

> Forschungskonzept Umwelt für die Jahre 2017–2020

Schwerpunkte, Forschungsbereiche und prioritäre Forschungsthemen



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Bundesamt für Umwelt BAFU

> Forschungskonzept Umwelt für die Jahre 2017–2020

Schwerpunkte, Forschungsbereiche und prioritäre Forschungsthemen

Impressum

Herausgeber

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

Autoren

Marie-Laure Pesch, Olivier Jacquat, Daniel Zürcher (BAFU)

Begleitung

Beratendes Organ für Umweltforschung (OFU)
in Zusammenarbeit mit den Abteilungen des BAFU

Zitierung

BAFU (Hrsg.) 2016: Forschungskonzept Umwelt für die Jahre 2017–2020.
Schwerpunkte, Forschungsbereiche und prioritäre Forschungsthemen.
Bundesamt für Umwelt, Bern. Umwelt-Wissen Nr. 1609: 70 S.

Gestaltung

Magma – die Markengestalter, Bern

Titelfoto

Ein Bergführer befestigt am 28.09.2014 Abdeckvlies über der Eisgrotte auf
dem Rhonegletscher in Obergoms. Foto: Markus Forte/Ex-Press/BAFU

Ausklappbare Infografik

Panorama der Umweltforschung 2017–2020.
© Marie Veya Jacquat, Bern

PDF-Download

www.bafu.admin.ch/uw-1609-d

Diese Publikation ist auch in französischer Sprache verfügbar.

> Inhalt

Abstracts	5	Umgang mit Naturgefahren und technischen Risiken (Störfällen)	40
Vorwort	7	3.2 Bereichsübergreifende Forschungsthemen	41
Zusammenfassung	8		
1 Einleitung	9	4 Finanzierung 2017–2020	43
1.1 Die Ressortforschung	9	4.1 Folgen der Umsetzung der Sparmassnahmen im Rahmen von KAP 2014	43
1.2 Forschungskonzept Umwelt	9	4.2 Finanzierung der Ressortforschung des BAFU 2017–2020	43
2 Überblick Politikbereich Umwelt	10		
2.1 Strategische Ausrichtung des Politikbereichs Umwelt	10	5 Akteure und Schnittstellen	45
2.2 Gesetzlicher Auftrag als Grundlage für die Umweltforschung des BAFU	11	5.1 Beschreibung der wichtigsten Akteure im Hochschul- und Fachhochschulbereich	45
2.3 Die Umweltforschung des BAFU	11	5.2 Schnittstellen zum Schweizerischen Nationalfonds	46
2.4 Rückblick auf das Forschungskonzept Umwelt der Periode 2013–2016	12	5.3 Schnittstellen zur Kommission für Technologie und Innovation	47
2.5 Finanzierung der schweizerischen Umweltforschung	13	5.4 Schnittstellen zu den Akademien der Wissenschaft	47
2.6 Herausforderungen und Handlungsbedarf für Politik und Forschung	16	5.5 Schnittstellen zu anderen Bundesämtern	47
		5.6 Internationale Zusammenarbeit	48
3 Schwerpunkte, Forschungsbereiche und prioritäre Forschungsthemen 2017–2020	18		
3.1 Übersicht über die Schwerpunkte und Forschungsbereiche	18	6 Organisation und Qualitätssicherung	52
3.2 Forschungsbereiche und prioritäre Forschungsthemen des BAFU für die Periode 2017–2020	18	6.1 Interne Organisation	52
Grüne Wirtschaft	20	6.2 Beratung durch das wissenschaftliche Begleitorgan OFU	52
Umweltkommunikation	21	6.3 Qualitätssicherung	53
Umweltbildung	22		
Internationales	23	Anhang	54
Umweltbeobachtung	24	A1 Forschung der Bundesverwaltung: allgemeine Informationen	
Umweltrecht	25	A1-1 Definition	54
Umwelttechnologie	26	A1-2 Gesetzlicher Auftrag	54
Lärmbekämpfung und Ruheschutz	27	A1-3 Koordination der Forschung der Bundesverwaltung	55
Schutz vor nichtionisierender Strahlung (NIS)	28	A1-4 Übergeordnete Ziele in der Periode 2017–2020	57
Altlasten	29		
Luft	30	A2 Umweltrelevante KTI-Projekte 2012	57
Boden	31	A3 Mitglieder des Beratenden Organs für Umweltforschung OFU	59
Wasser	32		
Biodiversität	33	Literatur	60
Landschaft	34		
Wald und Holz	35	Verzeichnisse	61
Abfall- und Rohstoffmanagement	36		
Chemikaliensicherheit	37		
Biosicherheit	38		
Eindämmung und Bewältigung Klimawandel	39		

