Stoffflussmodell. *gwa* 11: 853–859.
- Ort C., Siegrist H., Hollender J., Escher B. 2008: Kläranlagen klären nicht alles. *EAWAG Jahresbericht 2007*: 9–12.
- Schärer M., Sieber U., Müller S. 2007: Mikroverunreinigungen – Erarbeitung einer Strategie. *gwa* 11: 835–841.
- SNF (Schweizerischer Nationalfonds zur Förderung der wissenschaftlichen Forschung) 2007: National Research Programme NRP 49 Antibiotic Resistance. Final Report: 71 S.
- SNF (Hrsg.) 2008: Konsensplattform «Hormonaktive Stoffe in Abwasser und Gewässern». Schlussdokument: 15 S.
- Stoob K. 2005: Veterinary Sulfonamide Antibiotics in the Environment: Fate in Grassland Soils and Transport to Surface Waters. Diss. ETH No. 16348.
- Stoob K., Schmitt H., Wanner M. 2005: Antibiotikaeinsatz in der Landwirtschaft – Folgen für die Umwelt. In: *Landwirtschaft und Gewässerqualität, Eawag news 59d, Informationsbulletin der Eawag, Dübendorf*: 12–15.
- Swissmedic 2007: Antibiotika für die Veterinärmedizin: Vertriebszahlen der Jahre 2004 bis 2006. Information für Fachpersonen. http://www.swissmedic.ch/Archiv/Antibiotika_Vertriebszahlen_04-07-d.pdf

4 > Boden

Boden ist ein wertvolles Gut. Dies ergibt sich bereits aus der Tatsache, dass die Bildung von Erde aus Muttergestein Tausende von Jahren in Anspruch nehmen kann.

Der Mensch greift schon seit Langem in die natürlichen Kreisläufe des Ökosystems Boden ein. Wird die Ressource Boden nicht sorgfältig und sachgemäss genutzt, kommt es zu einem Verlust der Bodenfruchtbarkeit. Zudem kann der Boden seine Funktionen im Naturhaushalt (Wasserspeicher, Filter, Lebensraum, Ort für Abbau- und Rückhalteprozesse für Nähr- und Schadstoffe) nur noch eingeschränkt wahrnehmen. Die in diesem Kapitel aufgeführten Umweltziele betreffen den Schutz des Bodens vor chemischen Schadstoffen sowie vor physikalischen Einflüssen wie Verdichtung und Erosion.

Nicht behandelt wurde das Problem der Bodenversiegelung, welches primär durch die Ausdehnung des Siedlungsraums verursacht wird. Wird der Boden versiegelt, verliert er vollständig die Fähigkeit, seine Funktionen im Naturhaushalt wahrzunehmen. Da die Landwirtschaft von der Versiegelung zwar stark betroffen ist, selbst aber nur am Rand oder indirekt zum Umweltproblem beiträgt, wird das Thema in einem Folgebericht mit Umweltzielen für andere Sektoren behandelt.

4.1 Schadstoffe im Boden



In den Böden landwirtschaftlicher Spezialkulturen können hohe Schwermetallkonzentrationen gemessen werden.

Einführung

Schadstoffbelastungen im Boden können die Bodenfruchtbarkeit, das Wachstum, den Ertrag und die Qualität von Nutzpflanzen, die Bodenlebewesen, die Artenvielfalt und die natürlichen Stoffkreisläufe gefährden. Kommt es zu einer Mobilisierung solcher Schadstoffe, werden Oberflächengewässer oder das Grundwasser verschmutzt. Schadstoffe können über die Nutzpflanzen in die Nahrungskette gelangen und sind damit eine Gefahr für die Gesundheit von Tieren und Menschen. Bei höheren Schadstoffbelastungen kann zudem eine direkte Gefährdung von Menschen und Tieren nicht ausgeschlossen werden.

Besonders problematisch sind sehr langsam oder nicht abbaubare, sogenannte persistente Schadstoffe (Halbwertszeit DT50 im Boden > 180 Tage), die sich im Lauf der Zeit im Boden anreichern. Dazu gehören vor allem Schwermetalle und organische Schadstoffe wie Polychlorierte Biphenyle (PCB), Dioxine, Polyzyklische aromatische

Kohlenwasserstoffe (PAK) oder persistente Tierarznei- und Pflanzenschutzmittel (Persistent Organic Pollutants oder POPs). POPs sind chemische Substanzen, die in der Umwelt verbleiben, sich im Nahrungsnetz akkumulieren und ein Risiko für die menschliche Gesundheit und die Umwelt darstellen (BAFU 2001). Sie werden in Bezug auf Wasser in den Kapiteln 3.3 und 3.4 behandelt.

Beitragende Sektoren

Viele Schadstoffe in den Böden der Schweiz stammen aus der Zeit des bleihaltigen Benzins, der filterlosen Abluftkamine oder der grossflächigen Ausbringung von Klärschlamm und Kehrriechkompost in der Landwirtschaft. Hohe Schwermetallkonzentrationen finden sich im Siedlungsraum, im Nahbereich von Strassen, in korrosionsgeschützten Metallkonstruktionen (z. B. Masten und Brücken), Metall verarbeitenden Fabriken, Schiessanlagen und in landwirtschaftlichen Spezialkulturen.

Rolle der Landwirtschaft

Die Landwirtschaft ist für die Schadstoffbelastung der Böden in der Schweiz mitverantwortlich. Hohe Schwermetallkonzentrationen finden sich in landwirtschaftlichen Spezialkulturen (z. B. durch Fungizidanwendungen in Rebbergen), wo mehr als zehnfache Richtwertüberschreitungen vorkommen. Bei der grossflächigen Belastung des Bodens mit Schwermetallen trägt die Landwirtschaft ebenfalls eine grosse Verantwortung. Dabei spielen beispielsweise Cadmium in Mineraldüngern, Kupfer in Pflanzenschutzmitteln sowie Kupfer und Zink in Futtermittelzusätzen eine wichtige Rolle. Organische Schadstoffe wie Pflanzenschutzmittel und Tierarzneimittel werden in separaten Kapiteln behandelt (Kap. 3.3 und 3.4).

4.1.1 Allgemeines Umweltziel

Keine Beeinträchtigung der Bodenfruchtbarkeit und der Gesundheit durch anorganische oder organische Schadstoffe.

Herleitung

In seinem Zweckartikel verlangt das Umweltschutzgesetz (Art. 1 USG) die langfristige Erhaltung der Bodenfruchtbarkeit. Für chemische Bodenbelastungen wird diese Forderung in Artikel 33 konkretisiert. Dort wird gefordert, dass der Schutz der Böden vor schädlichen Stoffen vor allem in denjenigen Verordnungen des Umweltschutzrechts umgesetzt wird, die den Eintrag oder den Ausstoss von Schadstoffen begrenzen. Dies geschieht unter anderem in der Luftreinhalte-Verordnung (LRV) und in der Technischen Verordnung über Abfälle (TVA), aber auch in den Vorschriften, welche die Zulassung und Anwendung von Stoffen regeln (z. B. Pflanzenschutzmittelverordnung PSMV, Anhänge der Chemikalien-Risikoreduktions-Verordnung ChemRRV).

Artikel 34 des Umweltschutzgesetzes (USG) fordert, dass die Kantone im Einvernehmen mit dem Bund die Vorschriften über Anforderungen an Abwasserversickerung, über Emissionsbegrenzungen bei Anlagen und über die Verwendung von Stoffen verschärfen können, wenn die Bodenfruchtbarkeit langfristig nicht mehr gewährleistet ist. Zur Beurteilung der Belastung des Bodens kann der Bundesrat Richtwerte und Sanierungswerte festlegen (Art. 35 USG). Die Verordnung über Belastungen des Bodens (VBBö) definiert die Überwachung der Böden, setzt Grenzwerte für kritische Belastungen und legt fest, was geschieht, wenn diese überschritten sind (BAFU 2001).

Rechtliche Grundlagen

Bundesgesetz vom 7. Oktober 1983 über den Umweltschutz (Umweltschutzgesetz, USG), SR 814.01

Art. 33 Massnahmen gegen Bodenbelastungen

¹ Zur langfristigen Erhaltung der Bodenfruchtbarkeit werden Massnahmen gegen chemische und biologische Bodenbelastungen in den Ausführungsvorschriften zum Gewässerschutzgesetz vom 24. Januar 1991, zum Katastrophenschutz, zur Luftreinhaltung, zum Umgang mit Stoffen und Organismen sowie zu den Abfällen und zu den Lenkungsabgaben geregelt.

Art. 34 Weitergehende Massnahmen bei belasteten Böden

¹ Ist die Bodenfruchtbarkeit in bestimmten Gebieten langfristig nicht mehr gewährleistet, so verschärfen die

Kantone im Einvernehmen mit dem Bund die Vorschriften über Anforderungen an Abwasserversickerung, über Emissionsbegrenzungen bei Anlagen, über die Verwendung von Stoffen und Organismen oder über physikalische Bodenbelastungen im erforderlichen Mass.

² Gefährdet die Bodenbelastung Menschen, Tiere oder Pflanzen, so schränken die Kantone die Nutzung des Bodens im erforderlichen Mass ein.

³ Soll der Boden gartenbaulich, land- oder forstwirtschaftlich genutzt werden und ist eine standortübliche Bewirtschaftung ohne Gefährdung von Menschen, Tieren oder Pflanzen nicht möglich, so ordnen die Kantone Massnahmen an, mit denen die Bodenbelastung mindestens so

weit vermindert wird, dass eine ungefährliche Bewirtschaftung möglich ist.

Art. 35 Richtwerte und Sanierungswerte für Bodenbelastungen

- ¹ Zur Beurteilung der Belastungen des Bodens kann der Bundesrat Richtwerte und Sanierungswerte festlegen.
- ² Die Richtwerte geben die Belastung an, bei deren Überschreitung die Fruchtbarkeit des Bodens nach dem Stand der Wissenschaft oder der Erfahrung langfristig nicht mehr gewährleistet ist.
- ³ Die Sanierungswerte geben die Belastung an, bei deren Überschreitung nach dem Stand der Wissenschaft oder der Erfahrung bestimmte Nutzungen ohne Gefährdung von Menschen, Tieren oder Pflanzen nicht möglich sind.

Verordnung vom 1. Juli 1998 über Belastungen des Bodens (VBBö), SR 814.12

Art. 2 Begriffe

- ¹ Boden gilt als fruchtbar, wenn:
 - a. er eine für seinen Standort typische artenreiche und biologisch aktive Lebensgemeinschaft und eine typische Bodenstruktur sowie eine ungestörte Abbaufähigkeit aufweist;
 - b. natürliche und vom Menschen beeinflusste Pflanzen und Pflanzengesellschaften ungestört wachsen und sich entwickeln können und ihre charakteristischen Eigenschaften nicht beeinträchtigt werden;
 - c. die pflanzlichen Erzeugnisse eine gute Qualität aufweisen und die Gesundheit von Menschen und Tieren nicht gefährden;
 - d. Menschen und Tiere, die ihn direkt aufnehmen, nicht gefährdet werden.
- ² Chemische Bodenbelastungen sind Belastungen des Bodens durch natürliche oder künstliche Stoffe (Schadstoffe).
- ⁵ Prüfwerte geben für bestimmte Nutzungsarten Belastungen des Bodens an, bei deren Überschreitung nach dem Stand der Wissenschaft und der Erfahrung Menschen, Tiere oder Pflanzen konkret gefährdet werden können. Sie dienen der Beurteilung, ob Einschränkungen der Nutzungen des Bodens nach Artikel 34 Absatz 2 USG nötig sind.