> Abstracts

Environmental research provides an important basis for effective and efficient environmental and resource policy and contributes to the early identification of environmental problems and the development of environmental and resource-efficient technologies. The FOEN's environmental research focuses on application-oriented research, providing results needed by policymakers and the administration to fulfil their tasks. The Master Plan for Environmental Research 2017–2020 sets out the FOEN's four research priorities and 21 areas of research and provides an overview of the specific research needs in each area of research. It also gives an overview of the multi-sectoral research topics within the office and the interactions between environmental policy research and the tasks of other institutions and federal agencies.

Umweltforschung bildet eine wichtige Basis für eine wirksame und effiziente Umwelt- und Ressourcenpolitik und leistet einen Beitrag bei der Früherkennung von Umweltproblemen sowie bei der Entwicklung von umwelt- und ressourcenschonenden Technologien. Die Umweltforschung des BAFU konzentriert sich auf die praxisnahe Forschung, deren Ergebnisse von Politik und Verwaltung direkt für die Erfüllung ihrer Aufgaben benötigt werden. Das Forschungskonzept Umwelt 2017–2020 zeigt die vier Forschungsschwerpunkte und die 21 Forschungsbereiche des BAFU auf und gibt einen Überblick über den konkreten Forschungsbedarf in den einzelnen Forschungsbereichen. Zudem vermittelt es einen Überblick über bereichsübergreifende Forschungsfragen innerhalb des Amtes sowie über die Schnittstellen zwischen der Forschung im Politikbereich Umwelt und Aufgaben anderer Institutionen und Bundesstellen.

La recherche environnementale est essentielle pour garantir l'efficacité et l'efficience de la politique de l'environnement et des ressources. Elle contribue à identifier précocement les problèmes environnementaux, ainsi qu'à développer des technologies innovantes pour préserver l'environnement et les ressources. L'Office fédéral de l'environnement (OFEV) concentre ses travaux sur des recherches à caractère pratique dont les résultats sont directement exploitables par les responsables politiques et l'administration dans l'accomplissement de leurs tâches. Le plan directeur de recherche Environnement 2017–2020 présente les quatre axes prioritaires et les 21 domaines de recherche de l'OFEV, avec un aperçu des besoins concrets de chaque domaine. Il donne une vue d'ensemble des problématiques scientifiques transversales au sein de l'office, ainsi que des interactions entre la recherche dans le domaine des politiques environnementales et les tâches d'autres institutions et services fédéraux.

Keywords:

environmental research, strategic priorities, areas of research, research needs, research of the Federal Administration

Stichwörter:

Umweltforschung, Schwerpunkte, Forschungsbereiche, Forschungsbedarf, Ressortforschung

Mots-clés :

recherche environnementales, axes prioritaires, domaines de recherche, besoins de recherche, recherche de l'administration fédérale

La ricerca nel settore ambientale costituisce una base importante per un'incisiva ed efficiente politica ambientale e di gestione delle risorse, contribuisce a riconoscere tempestivamente i problemi ambientali come pure a sviluppare tecnologie volte a preservare l'ambiente e le risorse. La ricerca nel settore ambientale dell'UFAM si focalizza sulla ricerca applicata e i relativi risultati vengono utilizzati dalla politica e dall'amministrazione direttamente nel quadro dell'adempimento dei rispettivi compiti. Il Piano direttore di ricerca Ambiente 2017–2020 illustra le quattro priorità e i 21 campi di ricerca dell'UFAM e fornisce una panoramica dell'esigenza concreta di ricerca nei singoli campi. Inoltre, offre una vista d'insieme su questioni intersetoriali concernenti la ricerca effettuata dall'Ufficio nonché sui punti di convergenza tra la ricerca nell'ambito della politica settoriale nel settore ambientale e i compiti di altre istituzioni e servizi federali.