Art. 5 Beurteilung der Bodenbelastung

- ¹ Bund und Kantone beurteilen die Bodenbelastung anhand der in den Anhängen festgelegten Richt-, Prüf- und Sanierungswerte.

- ² Fehlen Richtwerte, so wird anhand der Kriterien in Artikel 2 Absatz 1 im Einzelfall beurteilt, ob die Fruchtbarkeit des Bodens langfristig gewährleistet ist.
- ³ Fehlen für bestimmte Nutzungen Prüf- oder Sanierungswerte, so wird im Einzelfall beurteilt, ob die Bodenbelastung die Gesundheit von Menschen, Tieren oder Pflanzen konkret gefährdet. Das BAFU sorgt für die Beratung der Kantone.

Art. 8 Massnahmen der Kantone bei Überschreiten der Richtwerte (Art. 34 Abs. 1 USG)

- ¹ Sind in einem Gebiet die Richtwerte überschritten oder steigt die Bodenbelastung deutlich an, so ermitteln die Kantone die Ursachen der Belastung.
- ² Sie klären ab, ob die Massnahmen nach den Vorschriften des Bundes in den Bereichen Gewässerschutz, Katastrophenschutz, Luftreinhaltung, umweltgefährdende Stoffe und Organismen sowie Abfälle und physikalische Belastungen genügen, um im betroffenen Gebiet den weiteren Anstieg der Belastung zu verhindern.
- ³ Genügen diese Massnahmen nicht, so treffen die Kantone weitergehende Massnahmen nach Artikel 34 Absatz 1 USG. Sie teilen diese vorher dem BUWAL mit.
- ⁴ Die Kantone führen die Massnahmen innert fünf Jahren durch, nachdem die Bodenbelastung festgestellt worden ist. Sie legen die Fristen nach der Dringlichkeit des Einzelfalls fest.

Art. 9 Massnahmen der Kantone bei Überschreiten der Prüfwerte (Art. 34 Abs. 2 USG)

- ¹ Sind in einem Gebiet die Prüfwerte überschritten, so prüfen die Kantone, ob die Belastung des Bodens Menschen, Tiere oder Pflanzen konkret gefährdet.
- ² Bei konkreter Gefährdung schränken sie die Nutzung des Bodens so weit ein, dass die Gefährdung nicht mehr besteht.

Art. 10 Massnahmen der Kantone bei Überschreiten der Sanierungswerte (Art. 34 Abs. 3 USG)

- ¹ Sind in einem Gebiet die Sanierungswerte überschritten, so verbieten die Kantone die davon betroffenen Nutzungen.
- ² In Gebieten mit raumplanerisch festgelegter gartenbaulicher, land- oder forstwirtschaftlicher Nutzung ordnen sie Massnahmen an, mit denen die Bodenbelastung so weit unter die Sanierungswerte gesenkt wird, dass die beabsichtigte standortübliche Bewirtschaftungsart ohne Gefährdung von Menschen, Tieren und Pflanzen möglich ist.

Anhang 1 (Art. 5 Abs. 1):**Richt-, Prüf- und Sanierungswerte für anorganische Schadstoffe im Boden****1 Richt-, Prüf- und Sanierungswerte****11 Richtwerte**

Schadstoffe	Gehalte (mg/kg TS für Böden bis 15 % Humus, mg/dm ³ für Böden über 15 % Humus)	
	Totalgehalt	löslicher Gehalt
Chrom (Cr)	50	-
Nickel (Ni)	50	0,2
Kupfer (Cu)	40	0,7
Zink (Zn)	150	0,5
Molybdän (Mo)	5	-
Cadmium (Cd)	0,8	0,02
Quecksilber (Hg)	0,5	-
Blei (Pb)	50	-
Fluor (F)	700	20

TS = Trockensubstanz

12 Prüfwerte

Nutzungsarten	Gehalte (mg/kg TS für Böden bis 15 % Humus, mg/dm ³ für Böden über 15 % Humus)						Probenahmetiefe (in cm)
	Blei (Pb)		Cadmium (Cd)		Kupfer (Cu)		
	t	l	t	l	t	l	
Nahrungspflanzenanbau	200	-	2	0,02	-	-	0-20
Futterpflanzenanbau	200	-	2	0,02	150	0,7	0-20
Nutzungen mit möglicher direkter ¹ Bodenaufnahme	300	-	10	-	-	-	0-5

TS = Trockensubstanz; l = löslicher Gehalt; t = Totalgehalt; ¹ oral, inhalativ, dermal**13 Sanierungswerte**

Nutzungskategorien	Gehalte (mg/kg TS für Böden bis 15 % Humus, mg/dm ³ für Böden über 15 % Humus)								Probenahmetiefe (in cm)
	Blei (Pb)		Cadmium (Cd)		Kupfer (Cu)		Zink (Zn)		
	t	l	t	l	t	l	t	l	
Landwirtschaft und Gartenbau	2000	-	30	0,1	1000	4	2000	5	0-20
Haus- und Familiengärten	1000	-	20	0,1	1000	4	2000	5	0-20
Kinderspielplätze	1000	-	20	-	-	-	-	-	0-5

TS = Trockensubstanz; l = löslicher Gehalt; t = Totalgehalt

2 Ermittlung und Beurteilung der Schadstoffgehalte

- ¹ Ein Richtwert ist überschritten, wenn der lösliche oder der totale Gehalt eines Schadstoffs in einer repräsentativen Mischprobe aus den obersten 20 cm diesen Wert überschreitet.
- ² Ein Prüfwert oder ein Sanierungswert ist überschritten, wenn der lösliche oder der totale Gehalt eines Schadstoffs in einer repräsentativen Mischprobe aus den in den Tabellen nach Ziffer 1 angegebenen Probenahmetiefen diesen Wert überschreitet.
- ³ In begründeten Fällen kann von diesen Probenahmetiefen abgewichen werden.
- ⁴ Die Bodenproben werden in Umluft von 40 °C bis zur Gewichtskonstanz getrocknet und auf die Kornfraktion von 2 mm abgeseibt. Für die Umrechnung der Analyseergebnisse auf die Trockensubstanz werden repräsentative Teilproben bei 105 °C bis zur Gewichtskonstanz getrocknet.

⁵ Zur Ermittlung der totalen und löslichen Schadstoffgehalte gilt die folgende Tabelle:

Parameter	Lösungsmittel	Verhältnis der Einwaage einer Bodenprobe zum Volumen des Lösungsmittels (G/V)
Schwermetalle (Totalgehalt)	2 molare Salpetersäure (HNO ₃)	1 : 10
Schwermetalle (löslicher Gehalt)	0,1 molares Natriumnitrat (NaNO ₃)	1 : 2,5
Fluor total	NaOH-Schmelze	0,5 : 200
Fluor löslich	Wasser-Extrakt	1 : 50

G = Gewicht; V = Volumen

- ⁶ Für die Umrechnung der Schadstoffgehalte bei Böden mit einem Humusgehalt über 15 % von mg/kg Trockensubstanz in mg/dm³ werden die gewichtsbezogenen Gehalte mit dem Trockenraumgewicht multipliziert.

Anhang 2 (Art. 5 Abs. 1):**Richt-, Prüf- und Sanierungswerte für organische Schadstoffe im Boden****1 Richt-, Prüf- und Sanierungswerte****11 Werte für Dioxine (PCDD) und Furane (PCDF)**

Werte	PCDD/F-Gehalte ¹ (ng I-TEQ/kg TS für Böden bis 15 % Humus, ng I-TEQ/dm ³ für Böden über 15 % Humus)	Probenahmetiefe (in cm)
Richtwert	5	0-20
Prüfwerte		
Nutzungen mit möglicher direkter ² Bodenaufnahme	20	0-5
Nahrungspflanzenanbau	20	0-20
Futterpflanzenanbau	20	0-20
Sanierungswerte		
Kinderspielplätze	100	0-5
Haus- und Familiengärten	100	0-20
Landwirtschaft und Gartenbau	1000	0-20

I-TEQ = Internationale Toxizitätsäquivalente; TS = Trockensubstanz

¹ PCDD/F = Summe der polychlorierten Dibenz-p-dioxine und polychlorierten Dibenzofurane;² oral, inhalativ, dermal**12 Werte für polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK)**

Werte	PAK ¹ (mg/kg TS für Böden bis 15 % Humus, mg/dm ³ für Böden über 15 % Humus)		Probenahmetiefe (in cm)
	Summe der 16 Leitsubstanzen	Benzo(a)pyren	
Richtwert	1	0,2	0-20
Prüfwerte			
Nutzungen mit möglicher direkter ² Bodenaufnahme	10	1	0-5
Nahrungspflanzenanbau	20	2	0-20
Sanierungswerte			
Kinderspielplätze	100	10	0-5
Haus- und Familiengärten	100	10	0-20

TS = Trockensubstanz; ¹ Die Beurteilungswerte gelten für die Summe der folgenden 16 PAK-Leitverbindungen der EPA (Priority pollutants list): Naphthalin, Acenaphthylen, Acenaphthen, Fluoren, Phenanthren, Anthracen, Fluoranthren, Pyren, Benzo(a)anthracen, Chrysen, Benzo(b)fluoranthren, Benzo(k)fluoranthren, Benzo(a)pyren, Indeno (1,2,3-c,d)pyren, Dibenz(a,h)-anthracen und Benzo(g,h,i)perylene; ² oral, inhalativ, dermal

13 Werte für polychlorierte Biphenyle (PCB)

Werte	PCB-Gehalte ¹	
	(mg/kg TS für Böden bis 15 % Humus, mg/dm ³ für Böden über 15 % Humus)	Probenahmetiefe (in cm)
Prüfwerte		
Nutzungen mit möglicher direkter ² Bodenaufnahme	0,1	0–5
Nahrungspflanzenanbau	0,2	0–20
Futterpflanzenanbau	0,2	0–20
Sanierungswerte		
Kinderspielplätze	1	0–5
Haus- und Familiengärten	1	0–20
Landwirtschaft und Gartenbau	3	0–20

TS = Trockensubstanz; 1 Summe der 7 Kongeneren gemäss IRMM (Institute for Reference Materials and Measurements), IUPAC-Nr. 28, 52, 101, 118, 138, 153, 180; 2 oral, inhalativ, dermal

2 Ermittlung und Beurteilung der Schadstoffgehalte

¹ Ein Richt-, Prüf- oder Sanierungswert ist überschritten, wenn der Schadstoffgehalt in einer repräsentativen Mischprobe aus den in den Tabellen nach Ziffer 1 angegebenen Probenahmetiefen diesen Wert überschreitet.

² In begründeten Fällen kann von diesen Probenahmetiefen abgewichen werden.

³ Die organischen Schadstoffe werden möglichst vollständig extrahiert (Totalgehalte). Das Bundesamt erlässt Empfehlungen zur Probenaufbereitung und Analyse.

⁴ Für die Umrechnung von mg/kg Trockensubstanz in mg/dm³ der Schadstoffgehalte in Böden mit einem Humusgehalt über 15% werden die gewichtsbezogenen Gehalte mit dem Trockenraumgewicht multipliziert.

Messung der Zielerreichung

Da die Belastungen räumlich und zeitlich sehr unterschiedlich sowie teilweise sehr hoch sind, müssen die Schadstofffrachten ort- und zeitbezogen erhoben werden. Bund und Kantone beurteilen die Bodenbelastungen anhand der in Anhang 1 und 2 der Verordnung über Belastungen des Bodens (VBBo) festgelegten Richt-, Prüf- und Sanierungswerte. Die Nationale Bodenbeobachtung (NABO) ist ein Referenznetz und ein Instrument zur Früherkennung und misst und beurteilt die zeitliche Entwicklung dieser Bodenbelastungen (Desaules und Dahinden 2000). Sie wird durch die kantonalen Erhebungen (KABO) ergänzt. Bisher wurde vorwiegend die Belastung der Böden mit Schwermetallen untersucht. In Zukunft sollen auch organische Schadstoffe systematisch erfasst werden.

Stand der Zielerreichung

In der Schweiz gibt es keine völlig unbelasteten Böden mehr. Auf rund 90% des offenen Bodens sind die Schadstoffanreicherungen als gering, auf 9% als mittel und auf knapp 1% als hoch zu taxieren (Desaules 1998). Zur chemischen Belastung des Bodens tragen vor allem Blei (Pb), Kupfer (Cu), Cadmium (Cd) und Zink (Zn) bei. Das Ausmass der landesweiten Bodenbelastung mit anorganischen Schadstoffen kann aufgrund des gegenwärtigen Kenntnisstands vorerst nur als Schätzung angegeben werden, deren Grössenordnung jedoch als realistisch betrachtet wird. Die drei ökotoxikologischen Belastungsstufen lassen sich folgendermassen charakterisieren (Desaules 1998):

- > Geringe Schadstoffanreicherung: Bei stark sauren Bodenverhältnissen, namentlich unter Nadelwald und in höheren niederschlagsreichen Lagen, besteht eine erhöhte Löslichkeit von Cadmium und Zink.
- > Mittlere Schadstoffanreicherungen: Diese verursachen je nach Nutzung und Bodenverhältnissen eine latente bis konkrete Gefährdung der Bodenfruchtbarkeit.
- > Hohe Schadstoffanreicherungen: Diese Flächen (hauptsächlich im Zusammenhang mit Altlastenstandorten) sind echte Problemstandorte. Je nach Art der Belastung besteht bei direkter Bodenaufnahme eine akute Gesundheitsgefahr für Kinder und Tiere. Auch die Qualität von Pflanzen kann stark beeinträchtigt werden.

4.1.2 Umweltziel Landwirtschaft

1. Keine Beeinträchtigung der Bodenfruchtbarkeit und der Gesundheit durch anorganische oder organische Schadstoffe aus der Landwirtschaft.
2. Der Eintrag einzelner Schadstoffe aus der Landwirtschaft in Böden ist kleiner als deren Austrag und Abbau.

Herleitung

Es gilt die gleiche Herleitung wie für das allgemeine Umweltziel.

Ziel 1

Da es ausser einem aufwendigen Bodenaustausch keine praktikable Sanierungsmethode gibt, muss alles getan werden, um chemische Bodenbelastungen zu vermeiden. Dies gilt besonders für Schwermetalle und persistente organische Schadstoffe, die in Böden angereichert werden können; eine Rückführung belasteter Standorte ist kaum möglich. Deshalb sollen im Sinne des Vorsorgeprinzips (Art. 1 USG) keine zusätzlichen Belastungen entstehen. Dies ist nur möglich, wenn der Eintrag von Schadstoffen in Böden langfristig ihren Austrag bzw. Abbau nicht übersteigt.

Ziel 2

Rechtliche Grundlagen

Es gelten die gleichen rechtlichen Grundlagen wie für das allgemeine Umweltziel Schadstoffe im Boden.

Messung der Zielerreichung

Da die Belastungen räumlich und zeitlich sehr unterschiedlich sowie teilweise sehr hoch sind, müssen die Schadstofffrachten ort-, zeit- und kulturbezogen und wenn möglich für einzelne Parzellen erhoben werden. Grobe Trendaussagen zum Risiko der Schadstoffbelastung sind anhand von Agrarumweltindikatoren (Agrarumweltmonitoring in einem Netz von Referenzbetrieben) innert weniger Jahre möglich. Diese Risikoindikatoren müssen mit repräsentativen Erhebungen der Belastung landwirtschaftlicher Böden ergänzt und validiert werden. Gesicherte Ergebnisse bezüglich der Entwicklung der Schadstoffbelastung der Böden und der Auswirkungen auf die Bodenfruchtbarkeit sind allerdings erst nach Jahrzehnten zu erwarten. Für den Vollzug sind die Kantone zuständig (Art. 13 VBBo).

Bei der NABO werden zuhanden der kantonalen Bodenschutzfachstellen im Rahmen ihrer emissionsbezogenen Bodenuntersuchungen ausgewählte, repräsentative Standorte im Rahmen eines jahrzehntelangen Referenzauftrags nach VBBo untersucht. Die derzeit 105 NABO-Standorte wurden sowohl nach Umweltgesichtspunkten wie auch nach vermuteten Belastungssituationen ausgewählt. Die NABO ist für die agrarökolo-

gische Beurteilung deshalb ein Referenznetz, das durch zusätzliche Untersuchungen die Spannweite der chemischen Bodenbelastung landwirtschaftlicher Betriebstypen ausloten soll.

Stand der Zielerreichung

Allein im NABO-Referenznetz wird an 39 % der insgesamt 105 Standorte mindestens ein Richtwert überschritten (Abb. 20). Als Hauptursachen stehen bei 10 % der Standorte anthropogene Schadstoffeinträge von Kupfer, Cadmium, Zink und Blei im Vordergrund. Bei weiteren 19 % der Standorte werden Richtwerte löslicher Gehalte von Cadmium und Zink aufgrund diffuser Einträge und der Bodenversauerung überschritten. Bei den übrigen Standorten sind natürlich erhöhte Schadstoffgehalte im Ausgangsgestein verantwortlich.

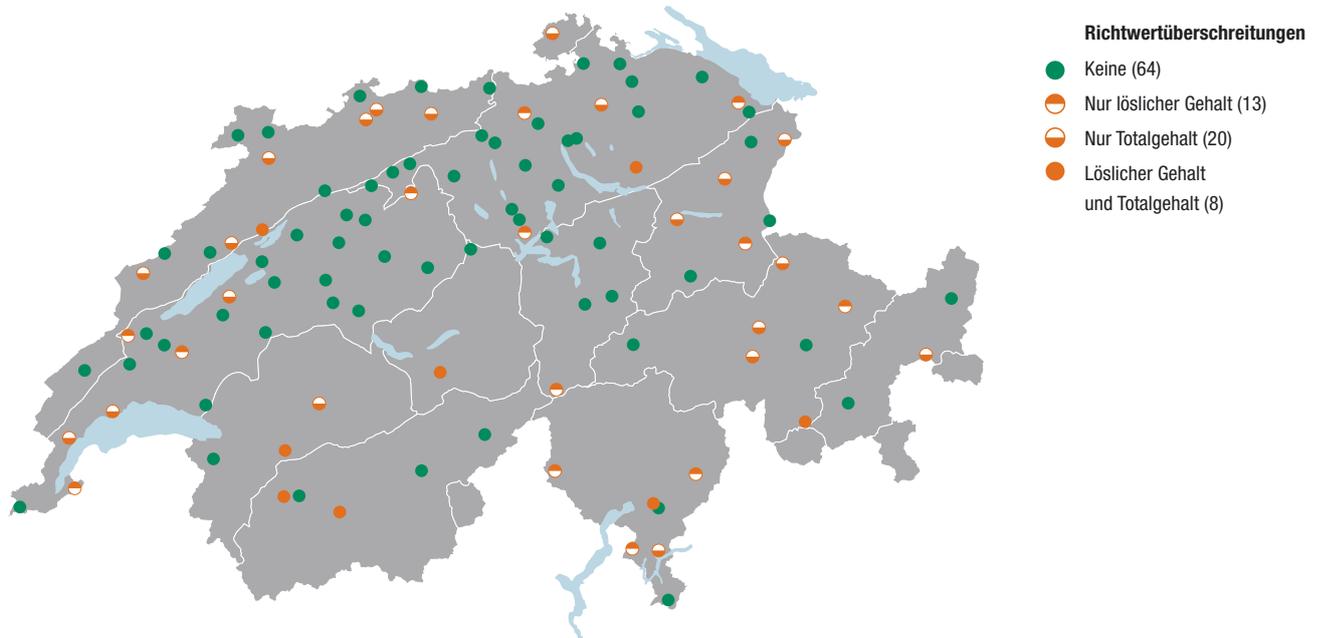
Ziel 1

Im Rahmen der NABO wurden – vorwiegend aus kantonalen Quellen – rund 330 000 Analysenwerte von 15 anorganischen und 4 organischen Schadstoffen ausgewertet (Abb. 21, Keller und Desaulles 2001). Auf die produktive Bodenfläche der Schweiz bezogen ergibt dies im Durchschnitt einen Standort auf 2,3 Quadratkilometer. Im Gegensatz zu den NABO-Referenzdaten handelt es sich bei den kantonalen Daten weitgehend um Böden vermuteter Belastungsstandorte. Es zeigte sich, dass die Siedlungsböden und Spezialkulturen prioritäre Belastungsstandorte sind. Da die Messreihe des NABO-Referenznetzes erst 15 Jahre umfasst, ist für die Entwicklung der Schadstoffbelastungen der Böden bisher noch kein gesicherter Trend nachweisbar (Desaulles et al. 2006).

Für einzelne Landwirtschaftsbetriebe im NABO-Messnetz liegen die Einträge gemäss NABO-Flux rund 3- bis 4-mal über den Austrägen. Hierbei sind zwar die Tierdichte eines Betriebes und die Art der Tiermast wichtig, aber alleine nicht unbedingt ausschlaggebend für die Höhe der Kupfer- und Zinkeinträge. Diese können auch innerhalb des gleichen Betriebstyps von Betrieb zu Betrieb stark variieren. Für die Mehrheit der 48 Parzellen im Messnetz der NABO nehmen die Schwermetallkonzentrationen im Boden in einem Jahrzehnt um weniger als 1 % des jeweiligen Richtwertes zu. Zunahmen der Bodenkonzentrationen von mehr als 1 % in einem Jahrzehnt wurden hingegen für Cadmium in 7, für Kupfer in 10 und für Zink in 20 der 48 NABO-Parzellen prognostiziert. Auf einigen Parzellen waren stark erhöhte Einträge von Zink über Hofdünger und von Kupfer über Pflanzenschutzmittel oder Hofdünger zu verzeichnen. Die geschätzten Schwermetallzunahmen können bei intensiver Tierhaltung für Kupfer und Zink bis zu 5 % und im Rebbau für Kupfer 21 % des jeweiligen Richtwertes in einem Jahrzehnt betragen (Keller et al. 2005).