Parole chiave:

ricerca ambientale, priorità, campi di ricerca, esigenza di ricerca, ricerca dell'Amministrazione federale

> Vorwort

Die schweizerische Umwelt- und Ressourcenpolitik trägt dazu bei, die natürlichen Ressourcen langfristig zu erhalten und nachhaltig zu nutzen, die Umwelt und die Gesundheit der Menschen vor übermässigen schädlichen Belastungen zu bewahren und die Menschen und erhebliche Sachwerte vor Naturgefahren zu schützen. Um diese vielfältigen Aufgaben zu erfüllen und zukünftige Herausforderungen zu bewältigen, benötigen Politik und Verwaltung Antworten auf komplexe Fragestellungen, sei es im Bereich der Reduktion des Ressourcenverbrauchs, bei der Eindämmung des Klimawandels oder der Erhaltung der Biodiversität. Die anwendungsorientierte und praxisnahe Forschung leistet hierzu einen wesentlichen Beitrag. Zudem liefert sie wichtige Grundlagen über den Zustand und die Entwicklung der Umwelt und der natürlichen Ressourcen für den Bundesratsbericht Umwelt Schweiz 2018 sowie die Umsetzung der nachhaltigen Entwicklungsziele (Agenda 2030), soweit sie umweltrelevant sind.

Das vorliegende Forschungskonzept Umwelt zeigt die prioritären Forschungsthemen der Ressortforschung des Bundesamts für Umwelt (BAFU) für die Jahre 2017–2020 auf. Die Schwerpunkte liegen beim Handeln für die Erhaltung und Gestaltung einer intakten Umwelt, dem Immissionsschutz, dem Schutz und der nachhaltigen Nutzung von Ressourcen und Ökosystemen sowie der Bewältigung des Klimawandels und der Gefahrenprävention. Gestärkt werden in Zukunft die Querschnittsthemen, mit den zwei neuen Forschungsbereichen Umweltkommunikation und Internationales.

Die Entwicklung von sektorspezifischen Massnahmen und Methoden sind alleine nicht mehr ausreichend. Viele Umweltprobleme können nur mit bereichsübergreifenden Ansätzen gelöst werden. Es stellen sich deshalb zusehends mehr themenübergreifende und integrative Forschungsfragen. Welche Auswirkungen zeigen Umweltmassnahmen über die gesamte Wirkungskette? Wie können Massnahmen formuliert werden, die gleichzeitig mehreren Zielen dienen? Wie können unterschiedliche Zielgruppen bezüglich Umweltthemen informiert und sensibilisiert werden? Welche gesundheitlichen Effekte und ökotoxikologischen Auswirkungen entstehen durch die gleichzeitige Exposition von mehreren Belastungen wie beispielweise hormonaktive Stoffe, Luftschadstoffe, Lärm, nichtionisierende Strahlung? Mit dem Forschungskonzept Umwelt 2017–2020 möchte das BAFU Impulse geben, um in Zukunft vermehrt integrative Forschungsfragen anzugehen und hierfür insbesondere den europäischen Forschungsraum nutzen.

Das BAFU dankt allen, die zu diesem Forschungskonzept beigetragen haben. Spezieller Dank gebührt den Mitgliedern des beratenden Organs für Umweltforschung OFU, die die Forschungstätigkeiten des BAFU als externe Expertinnen und Experten begleiten und das BAFU bei der Erarbeitung des Forschungskonzepts mit grossem Engagement unterstützt haben.