Ziel 2

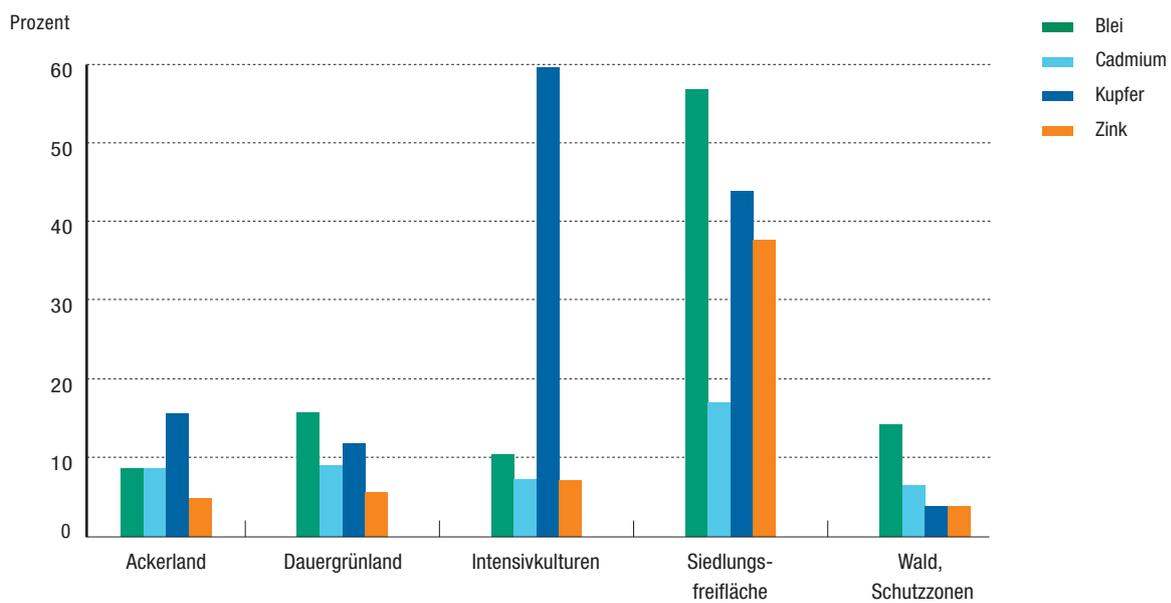
Abb. 20 > Richtwertüberschreitungen im NABO-Referenznetz



Quelle: NABO

Abb. 21 > Die Anteile der Richtwertüberschreitungen im Boden für die Totalgehalte von Pb, Cd, Cu und Zn nach Landnutzung

Datenbasis: Zeitraum 1990–1996; Messwerte von ca. 14 000 Standorten



Quelle: Keller und Desaulles 2001

Literatur

BAFU 2001: Erläuterungen zur Verordnung vom 1. Juli 1998 über Belastungen des Bodens (VBBo).

Desaules A. 1998: Vorbeugen ist billiger als sanieren. Umweltschutz 2/98: 4–6. Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft (Hrsg.), Bern.

Desaules A., Dahinden R. 2000: Nationales Boden-Beobachtungsnetz – Veränderungen von Schadstoffgehalten nach 5 und 10 Jahren. Schriftenreihe Umwelt Nr. 320. Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft (BAFU), Bern: 129 S.

Desaules A., Schwab. P., Keller A., Ammann St., Paul J., Bachmann H.J. 2006: Anorganische Schadstoffgehalte in Böden der Schweiz und Veränderungen nach 10 Jahren. Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz-Tänikon ART (Hrsg.), Zürich: 139 S.

Keller Th., Desaules A. 2001: Böden der Schweiz – Schadstoffgehalte und Orientierungswerte (1990–1996). Umwelt-Materialien Nr. 139. Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft (BAFU), Bern: 115 S.

Keller A., Rossier N., Desaules A. 2005: Schwermetallbilanzen von Landwirtschaftspartzen der Nationalen Bodenbeobachtung. Schriftenreihe der FAL Nr. 54. Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz-Tänikon ART (Hrsg.), Zürich: 56 S.

4.2 Bodenerosion



Die Erosion grösserer Mengen an Bodenmaterial reduziert die Bodenfruchtbarkeit und beeinträchtigt naturnahe Lebensräume.

Einführung

Bodenerosion ist der Abtrag von Bodenmaterial durch Wasser und Wind. In der Schweiz ist fast ausschliesslich die Wassererosion wirksam. Bei geschlossener Vegetationsdecke ist die Bodenoberfläche weitgehend vor Erosion geschützt. Durch bestimmte Tätigkeiten des Menschen wie etwa die Nutzung durch Ackerbau wird die Pflanzendecke zeitweilig beseitigt oder ausgedünnt, was zu Bodenabträgen führen kann.

Die Bodenerosion zeigt vielfältige Erscheinungsformen. Flächenhafte (diffuse) Erosion ist dabei weiter verbreitet als linienhafte Erosion (Talwegerosion). Nur etwa ein Fünftel bis ein Drittel aller durch Bodenerosion betroffenen Äcker weist neben der flächenhaften Erosion auch Rillen und Rinnen auf (Mosimann et al. 1991). Sämtliche Erosionsrillen verschwinden aus der Landschaft, wenn die Äcker gepflügt werden. Da die Bodenerosion nur bedingt sichtbar ist, besteht die Gefahr, dass die Bedeutung der

Erosion oder die Häufigkeit der Ereignisse unterschätzt oder gar nicht wahrgenommen wird.

Da vor allem die nährstoffreiche Feinerde abgeschwemmt wird, schädigt die Erosion die Bodenfruchtbarkeit. Zudem werden natürliche Bodenfunktionen wie das Wasserspeichervermögen, die Durchwurzelbarkeit und die Filterleistung beeinträchtigt. Die Schäden ausserhalb der landwirtschaftlich genutzten Parzellen (Off-Site-Schäden) dürfen nicht vernachlässigt werden. Ein Teil des Bodenmaterials gelangt in angrenzende, naturnahe Lebensräume (z. B. Hecken, Moore) oder mit dem Abschwemmwasser direkt oder via Drainagesystem in Bäche, Flüsse und Seen. Die Bodenerosion ist damit ein bedeutender Eintragspfad für unerwünschte Stoffe wie Phosphor, Stickstoff und Pflanzenschutzmittel in die Gewässer. Bodenerosion wirkt sich also nicht nur ungünstig auf die Standorteigenschaften des Abtragungsorts aus, sondern auch auf die benachbarten Ökosysteme und Gewässer (Abb. 22; INRA 2002, Van-Camp et al. 2004). Bodenmaterial kann auch auf Strassen und in Kellern sedimentieren.

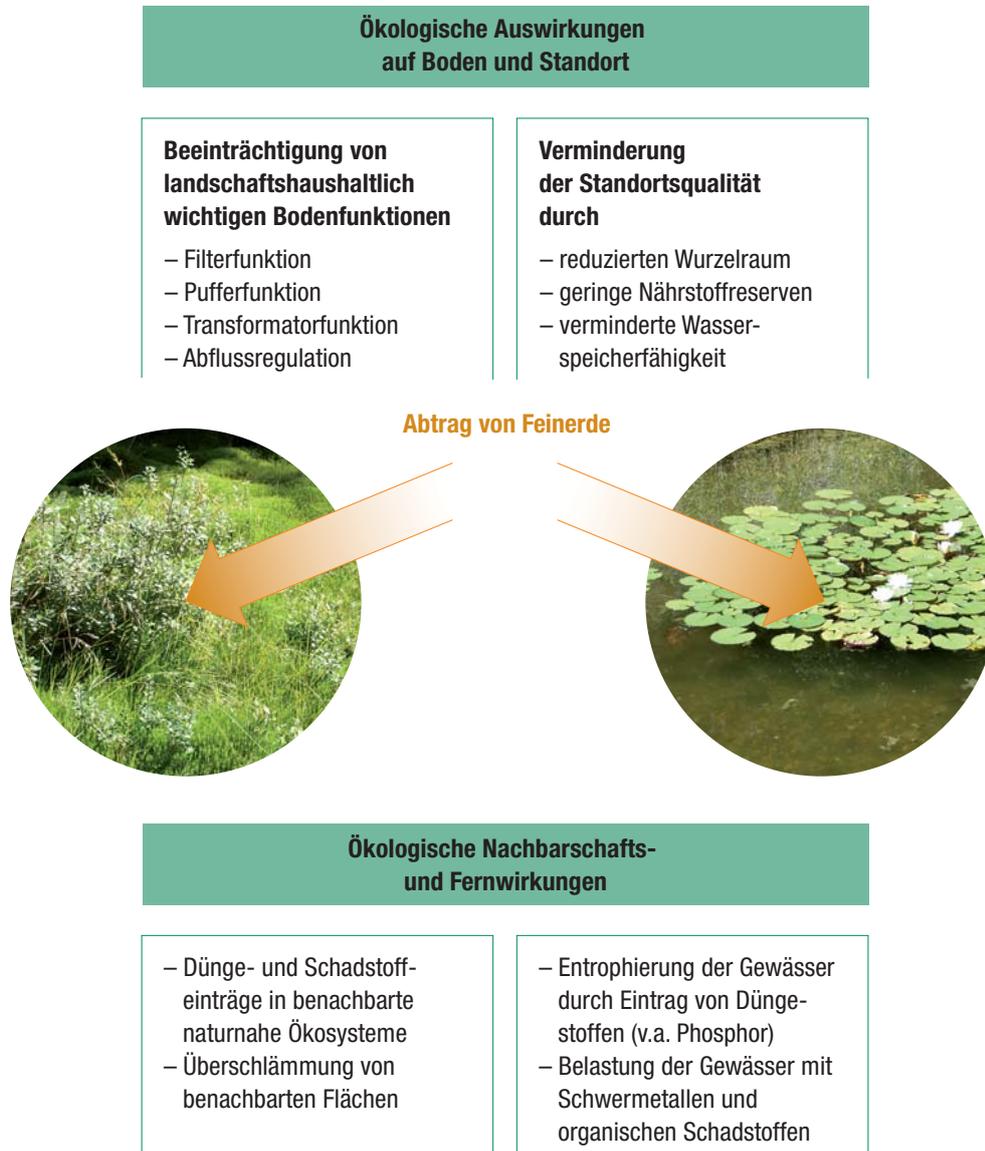
**Bedeutender Eintragspfad
für unerwünschte Stoffe
in die Gewässer und
in empfindliche Ökosysteme**

Das Ausmass der Bodenerosion ist von zahlreichen Faktoren abhängig. Dazu gehören die Häufigkeit und Intensität der Niederschläge, die Bodenbeschaffenheit, die Art der Kultur und die Anbaupraktik. Die Bodenerosion ist deshalb sehr ungleichmässig verteilt und variiert von Parzelle zu Parzelle deutlich mehr als im Vergleich verschiedener Regionen (Mosimann et al. 1991). Das Ausmass von Bodenerosion variiert auch von Jahr zu Jahr. Während in manchen Jahren in wenig gefährdeten Parzellen praktisch keine Erosion stattfindet, zeigen andere Jahre starke, verbreitete und im Jahresverlauf gleich mehrfach auftretende Schäden. Neben den Kosten durch den Ertragsverlust entstehen Folgekosten für die Allgemeinheit. Bauten und Anlagen müssen gereinigt und Oberflächengewässer saniert werden.

Risikoberechnungen haben ergeben, dass die ackerfähigen Böden in der Schweiz im langjährigen Mittel in 61 % der Fälle einer schwachen, in 22 % einer mittleren (>2 Tonnen Bodenmaterial pro Hektare und Jahr) und in 17 % einer starken Erosion (>4 Tonnen) unterworfen sind (Prasuhn et al. 2007). Es gilt allerdings zu beachten, dass diese Berechnungen nur die flächenhafte (diffuse) Bodenerosion wiedergeben und dass 4 Tonnen abgeschwemmtes Bodenmaterial ein grosses ökologisches Problem darstellen.

In letzter Zeit haben Beobachtungen gezeigt, dass auch auf Weideland im Sömmerungsgebiet Bodenerosion ein Problem sein könnte. Entsprechende Untersuchungen sind im Gange.

Abb. 22 > Bodenerosion als ökologisches Problem



Beitragende Sektoren

Jede Tätigkeit des Menschen, die zu einer Beseitigung oder Schwächung der Vegetationsdecke führt, erhöht das Erosionsrisiko. Bau-, Forst- und Landwirtschaft sind hierbei die Hauptakteure.

Rolle der Landwirtschaft

Die Bodenerosion tritt vor allem auf offenen Ackerflächen auf. Ackerflächen sind nach Artikel 18 der Landwirtschaftlichen Begriffsverordnung (LBV) Flächen, die in eine Fruchtfolge einbezogen sind. Sie setzt sich aus der offenen Ackerfläche und den Kunstwiesen zusammen. Die offene Ackerfläche ist mit einjährigen Pflanzen bebaut. Diese Parzellen werden in der Regel jährlich bearbeitet und sind somit vermehrt der Erosion ausgesetzt. Viele Böden im Mittelland neigen zudem zu Verschlammung und Wasserstau, was zusammen mit dem Relief und den hohen Niederschlägen zu einem erhöhten Erosionsrisiko führt. Weil der Verlust der nährstoffreichen und humushaltigen Feinerde mit der Zeit die Bodenfruchtbarkeit und damit die Ertragskraft des Kulturlandes schwächt, liegt die konsequente Bekämpfung des unerwünschten Phänomens auch im wirtschaftlichen Eigeninteresse der Bewirtschafter.

Da die Schweiz mehrheitlich niederschlagsreich ist und oft schwer durchlässige Böden an Hanglagen zu bewirtschaften sind, besteht eine gewisse Anfälligkeit für Bodenerosion. Ausserdem existiert ein dichtes Netz an asphaltierten Erschliessungswegen mit Regenwassersammlern. Insbesondere an langen Hängen ohne unterbrechende Landschaftselemente kann das Oberflächenwasser zusammen mit dem erodierten Material rasch und ungehindert in die Gewässer gelangen.

Die Europäische Umweltagentur (EUA) schätzt, dass 17 % der landwirtschaftlich genutzten Fläche Europas von Erosion betroffen sind. Die Reinigungs- und Wiederherstellungskosten ausserhalb der Parzelle belaufen sich auf 32 Euro pro Hektare landwirtschaftlicher Nutzfläche und Jahr (Van-Camp et al. 2004). Für Flächen im Schweizer Mittelland, die von Erosion betroffen sind, konnte gezeigt werden, dass die Kosten für Räumung und Reinigung im Durchschnitt 50 bis 100 Franken pro Hektare und Jahr betragen.

4.2.1 Allgemeines Umweltziel

1. Keine Beeinträchtigung der Bodenfruchtbarkeit durch Erosion.
2. Keine Beeinträchtigung der Gewässer und naturnaher Lebensräume durch abgeschwemmtes Bodenmaterial.

Herleitung

Laut Umweltschutzgesetz (USG) soll die Fruchtbarkeit der Böden dauerhaft erhalten bleiben (Art. 1). Dies beinhaltet den Schutz vor Bodenerosion (Art. 33). Damit gilt grundsätzlich das Vorsorgeprinzip.

Ziel 1

Die Verordnung über Belastungen des Bodens (VBBo) regelt Massnahmen zur Vermeidung von Bodenerosion. Böden sollen so bewirtschaftet und Terrainveränderungen so vorgenommen werden, dass Bodenerosion vermieden wird (Art. 6).

Die Bodenerosion beeinträchtigt nicht nur die Bodenfruchtbarkeit, sondern auch Gewässer und naturnahe terrestrische Lebensräume. Laut Gewässerschutzgesetz (GSchG) sind nachteilige Einwirkungen auf die Gewässer zu vermeiden (Art. 3). Böden sind entsprechend dem Stand der Technik so zu bewirtschaften, dass die Gewässer nicht durch Abschwemmung und Auswaschung von Düngern und Pflanzenbehandlungsmitteln beeinträchtigt werden (Art. 27).

Ziel 2

Das Umweltschutzgesetz (USG) verlangt, dass Tiere und Pflanzen sowie ihre Lebensgemeinschaften und Lebensräume gegen schädliche oder lästige Einwirkungen geschützt werden (Art. 1). Es gilt das Vorsorgeprinzip. Laut Natur- und Heimatschutzgesetz (NHG) sind Uferbereiche, Riedgebiete und Moore, seltene Waldgesellschaften, Hecken, Feldgehölze, Trockenrasen und weitere Standorte, die eine ausgleichende Funktion im Naturhaushalt erfüllen oder besonders günstige Voraussetzungen für Lebensgemeinschaften aufweisen, besonders zu schützen (Art. 18).

Rechtliche Grundlage

Bundesgesetz vom 7. Oktober 1983 über den Umweltschutz (Umweltschutzgesetz, USG), SR 814.01

Art. 33 Massnahmen gegen Bodenbelastungen

² Der Boden darf nur so weit physikalisch belastet werden, dass seine Fruchtbarkeit nicht nachhaltig beeinträchtigt wird; dies gilt nicht für die bauliche Nutzung des Bodens. Der Bundesrat kann über Massnahmen gegen physikalische Belastungen wie die Erosion oder die Verdichtung Vorschriften oder Empfehlungen erlassen.

Art. 34 Weitergehende Massnahmen bei belasteten Böden

¹ Ist die Bodenfruchtbarkeit in bestimmten Gebieten langfristig nicht mehr gewährleistet, so verschärfen die Kantone im Einvernehmen mit dem Bund die Vorschriften über Anforderungen an Abwasserversickerungen, über Emissionsbegrenzungen bei Anlagen, über die Verwendung von Stoffen und Organismen oder über physikalische Bodenbelastungen im erforderlichen Mass.

Verordnung vom 1. Juli 1998 über Belastungen des Bodens (VBBo), SR 814.12

Art. 2 Begriffe

- ¹ Boden gilt als fruchtbar, wenn:
- er eine für seinen Standort typische artenreiche, biologisch aktive Lebensgemeinschaft und typische Bodenstruktur sowie eine ungestörte Abbaufähigkeit aufweist;
 - natürliche und vom Menschen beeinflusste Pflanzen und Pflanzengesellschaften ungestört wachsen und sich entwickeln können und ihre charakteristischen Eigenschaften nicht beeinträchtigt werden;
 - die pflanzlichen Erzeugnisse eine gute Qualität aufweisen und die Gesundheit von Menschen und Tieren nicht gefährden;
 - Menschen und Tiere, die ihn direkt aufnehmen, nicht gefährdet werden.
- ⁴ Physikalische Bodenbelastungen sind Belastungen des Bodens durch künstliche Veränderungen der Struktur, des Aufbaus oder der Mächtigkeit des Bodens.

Art. 6 Vermeidung von Bodenverdichtung und -erosion

² Wer Terrainveränderungen vornimmt oder den Boden bewirtschaftet, muss mit geeigneter Bau- und Bewirtschaftungsweise, insbesondere durch erosionshemmende Bau- oder Anbautechnik, Fruchtfolge und Flurgestaltung, dafür sorgen, dass die Bodenfruchtbarkeit nicht durch Erosion langfristig gefährdet wird. Sind dazu gemeinsame Massnahmen mehrerer Betriebe nötig, so ordnet der Kanton diese an, insbesondere bei der Erosion durch konzentrierten Oberflächenabfluss (Talwegerosion).

Art. 8 Massnahmen der Kantone bei Überschreiten der Richtwerte (Art. 34 Abs. 1 USG)

- ¹ Sind in einem Gebiet die Richtwerte überschritten oder steigt die Bodenbelastung deutlich an, so ermitteln die Kantone die Ursachen der Belastung.
- ² Sie klären ab, ob die Massnahmen nach den Vorschriften des Bundes in den Bereichen Gewässerschutz, Katastrophenschutz, Luftreinhaltung, umweltgefährdende Stoffe und Organismen sowie Abfälle und physikalische Belastungen genügen, um im betroffenen Gebiet den weiteren Anstieg der Belastung zu verhindern.
- ³ Genügen diese Massnahmen nicht, so treffen die Kantone weitergehende Massnahmen nach Artikel 34 Absatz 1 USG. Sie teilen diese vorher dem BAFU mit.

Bundesgesetz vom 24. Januar 1991 über den Schutz der Gewässer (Gewässerschutzgesetz, GSchG), SR 814.20

Art. 3 Sorgfaltspflicht

Jedermann ist verpflichtet, alle nach den Umständen gebotene Sorgfalt anzuwenden, um nachteilige Einwirkungen auf die Gewässer zu vermeiden.

Art. 27 Bodenbewirtschaftung

¹ Böden sind entsprechend dem Stand der Technik so zu bewirtschaften, dass die Gewässer nicht beeinträchtigt werden, namentlich nicht durch Abschwemmung und Auswaschung von Düngern und Pflanzenbehandlungsmitteln.

**Bundesgesetz vom 1. Juli 1966
über den Natur- und Heimatschutz (NHG), SR 451**

Art. 18 Schutz von Tier- und Pflanzenarten

¹ Dem Aussterben einheimischer Tier- und Pflanzenarten ist durch die Erhaltung genügend grosser Lebensräume (Biotope) und andere geeignete Massnahmen entgegenzuwirken. Bei diesen Massnahmen ist schutzwürdigen

land- und forstwirtschaftlichen Interessen Rechnung zu tragen.

^{1bis} Besonders zu schützen sind Uferbereiche, Riedgebiete und Moore, seltene Waldgesellschaften, Hecken, Feldgehölze, Trockenrasen und weitere Standorte, die eine ausgleichende Funktion im Naturhaushalt erfüllen oder besonders günstige Voraussetzungen für Lebensgemeinschaften aufweisen.

Messung der Zielerreichung

Mit der Revision der Verordnung über Belastungen des Bodens (VBBo, 1998) wurde die Überwachung der Bodenbelastung zur gesetzlichen Aufgabe, für welche die Kantone zuständig sind (Art. 4). Daten zur Erosion liefern die Kontrollberichte und Untersuchungen der kantonalen Fachstellen für Bodenschutz in Problemgebieten (Netzwerk Umweltbeobachtung Schweiz, NUD-CH).