Karine Siegwart
Vizedirektorin
Bundesamt für Umwelt

> Zusammenfassung

Die schweizerische Umweltforschung bildet eine wichtige Basis für eine wirksame und effiziente Umwelt- und Ressourcenpolitik. Sie liefert der Politik und der Verwaltung die Grundlagen für die Ausgestaltung geeigneter Massnahmen, um die Umwelt vor Belastungen zu schützen und die natürlichen Ressourcen wie Wasser, Boden, Luft, Biodiversität oder Wald sowie seltene Rohstoffe langfristig zu erhalten. Eine weitere wichtige Aufgabe der Umweltforschung besteht in der Früherkennung von neuen Umweltproblemen, der Entwicklung von umwelt- und ressourcenschonenden Technologien und Prozessen und in der Beurteilung von Chancen und Risiken von neuen Technologien. Die schweizerische Umweltforschung liefert wertvolle Resultate zu relevanten und dringenden Fragen und gehört in verschiedenen Gebieten auch international zur Spitzenkasse.

Die Forschungslandschaft im Umweltbereich ist breit gefächert und entwickelt sich ständig weiter. Ihre Tätigkeiten decken ein grosses Spektrum an Themen aus Natur-, Ingenieur-, Human- und Wirtschaftswissenschaften ab. Um einen umfassenden und aktuellen Überblick über die schweizerische Umweltforschung zu gewährleisten und die Koordination zu erleichtern, betreibt das Bundesamt für Umwelt (BAFU) eine öffentlich zugängliche Datenbank, in der gegenwärtig über 1000 Forschungsgruppen von öffentlichen und privaten Institutionen erfasst sind.

Die Umweltforschung des BAFU konzentriert sich auf die praxisnahe Forschung, deren Ergebnisse von Politik und Verwaltung direkt für die Erfüllung ihrer Aufgaben benötigt werden, z. B. für den Vollzug der gesetzlichen Grundlagen oder zur Erfüllung von Aufträgen aus dem Parlament. Die Umweltforschung des BAFU muss sowohl die Grundlagen für die langfristige Bewältigung von Herausforderungen im Umweltbereich bereitstellen als auch kurzfristig Lösungsmöglichkeiten für aktuelle und dringende Probleme aufzeigen. Das Forschungskonzept Umwelt 2017–2020 ermöglicht, dass auch in Zukunft die nötigen Grundlagen für die schweizerische Umwelt- und Ressourcenpolitik zur Verfügung stehen. Als Leitlinie dienen die in den Schwerpunkten I–IV formulierten strategischen Ziele:

- I. Handeln für die Erhaltung und Gestaltung einer intakten Umwelt
- II. Immissionsschutz
- III. Schutz und nachhaltige Nutzung von Ressourcen und Ökosystemen
- IV. Bewältigung Klimawandel und Gefahrenprävention

Unter diesen Schwerpunkten werden die 21 aktuellen Forschungsbereiche des BAFU aufgeführt. Das vorliegende Forschungskonzept Umwelt gibt einen Überblick über den konkreten Forschungsbedarf in den einzelnen Forschungsbereichen und bildet damit die Grundlage für die Finanzplanung und die jährliche Zuteilung der Finanzmittel der Umweltforschung des BAFU.

Die meisten Forschungsbereiche weisen thematische Überschneidungen zu weiteren Schwerpunkten auf. Das aktuelle Forschungskonzept erläutert bereichsübergreifende Forschungsfragen innerhalb des Amtes. Viele Forschungsfragen weisen zudem Überschneidungen zu den Kompetenzbereichen anderer Bundesämter auf, z. B. in den Bereichen Energie, Mobilität, Landwirtschaft, Gesundheit oder Entwicklungszusammenarbeit. Zielkonflikte zwischen Umweltthemen und den Aufgaben anderer Bundesstellen erfordern eine sorgfältige Güterabwägung auf der Basis von aktuellen Forschungsresultaten, die alle Problemdimensionen berücksichtigen. Das Forschungskonzept gibt einen Überblick über die Schnittstellen zu den Aufgaben und Themen anderer Institutionen und Bundesstellen und identifiziert Querschnittsthemen, die in Zusammenarbeit mit den weiteren Akteuren bearbeitet werden sollen.