Ziel 1

Über den Zustand der Oberflächengewässer gibt die Nationale Daueruntersuchung der schweizerischen Fliessgewässer (NADUF) Auskunft. Die kantonalen Gewässerschutzfachstellen führen eigene Erhebungsprogramme durch. Der Phosphor- und Stickstoffgehalt sowie der Gehalt an organischem Kohlenstoff sind wichtige Indikatoren für den Grad der Gewässerbelastung mit Bodenmaterial. Zur Bestimmung des Ausmasses der Erosion sind vor allem deren partikuläre Anteile von Bedeutung.

Ziel 2

Die Belastung naturnaher Lebensräume durch sedimentiertes Bodenmaterial wird nicht erhoben. Ein wichtiger Indikator für die Belastung schützenswerter Lebensräume in Ackerbaugebieten ist die Umsetzung von Pufferzonen entlang der Gewässer und um Biotope von nationaler Bedeutung. Die extensiv genutzte Vegetation der Pufferzonen besitzt in der Regel eine Rückhaltewirkung für Bodenmaterial.

Stand der Zielerreichung

Da es kein nationales Überwachungsprogramm zur Bodenerosion gibt, existieren auch keine Daten auf nationaler Ebene. Auf regionaler Ebene liegen dagegen Ergebnisse vor (Kap. 4.2.2).

Ziel 1

In der Region Frienisberg (BE) haben 65 % der ackerfähigen Parzellen direkt oder indirekt Kontakt mit Oberflächengewässern; 90 % des erodierten Materials, das die Parzellen verlässt, fliesst über die Kanalisation oder über das Wegsystem in die Bäche, Flüsse und Seen. Sichtbar ist die Bodenerosion deshalb vor allem dort, wo keine unterirdischen Wassersammler in der unmittelbaren Umgebung existieren. Es besteht zurzeit keine aktuelle Auswertung der für die Bestimmung des Ausmasses der Erosion relevanten partikulären Anteile von Phosphor, Stickstoff und Kohlenstoff.

Ziel 2

4.2.2 Umweltziel Landwirtschaft

1. Keine Richtwertüberschreitungen für Erosion und Verhinderung der Talwegerosion auf Ackerflächen.
2. Keine Beeinträchtigung der Bodenfruchtbarkeit durch Erosion auf landwirtschaftlich genutzten Flächen.
3. Keine Beeinträchtigung der Gewässer und naturnaher Lebensräume durch abgeschwemmtes Bodenmaterial aus landwirtschaftlich genutzten Flächen.

Herleitung

Bund und Kantone beurteilen die Bodenbelastung anhand der in den Anhängen der Verordnung über Belastungen des Bodens (VBBO) festgelegten Richt-, Prüf- und Sanierungswerte (Art. 5 VBBO). Anhang 3 enthält Richtwerte für die flächenhafte (diffuse) Erosion auf Ackerflächen sowie eine Anleitung zur Ermittlung des Bodenabtrages. Werden diese Richtwerte (2 bis 4 Tonnen pro Hektare und Jahr) überschritten, so haben die Kantone die Ursachen der Erosion zu ermitteln und Massnahmen zu deren Verminderung anzuordnen (Art. 8 VBBO). Bei der Erosion durch konzentrierten Oberflächenabfluss (Talwegerosion) werden die Richtwerte immer überschritten. Die Talwegerosion ist laut Direktzahlungsverordnung (DZV) zu verhindern (Art. 9). Die technischen Regeln für den Ökologischen Leistungsnachweis besagen, dass auf der landwirtschaftlichen Nutzfläche keine wiederholten Bodenabträge auftreten dürfen (Anhang DZV).

Ziel 1

Grundsätzlich gilt die gleiche Herleitung wie für das allgemeine Umweltziel (1). Das Ziel bezieht sich nicht nur auf die landwirtschaftliche Nutzfläche, sondern auch auf das Sömmerungsgebiet. Laut Sömmerungsbeitragsverordnung (Art. 10 SöBV) müssen Sömmerungs-, Hirten- und Gemeinschaftsweidebetriebe sachgerecht und umweltschonend bewirtschaftet werden.

Ziel 2

Es gilt die gleiche Herleitung wie für das allgemeine Umweltziel (2).

Ziel 3

Rechtliche Grundlagen

Zusätzlich zu den rechtlichen Grundlagen für das allgemeine Umweltziel sind folgende rechtlichen Grundlagen von Bedeutung.

Verordnung vom 1. Juli 1998 über Belastungen des Bodens (VBBo), SR 814.12

Art. 5 Beurteilung der Bodenbelastung

¹ Bund und Kantone beurteilen die Bodenbelastung anhand der in den Anhängen festgelegten Richt-, Prüf- und Sanierungswerte.

Anhang 3 Richtwerte für Erosion auf Ackerflächen

1 Richtwerte

Durchwurzelbare Mächtigkeit	Gesamter durchschnittlicher Bodenabtrag ¹ (Tonnen TS pro Hektare und Jahr)
Bis und mit 70 cm	2
Über 70 cm	4

TS = Trockensubstanz;
¹ Gesamter durchschnittlicher Bodenabtrag = Summe des flächenhaften und des linienhaften Bodenabtrags

Verordnung über die Direktzahlungen an die Landwirtschaft, Direktzahlungsverordnung (DZV), SR 910.13

Art. 9 Geeigneter Bodenschutz

- ¹ Zum geeigneten Bodenschutz gehören insbesondere das Vermeiden von Erosion und von chemischen Bodenbelastungen.
- ² Der Bodenschutz wird gefördert durch eine optimale Bodenbedeckung, durch Massnahmen zur Verhinderung von Talwegerosion und durch die Verwendung bodenschonender Dünger und Pflanzenschutzmittel.

Messung der Zielerreichung

Laut Verordnung über Belastungen des Bodens (Art. 4 VBBo) sind die Kantone dazu verpflichtet, Erosionsschäden festzustellen und zu kartieren. Die Ergebnisse der Erosionskontrolle im Rahmen des Ökologischen Leistungsnachweises und die Anzahl der angemeldeten Erosionsmassnahmenpläne könnten wichtige Informationen über das Ausmass der Bodenerosion liefern.

Ziel 1

Es gelten die gleichen Messgrössen wie für das allgemeine Umweltziel (1). Bezugsgrösse ist die landwirtschaftliche Nutzfläche und das Sömmerungsgebiet.

Ziel 2

Es gelten die gleichen Messgrössen wie für das allgemeine Umweltziel (2). Der Fokus sollte dabei insbesondere auf kleinere Gewässer gelegt werden, deren Einzugsgebiet viele offene Ackerflächen in Hanglage aufweist.

Ziel 3

Anhang

Ökologischer Leistungsnachweis, technische Regeln

5.2 Erosionsschutz

¹ Es dürfen keine wiederholten Bodenabträge auf der landwirtschaftlichen Nutzfläche des Betriebes auftreten, wo angepasste Massnahmen zur Erosionsbekämpfung fehlen. Als angepasste Massnahme gilt die Bewirtschaftung nach einem mehrjährigen Plan zur Verhinderung der Erosion. Der Plan wird von einer vom Kanton bezeichneten Stelle gemeinsam mit dem Bewirtschafter erstellt. Er beinhaltet eine Situationsanalyse (Identifikation der Erosionsprobleme, Fruchtfolge, Bodenbearbeitung, Neigung und Bodenstruktur der Parzellen usw.) und einen Umsetzungsplan.

Verordnung über Sömmerungsbeiträge (SöBV), SR 910.133 vom 29. März 2000

Art. 10

- ¹ Die Sömmerungs-, Hirten- und Gemeinschaftsweidbetriebe müssen sachgerecht und umweltschonend bewirtschaftet werden. Insbesondere sind folgende Anforderungen zu erfüllen:
- i. Die in einem allfälligen Bewirtschaftungsplan festgelegten Vorgaben sind einzuhalten.
- ² Werden ökologische Schäden festgestellt, so kann der Kanton Auflagen für die Weideführung und die Düngung verfügen und entsprechende Aufzeichnungen verlangen.

Stand der Zielerreichung

Der Kanton Baselland ist einer von drei Kantonen, welche die Erosion auf seinem Gebiet untersucht haben. Gemäss der Bodenerosions-Risikokarte (Prasuhn et al. 2007) für die Schweiz gehört Baselland zu den neun Kantonen, die eine im Modell errechnete flächenhafte (diffuse) Erosion von über 2 Tonnen pro Hektare und Jahr aufweisen. Resultate der kantonalen Untersuchung (1992 bis 2002), in die 9% der Landwirtschaftsbetriebe einbezogen wurden, können als repräsentativ für Regionen mit mittlerem bis hohem Erosionsrisiko angesehen werden. Die Resultate zeigen, dass je nach Gebiet die Situation gleich geblieben ist oder sich leicht verbessert hat.

Ziel 1

Untersuchungen der Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz-Tänikon ART in der Region Friesenberg zeigen, dass vor allem durch die Zunahme konservierender Bodenbearbeitungsverfahren und den vermehrten Anbau von Zwischenkulturen die Bodenabträge seit der Einführung des Ökologischen Leistungsnachweises um 15 bis 30% abgenommen haben. Dieser Erfolg kann allerdings zu zwei Dritteln auf das spezielle Umweltschutzprogramm des Kantons Bern zurückgeführt werden (Prasuhn 2005).

Bis Ende 2007 wurden rund 100 Massnahmenpläne nach der Direktzahlungsverordnung durchgeführt. Die Hälfte davon befindet sich in den Kantonen Waadt und Freiburg, deren Bodenschutzfachstellen über ein Überwachungsprogramm verfügen. Ergebnisse der Erosionskontrolle im Rahmen des Ökologischen Leistungsnachweises im Bereich Erosion gibt es nur aus dem Kanton Freiburg.

Zusätzlich zu den Ergebnissen aus Ziel 1 müssen bei der Frage zur Zielerreichung Messresultate aus dem Sömmerungsgebiet herbeigezogen werden. Gemäss einer Fallstudie im Urserental (UR) scheint die Erosion auf Alpweiden zuzunehmen. Eine Untersuchung auf den Alpen der Ostschweiz hat zudem gezeigt, dass dieses Problem vermutlich unterschätzt wird.

Ziel 2

Siehe allgemeines Umweltziel.

Ziel 3

Literatur

Bodenkundliche Gesellschaft der Schweiz 1999: Physikalischer Bodenschutz, Konzept zur Umsetzung der rechtlichen Vorgaben im USG und in der VBBo. BGS Dokument Nr. 9.

INRA 2002: L'érosion hydrique des sols en France. Orléans.

Mosimann T. 2003: Erosionsgefährdung und Schutz der Böden durch die Bewirtschaftung. Monitoring 1982–2002. Hrsg.: Amt für Umweltschutz und Energie (AUE) (Hrsg.), Liestal.

Mosimann T. et al. 1991: Erosionsbekämpfung in Ackerbaugebieten, PNR 22 Boden, Liebefeld-Bern.

Prasuhn V. 2005: Phosphorbelastung der Oberflächengewässer durch Erosion. In: Schriftenreihe der FAL 57, 108–119. Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz-Tänikon ART (Hrsg.), Zürich.

Prasuhn V., Liniger H., Humli H., Friedli S. 2007: Bodenerosions-Gefährdungskarte der Schweiz. AGRARForschung 14: 120–127.