1 > Einleitung

1.1 Die Ressortforschung

Die Forschung der Bundesverwaltung wird als Ressortforschung bezeichnet. Es handelt sich dabei um Forschung, deren Ergebnisse von der Bundesverwaltung bzw. der Bundespolitik für die Erfüllung ihrer Aufgaben benötigt werden, oder die sie initiiert, weil sie im öffentlichen Interesse liegt. Mittels der Ressortforschung werden beispielsweise wissenschaftliche Grundlagen für die Politikentwicklung und -ausgestaltung in den verschiedenen Politikbereichen, für Vollzugsarbeiten im Rahmen der gesetzlichen Vorgaben oder für die Beantwortung und Umsetzung von parlamentarischen Vorstößen verfügbar gemacht. Die Forschung der Bundesverwaltung kann alle Ausprägungen von wissenschaftlicher Forschung, von der Grundlagenforschung über die anwendungsorientierte Forschung, Synthesen bis hin zur Entwicklung – z. B. im Bereich von technischen Pilot- und Demonstrationsanlagen – umfassen. Die Ressortforschung richtet sich nach klaren gesetzlichen Grundlagen. Einerseits ist das Forschungs- und Innovationsförderungsgesetz (FIFG) mit der Totalrevision vom 14. November 2012 als Rahmengesetz für die Ressortforschung ausgestaltet worden. Andererseits ist die Forschung der Bundesverwaltung auf spezialgesetzliche Bestimmungen und die zugehörigen Verordnungen abgestützt (siehe Kapitel 2.2). Zudem setzen Verpflichtungen aus internationalen Vereinbarungen Ressortforschung voraus. Die Forschung der Bundesverwaltung nimmt daher auch eine wichtige Rolle auf der internationalen Ebene ein.

1.2 Forschungskonzept Umwelt

Die schweizerische Umweltforschung bildet eine wichtige Basis für eine wirksame und effiziente Umwelt- und Resourcenpolitik. Sie liefert die Ergebnisse und Grundlagen, die Politik und Verwaltung für die Festlegung der Ziele und Massnahmen im Umweltbereich sowie zur Überprüfung der Wirksamkeit der getroffenen Massnahmen benötigen. Eine weitere wichtige Aufgabe der Umweltforschung besteht in der Früherkennung von neuen Umweltproblemen, der Entwicklung von umwelt- und ressourcenschonenden Technologien und Prozessen und in der Beurteilung von Chancen und Risiken von neuen Technologien.

Die schweizerische Umweltforschung bearbeitet ein breites Spektrum an Themen, liefert wertvolle Resultate zu relevanten und dringenden Fragen und gehört in verschiedenen Gebieten auch international zur Spitzenklasse.

Das vorliegende Forschungskonzept Umwelt 2017–2020 fokussiert auf den Forschungsbedarf des Bundesamtes für Umwelt (BAFU). Es soll sicherstellen, dass auch in Zukunft die nötigen Grundlagen für die schweizerische Umwelt- und Ressourcenpolitik zur Verfügung stehen. Dazu wurde der Forschungsbedarf in sämtlichen Fachbereichen des BAFU analysiert und die prioritären Forschungsfragen, die in der Periode 2017–2020 bearbeitet werden sollen, definiert. Diese Analyse liefert die Grundlage für die Finanzplanung und die Zuteilung der Finanzmittel der Ressortforschung des BAFU. Das Forschungskonzept dient als Planungsinstrument für die Fachabteilungen des BAFU und erleichtert die konkrete Umsetzung und Überprüfung der Zielerreichung der Forschungsaktivitäten. Daneben beinhaltet das Forschungskonzept 2017–2020 einen Rückblick auf die Forschungsaktivitäten der Jahre 2013–2016 und legt Rechenschaft ab über die Verwendung der Forschungsmittel in dieser Periode.