Van-Camp L. et al. 2004: Reports of the Technical Working Groups Established under the Thematic, Strategy for Soil Protection. Volume II, Erosion. Office for Official Publications of the European Communities, Luxembourg. <http://ec.europa.eu/environment/soil/pdf/vol2.pdf>.

4.3 Bodenverdichtung



In verdichteten Böden ist das Eindringen von Pflanzenwurzeln und Bodentieren deutlich erschwert.

Einführung

Das Befahren des Bodens mit schweren Bau-, Zug- oder Erntemaschinen kann zu Verdichtungen des Bodens führen. Dabei werden die grossen Bodenporen zusammengedrückt, was zu einem gestörten Gashaushalt im Boden führt. Entscheidend ist dabei aber nicht nur das Gesamtgewicht, sondern auch das Verhältnis Gewicht und (angepasste) Bereifung. Eine weitere Art der Verdichtung kann durch die Bildung von sogenannten Pflugsohlen oder Schmierschichten insbesondere bei gezogenen oder rotierenden Bodenbearbeitungsmaschinen entstehen.

Das Eindringen von Pflanzenwurzeln und Bodentieren ist in verdichteten Böden deutlich erschwert. Die Bodenfruchtbarkeit ist daher eng mit den physikalischen Eigenschaften des Bodens verbunden. Verdichtete Böden verfügen zudem über eine eingeschränkte Sickerkapazität, wodurch der Oberflächenabfluss gefördert wird. Dies

begünstigt die Bodenerosion und erhöht das Hochwasserrisiko. Da das Wasser länger auf der Oberfläche liegen bleibt, wird die Bodenbearbeitung erschwert.

Durch eine Verdichtung besonders gefährdet sind Böden mit starkem Grund- oder Stauwassereinfluss, Böden in feuchten Klimaregionen sowie Böden, die langsam abtrocknen. Schäden an der Bodenstruktur können in kürzester Zeit entstehen. Die Wiedergutmachung von Bodenschadverdichtungen durch die natürlichen Gefügebildungsvorgänge dauert Jahrzehnte und führt meist nicht zum natürlichen Ausgangszustand. Die Regeneration durch geeignete Massnahmen in der Landwirtschaft ist im Oberboden theoretisch möglich. Der Unterboden hingegen erholt sich auch durch technische Massnahmen nur sehr beschränkt von einer Verdichtung.

Beitragende Sektoren

Zur Bodenverdichtung tragen vor allem die Bau-, Forst- und Landwirtschaft bei.

Rolle der Landwirtschaft

Die Landwirtschaft als der flächenmässig grösste Landnutzer hat durch Bodenbearbeitungsverfahren, Ernteverfahren, Fruchtfolgegestaltung, Bereifung von Zugfahrzeugen sowie Erntemaschinen und anderen Maschinen und über die Wahl des Zeitpunkts, in welchem die Böden befahren werden, einen grossen Einfluss auf die Stabilität des Bodengefüges und damit auf das Ausmass der Bodenverdichtung. In ackerbaulich genutzten Böden dürfte die landwirtschaftlich verursachte Bodenverdichtung am stärksten und am weitesten verbreitet sein. In feuchteren Gebieten mit intensiver Graslandnutzung oder bei ungeeignetem Alpweidemanagement können ebenfalls Schäden am Bodengefüge auftreten.

4.3.1 Allgemeines Umweltziel

Keine Beeinträchtigung der Bodenfruchtbarkeit durch Bodenverdichtung.

Herleitung

Laut Umweltschutzgesetz (USG) soll die Fruchtbarkeit der Böden dauerhaft erhalten bleiben (Art. 1). Dies beinhaltet den Schutz vor irreversibler Bodenverdichtung (Art. 33). Damit gilt grundsätzlich das Vorsorgeprinzip. Die Verordnung über Belastungen des Bodens (VBBo) regelt Massnahmen zur Vermeidung von nachhaltiger Bodenverdichtung. Böden sollen so bewirtschaftet und Bauten und Anlagen so erstellt werden, dass eine nachhaltige Bodenverdichtung vermieden wird (Art. 6). Dieses Ziel wird erreicht, indem der Boden nur in genügend abgetrocknetem Zustand befahren wird und bodenschonende Maschinen, Geräte und Fahrzeuge eingesetzt werden.

Zurzeit enthält die Verordnung über Belastungen des Bodens keine Werte zur Beurteilung der Bodenschadverdichtung. Unter Schadverdichtung fallen diejenigen Verdichtungen, die ein ungestörtes Pflanzenwachstum beeinträchtigen. Die Bodenkundliche Gesellschaft der Schweiz hat Vorschläge zur Beurteilung von Bodenverdichtungen erarbeitet (BGS 2004). Der Richtwert für die effektive Lagerungsdichte von 1,7 Gramm pro Kubikzentimeter sollte gemäss BGS als Referenzwert gelten. Ist dieser Wert überschritten, liegt ein erstes Anzeichen dafür vor, dass die Bodenfruchtbarkeit langfristig gefährdet ist. Die BGS hat zudem Vorschläge für die Parameter «dynamischer Eindringwiderstand», «Groporenvolumen» und «gesättigte Wasserleitfähigkeit» erarbeitet.

Rechtliche Grundlagen

Bundesgesetz vom 7. Oktober 1983 über den Umweltschutz (Umweltschutzgesetz, USG), SR 814.01

Art. 33 Massnahmen gegen Bodenbelastungen

² Der Boden darf nur so weit physikalisch belastet werden, dass seine Fruchtbarkeit nicht nachhaltig beeinträchtigt wird; dies gilt nicht für die bauliche Nutzung des Bodens. Der Bundesrat kann über Massnahmen gegen physikalische Belastungen wie die Erosion oder die Verdichtung Vorschriften oder Empfehlungen erlassen.

Art. 34 Weitergehende Massnahmen bei belasteten Böden

¹ Ist die Bodenfruchtbarkeit in bestimmten Gebieten langfristig nicht mehr gewährleistet, so verschärfen die Kantone im Einvernehmen mit dem Bund die Vorschriften über Anforderungen an Abwasserversickerungen, über Emissionsbegrenzungen bei Anlagen, über die Verwendung von Stoffen und Organismen oder über physikalische Bodenbelastungen im erforderlichen Mass.

Verordnung vom 1. Juli 1998 über Belastungen des Bodens (VBBo), SR 814.12

Art. 2 Begriffe

- ¹ Boden gilt als fruchtbar, wenn:
- er eine für seinen Standort typische artenreiche, biologisch aktive Lebensgemeinschaft und typische Bodenstruktur sowie eine ungestörte Abbaufähigkeit aufweist;
 - natürliche und vom Menschen beeinflusste Pflanzen und Pflanzengesellschaften ungestört wachsen und sich entwickeln können und ihre charakteristischen Eigenschaften nicht beeinträchtigt werden;

⁴ Physikalische Bodenbelastungen sind Belastungen des Bodens durch künstliche Veränderungen der Struktur, des Aufbaus oder der Mächtigkeit des Bodens.

Art. 6 Vermeidung von Bodenverdichtung und -erosion

¹ Wer Anlagen erstellt oder den Boden bewirtschaftet, muss unter Berücksichtigung der physikalischen Eigenschaften und der Feuchtigkeit des Bodens Fahrzeuge, Maschinen und Geräte so auswählen und einsetzen, dass Verdichtungen und andere Strukturveränderungen des Bodens vermieden werden, welche die Bodenfruchtbarkeit langfristig gefährden.

Art. 8 Massnahmen der Kantone bei Überschreiten der Richtwerte (Art. 34 Abs. 1 USG)

- Sind in einem Gebiet die Richtwerte überschritten oder steigt die Bodenbelastung deutlich an, so ermitteln die Kantone die Ursachen der Belastung.
- Sie klären ab, ob die Massnahmen nach den Vorschriften des Bundes in den Bereichen Gewässerschutz, Katastrophenschutz, Luftreinhaltung, umweltgefährdende Stoffe und Organismen sowie Abfälle und physikalische Belastungen genügen, um im betroffenen Gebiet den weiteren Anstieg der Belastung zu verhindern.
- Genügen diese Massnahmen nicht, so treffen die Kantone weitergehende Massnahmen nach Artikel 34 Absatz 1 USG. Sie teilen diese vorher dem BAFU mit.
- Die Kantone führen die Massnahmen innert fünf Jahren durch, nachdem die Bodenbelastung festgestellt worden ist. Sie legen die Fristen nach der Dringlichkeit des Einzelfalls fest.

Messung der Zielerreichung

Die Gefügeeigenschaften von Böden geben Auskunft über den physikalischen Zustand des Bodens. Dazu gehören neben den von der BGS vorgeschlagenen Parametern für Richt- und Prüfwerte die Leitfähigkeit, die Wasserinfiltration, die Vernässung, der Gasaustausch, die Quellung und die Schrumpfung.

Mit der Revision der Verordnung über Belastungen des Bodens (VBBo, 1998) wurde die Überwachung physikalischer Bodenbelastungen zur gesetzlichen Aufgabe (Art. 4). Im Rahmen des Pilotprojektes «Langzeitbeobachtung von physikalischen und biologischen Bodeneigenschaften» (LAZBO) wurde die Eignung von bodenphysikalischen Untersuchungen im NABO-Referenznetz abgeklärt. Ein anerkanntes Set an normierten Messmethoden und Bewertungsparametern wird zurzeit durch die Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz-Tänikon ART erarbeitet.

Stand der Zielerreichung

Da Messungen sehr aufwendig sind, fehlen genaue und flächendeckende Angaben zum Ausmass und zur Verbreitung der Bodenverdichtung. Es muss aber davon ausgegangen werden, dass infolge der stetigen Zunahme der Gewichte von Bau-, Zug- und Erntemaschinen die Gefährdung der Böden durch Bodenverdichtung tendenziell zugenommen hat, wobei festzuhalten ist, dass die heutigen Maschinen und Geräte eine deutlich grösser dimensionierte Bereifung aufweisen. Für die Ackerböden in der Schweiz gibt es eine Risikokarte der Verdichtungsgefährdung (Weisskopf et al. 1988).

**Set an normierten Messmethoden
und Bewertungsparametern
in Bearbeitung**

**Gefahr der Bodenverdichtung
nimmt tendenziell zu**

4.3.2 Umweltziel Landwirtschaft

Vermeidung dauerhafter Verdichtungen landwirtschaftlicher Böden.

Herleitung

Die Herleitung des Umweltziels Landwirtschaft entspricht derjenigen des allgemeinen Umweltziels, wobei das Ziel auf landwirtschaftlich genutzte Böden beschränkt ist. Zusätzlich gelten für die Landwirtschaft die Bestimmungen der Direktzahlungsverordnung (DZV). Diese verlangt in Artikel 8, dass die Kulturanteile und die Fruchtfolgen so festgelegt werden, dass eine Bodenverdichtung vermieden wird.

Rechtliche Grundlagen

Zusätzlich zu den rechtlichen Grundlagen für das allgemeine Umweltziel ist folgende rechtliche Grundlage von Bedeutung.

Verordnung über die Direktzahlungen an die Landwirtschaft, Direktzahlungsverordnung (DZV), SR 910.13

Art. 8 Geregelter Fruchtfolge

² Die Kulturanteile und die Fruchtfolgen sind so anzulegen, dass Erosion, Bodenverdichtung und Bodenschwund sowie Versickerung und Abschwemmung von Düngern und von Pflanzenschutzmitteln möglichst vermieden werden.