2 > Überblick Politikbereich Umwelt

2.1 Strategische Ausrichtung des Politikbereichs Umwelt

Ressourcen langfristig erhalten

Die natürlichen Ressourcen sind begrenzt. Viele sind bereits heute übernutzt und ihre Nutzung nimmt weiter zu. Die Umweltpolitik der Schweiz hat den Auftrag, mit geeigneten Massnahmen dafür zu sorgen, dass die Umwelt vor Belastungen geschützt wird. Die natürlichen Ressourcen wie Boden, Wasser, Luft, Wald oder Biodiversität sowie seltene Rohstoffe und Umweltleistungen sollen langfristig erhalten bleiben und auch künftigen Generationen zur Verfügung stehen.

Die heutige Lebensweise in Industriestaaten und Schwellenländern führt zu einer Übernutzung der natürlichen Ressourcen und ist nicht nachhaltig. Würden alle Menschen auf so grossem Fuss leben wie derzeit die Schweizer Bevölkerung, wären 3,1 Erden nötig (Global Footprint Network 2015). International und auch in der Schweiz ist die Einsicht gereift, dass eine ressourcenschonende Konsum- und Wirtschaftsweise künftig der einzige gangbare Weg sein wird, um die Ressourcen effizienter zu nutzen und das Naturkapital nachhaltig zu erhalten.

Grundlagen der Umwelt- und Ressourcenpolitik

In der Verfassung sowie in 11 Gesetzen und 72 Verordnungen sind die Grundlagen der schweizerischen Umweltpolitik festgelegt, für deren Umsetzung auf Bundesebene das BAFU verantwortlich ist. Das BAFU leistet seinen Beitrag zur Umwelt- und Ressourcenpolitik in vier zentralen Bereichen und trägt dazu bei

- > die natürlichen Ressourcen (Boden, Wasser, Luft, Wald, Klima, biologische und landschaftliche Vielfalt) langfristig zu erhalten und nachhaltig zu nutzen;
- > die Umwelt und die Gesundheit der Menschen vor übermässigen Belastungen durch Lärm, schädliche Organismen und Stoffe, nichtionisierende Strahlung, Abfälle, Altlasten und Störfälle zu bewahren;
- > die Menschen und erhebliche Sachwerte vor Naturgefahren zu schützen;
- > die internationale Umweltpolitik der Schweiz umzusetzen.

Die thematischen Schwerpunkte des BAFU

Die aktuellen Schwerpunkte für seine Arbeit setzt das BAFU bei den folgenden vier Themen:

> *Ressourcenschonende Wirtschaft stärken:* Die Umwelt soll mit effizienten Technologien, Prozessen und Produkten entlastet und die Leistungsfähigkeit der Wirtschaft gleichzeitig gestärkt werden. Der Verbrauch natürlicher Ressourcen soll auf ein nachhaltiges Mass gesenkt werden. Im Auftrag des Bundesrates setzt das BAFU verschiedene Massnahmen des Aktionsplans Grüne Wirtschaft um – mit dem Ziel, die Schweizer Wirtschaft ressourcenschonender und -effizienter zu gestalten, z. B. über die Förderung des nachhaltigen Konsums und der Kreislaufwirtschaft.

> *Klimawandel begrenzen und bewältigen:* Der weltweite Temperaturanstieg bedroht Ökosysteme, Gesellschaft und Wirtschaft und erfordert entschlossenes Handeln. Es gilt, den Ausstoss von Treibhausgasen weiter zu reduzieren. Zudem muss sich die Schweiz als exponiertes Alpenland an den eintretenden Klimawandel anpassen. Die Schweiz hat sich zum Ziel gesetzt, ihre Emissionen von Treibhausgasen zu vermindern: bis ins Jahr 2020 um 20 Prozent gegenüber 1990; beziehungsweise um 30 Prozent, falls andere Staaten mitziehen. Aus der CO₂-Lenkungsabgabe werden jährlich ein Drittel der Erträge (max. 300 Millionen Franken) für Gebäudesanierungen verwendet, rund zwei Drittel fließen an Bevölkerung und Wirtschaft zurück. Der Bund erstellte zudem eine Anpassungsstrategie, die in einem Aktionsplan die wichtigsten Massnahmen aufzeigt. International setzt sich die Schweiz für den Anschluss an das europäische Emissionshandelsystem und für eine verursachergerechte Finanzierung von Anpassungsmassnahmen in den Entwicklungsländern ein. Zudem engagierte sie sich für ein rechtlich verbindliches Abkommen, nach dem alle Staaten Massnahmen zur Reduktion der Treibhausgase eingehen.