Messung der Zielerreichung

Es gelten die gleichen Messgrößen wie beim allgemeinen Umweltziel. Durch leicht erfassbare Parameter aus dem Boden (z. B. die maximale Auflockerungstiefe, die Bodentextur durch Fühlprobe, die Oberbodenfestigkeit durch den Schraubenziehertest) und aus der Belastung (die Bereifungs- und Raupendimension, die Reifen-/Raupenlast und der Reifeninnendruck) lässt sich die Gefahr von gravierenden Verdichtungen von Fall zu Fall schnell und schlüssig überprüfen. Für die Entscheidungsfindung bei der Konzeption, der Ausrüstung und dem Einsatz von Grossmaschinen und -geräten für den Ackerbau steht eine praxistaugliche Excel-Anwendung zur Verfügung (TASC; Diserens et al. 2005). Die technischen Angaben zur Bereifung können von über 1000 gespeicherten Reifentypen aus der Forst- und Landwirtschaft ausgewählt und übernommen werden. Damit lassen sich Schadverdichtungen vorsorglich vermeiden.

Stand der Zielerreichung

Siehe allgemeines Umweltziel.

Literatur

BGS/SSP 2004: Definition und Erfassung von Bodenschadverdichtungen – Positionspapier des BGS-Plattform Bodenschutz, Dokument 13, Landwirtschaftliche Lehrmittelzentrale Zollikofen.

Diserens E., Spiess E., Steinmann G. 2005: TASC – Eine PC-Anwendung zur Prävention von Schadverdichtungen in der Praxis. *AGRAFF* Forschung 12: 22–27.

Weisskopf P. et al. 1988: Die Verdichtungsgefährdung schweizerischer Ackerböden. Bericht 20 des Nationalen Forschungsprogrammes «Boden»; Liebefeld-Bern.

> Anhang

Anhang 1

A. Ziel- und Leitarten FAUNA	
Säugetiere	173
Vögel	173
Reptilien	174
Amphibien	175
Käfer	175
Hautflügler (Bienen, Wespen usw.)	176
Schmetterlinge	179
Netzflügler	183
Libellen	183
Geradflügler (Heuschrecken, Grillen usw.)	183
Weichtiere	185

B. Ziel- und Leitarten FLORA	
Farn- und Blütenpflanzen	186
Moose	208
Epiphytische Flechten	211
Bodenflechten	212
Pilze	213

Anhang 2

Lebensräume	220
--------------------	------------

Taxon	Zielart UZL			Regionen							ökologischer Ausgleich (öaF)										nicht öaF				Produktionsflächen																										
	Priorität Umsetzung Zielarten	Leitart UZL	Qualitätsstufe	Nationaler Prioritäts-index	Rote Liste	Jura	Mittelland West	Mittelland Ost	Nordalpen	Westliche Zentralalpen	Östliche Zentralalpen	Südalpen	Extensive Wiesen feucht	Extensive Wiesen normal	Extensive Wiesen trocken	Extensive Weiden feucht	Extensive Weiden normal	Extensive Weiden trocken	Waldweiden	Kastanienwälder	Wenig intensive Wiesen	Streuwiesen	Ackerschotterstreifen	Bunt-, Rotationsbrachen	Hochstamm-Feldobstbäume	Einzelbäume, Alleen	Hecken, Feld- und Ufergehölz	Wasserröhrlach, Tümpel	Ruderaltflächen, Steinmauern	Trockenmauern	Artenreiche Rebflächen	Säume auf Ackerfläche	Unbelegter, natürlicher Weg	Waldrand, Saumvegetation	Hochmoore	Hochstauden, Röhricht	temporäre Gewässer	Ackerfläche (Produktionsfläche)	Wiesen (Produktionsfläche)	Rebbau (Produktionsfläche)	Weiden (Produktionsfläche)	Obstbaukulturen									
																																											Umsetzung 1: hoch prioritär 2: mittel prior. 3: wenig prior.	Qualitätsstufe 1: gering 2: mittel 3: hoch	x (oder Zahl): Art in der Region vorhanden (x): Angabe unsicher 1-3: Qualitätsstufe für die betr. Region	x: Art kommt in den betreffenden Lebensräumen vor					
<i>Silene viscaria</i>	x	2	NT			2	2					x	x																																						
<i>Sisymbrium austriacum</i>	x	2	NT			2	2																x				x		x																						
<i>Sisymbrium officinale</i>	x	1	LC			1	1																x				x		x																						
<i>Sisymbrium strictissimum</i>	x	3	4 VU							3								x								x	x																								
<i>Solanum luteum s.l.</i>	x	3	4 VU								3												x				x		x																						
<i>Spergula arvensis</i>	x	3	4 VU			3	3	3	3	3	3	3												x			x		x																						
<i>Spiranthes spiralis</i>	x	3	NT			3	3	3	3		3	3	x	x	x		x																																		
<i>Stachys annua</i>	x	2	4 VU			2	2	2	2	2	2	2											x				x		x																						
<i>Stachys arvensis</i>	x	3	4 EN			3																					x		x																						
<i>Stachys officinalis s.str.</i>	x	1	LC			1	1	1	1	1	1	1	x		x							x																													
<i>Stachys palustris</i>	x	2	NT			2	2	2	2	2	2	2	x		x								x																												
<i>Stachys pradica</i>	x	3	NT					3	3				x	x		x	x																																		
<i>Stachys recta s.str.</i>	x	1	LC			1	1	1	1	1	1	1		x																																					
<i>Stemmacantha rhapontica s.str.</i>	x	3	3 NT					3	3	3	3																																								
<i>Stipa capillata</i>	x	3	LC					3	3																																										
<i>Stipa eriocalis subsp. austriaca</i>	x	3	LC						3	3																																									
<i>Succisa pratensis</i>	x	1	LC			1	1	1	1	1	1	1	x		x																																				
<i>Swertia perennis</i>	x	2-3	NT			3	3	3	2				x		x																																				
<i>Symphytum bulbosum</i>	x	3	4 VU								3																x																								
<i>Symphytum officinale</i>	x	1	LC			1	1	1	1	1	1	1															x	x																							
<i>Symphytum tuberosum</i>	x	2	NT								2																																								
<i>Tanacetum vulgare</i>	x	1	LC			1	1	1	1	1	1	1																																							
<i>Teucrium chamaedrys</i>	x	1	LC			1	1	1	1	1	1	1			x		x																																		
<i>Teucrium scorodonia</i>	x	1	LC			1	1	1	1																																										
<i>Thalictrum flavum</i>	x	3	4 VU			3	3	3	3	3	3	3	x		x													x																							
<i>Thalictrum foetidum</i>	x	1	LC			1	1	1	1	1	1	1																																							
<i>Thalictrum minus s.l.</i>	x	1				1	1	1	1	1	1	1																																							
<i>Thesium alpinum</i>	x	1	LC					1	1	1	1		x	x		x	x																																		
<i>Thesium linophyllum</i>	x	3	4 VU							3	3				x		x																																		
<i>Thesium pyrenaicum</i>	x	1	LC			1		1	1	1	1				x		x																																		
<i>Thlaspi caerulescens</i>	x	2	LC			2		2					x		x		x																																		
<i>Thymus pulegioides s.str.</i>	x	1	LC			1	1								x		x																																		
<i>Tofieldia calyculata</i>	x	1-2	LC			2	2	2	1	1	1	1	x		x																																				

A2 Lebensräume

1. Typen ökologischer Ausgleichsflächen gemäss DZV

Extensiv genutzte Wiesen, Streueflächen, Weiden und Waldweiden mit Qualität gemäss ÖQV

Rebflächen mit Qualität gemäss ÖQV

Buntbrachen, Rotationsbrachen

Ackerschonstreifen und -säume

Hochstamm-Feldobstbäume, Einzelbäume, Alleen

Hecken- Feld- und Ufergehölze

Wassergräben, Tümpel, Teiche

Ruderalflächen, Steinhäufen, -wälle, Trockenmauern

2. Lebensraumtypen gemäss Lebensraumtypologie (Delarze et al. 2008)

Ufer und Feuchtgebiete

Calthion*	Sumpfdotterblumenwiese
Cardamino-Montion*	Kalkarme Quellflur
Caricion davallianae*	Kalkreiches Kleinseggenried
Caricion fuscae*	Kalkarmes Kleinseggenried
Caricion lasiocarpae*	Übergangsmoor
Cratoneurion*	Kalkreiche Quellflur
Filipendulion*	Spierstaudenflur
Glycerio-Sparganoion*	Bach-Röhricht
Magnocaricion*	Grossseggenried
Molinion*	Pfeifengraswiese
Phalaridion*	Landschilf-Röhricht

Wiesen und Weiden

Arrhenatherion (artenreich)	Fromentalwiese
Caricion ferrugineae*	Rostseggenhalde
Cirsio-Brachypodion*	Kontinent. Halbtrockenrasen
Diplachnion*	Insubrische Trockenrasen
Elyinion*	Nacktriedrasen
Festucion variae	Buntschwingelhalde
Mesobromion*	Mitteleuropäischer Halbtrockenrasen
Nardion (artenreiche Varianten)	Borstgrasrasen
Poion alpinae (artenreiche Varianten)	Milchkrautweide
Seslerion	Blaugrashalde
Stipo-Poion*	Inneralpine Felsensteppe
Xerobromion*	Mitteleuropäischer Trockenrasen

Krautsäume, Gebüsche und Heiden

Aegopodion / Alliarion*	Nährstoffreicher mesophiler Krautsaum
Berberidion*	Trockenwarme Gebüsche
Calluno-Genistion*	Subatlantische Zwergstrauchheide
Convolvulion	Feuchter Krautsaum der Tieflagen
Ericion (carneae)*	Subalpine Heide auf Kalkboden
Geranion sanguinei*	Trockenwarmer Krautsaum
Juniperion nanae*	Trockene subalpine Zwergstrauchheide
Juniperion sabiniae*	Kontinentale Zwergstrauchheide
Loiseleurio-Vaccinon*	Arktisch-alpine Zwergstrauchheide
Pruno-Rubion	Schlehen-Brombeergebüsche
Rhododendro-Vaccinon*	Mesophile subalpine Zwergstrauchheide
Trifolion medii	Mesophiler Krautsaum

Ruderal-, Pionier- und Ackerbegleitfluren

Agropyro-Rumicion*	Feuchte Trittflur
Arction	Lägergesellschaft der Tieflagen
Bidention*	Nährstoffreiche Schlammflur
Caucalidion	Ackerbegleitvegetation kalkreicher Böden
Convolvulo-Agropyron	Ruderaler Halbtrockenrasen
Chenopodion rubri*	Begleitvegetation der Hackkulturen basenarmer Böden
Nanocyperion*	Zwergbinsen-Pionierrasen
Onopordion*	Wärmeliebende Ruderalgesellschaft
Sisymbion	Einjährige Ruderalgesellschaft

Abkürzungen:

NHV = Natur- und Heimatschutzverordnung

ÖQV = Öko-Qualitätsverordnung

DZV = Direktzahlungsverordnung