> *Biodiversität erhalten:* Die Biodiversität – verstanden als natürliche Vielfalt der Gene, Arten und Ökosysteme – ist eine unverzichtbare Lebensgrundlage und erbringt wichtige Leistungen für Gesellschaft und Wirtschaft, sogenannte Ökosystemleistungen. Ihre Leistungen umfassen fruchtbaren Boden, Schutz vor Erdrutschen, Bestäubung von Nutzpflanzen durch Insekten, Schutz der Agrarkulturen durch Nützlinge oder auch als Lieferant von

Rohstoffen für die Herstellung von Arzneimitteln. Die Schweiz hat sich international verpflichtet, Massnahmen umzusetzen, um den Biodiversitätsverlust zu stoppen.

Auf der Basis der vom Bundesrat verabschiedeten Strategie Biodiversität Schweiz erarbeitet das BAFU zurzeit zusammen mit den Akteuren der Zivilgesellschaft einen Aktionsplan. Ziel ist es, eine reichhaltige und gegenüber Veränderungen resiliente Biodiversität mitsamt ihren Leistungen langfristig zu erhalten.

> *Vollzug und Umweltbeobachtung stärken:* Die Schweiz hat in vielen Bereichen eine fortschrittliche Umweltgesetzgebung. Hier wird in Zukunft weniger die Gesetzgebung als vielmehr ihre optimale Umsetzung im Vordergrund stehen. Das BAFU will die bestehenden Instrumente des Vollzugs stärken und, wenn nötig, Lücken schliessen sowie die Kantone bei ihrer Vollzugsarbeit unterstützen und die Aufsicht stärken.

Die Umweltbeobachtung liefert Daten über den Zustand und die zeitliche Entwicklung der Umwelt. Die Wirkung von bisher getroffenen Massnahmen lässt sich anhand von langjährigen Aufzeichnungen und Messreihen beurteilen. Je umfassender und zuverlässiger die Informationen sind, desto wirkungsvoller können die Umweltpolitik und die notwendigen Massnahmen und Vorschriften zur Sicherung der natürlichen Lebensgrundlagen gestaltet werden.

2.2 Gesetzlicher Auftrag als Grundlage für die Umweltforschung des BAFU

Für den Bereich der Umweltforschung erteilt das Bundesgesetz über den Umweltschutz (USG, Art. 49, Abs. 2 und 3, SR 814.01) einen besonderen Auftrag. Darüber hinaus werden den Bundesstellen in weiteren Gesetzen und Verordnungen spezifische Forschungsaufgaben übertragen, so im Chemikaliengesetz (ChemG, Art. 37, SR 813.1), im Gentechnikgesetz (GTG, Art. 26, SR 814.91), im Gewässerschutzgesetz (GschG, Art. 50 und 57, SR 814.20), im Jagdgesetz (JSG, Art. 14, SR 922.0), im Fischereigesetz (BGF, Art. 12, SR 923.0), im Bundesgesetz über die Lärmsanierung der Eisenbahnen (BGLE, Art. 10a, SR 742.144), im Natur- und Heimatschutzgesetz (NHG, Art. 14a und Art. 23l, SR 451), im Waldgesetz (WaG, Art. 31, SR 921.0) und im Bundesgesetz über den Wasserbau (Art. 13, SR 721.100).

2.3 Die Umweltforschung des BAFU

Das BAFU konzentriert sich auf die praxisnahe Forschung, deren Ergebnisse von Politik und Verwaltung direkt für die Erfüllung ihrer Aufgaben benötigt werden. Die Umweltforschung des BAFU muss sowohl die Grundlagen für die langfristige Bewältigung von Herausforderungen im Umweltbereich bereitstellen als auch kurzfristig Lösungsmöglichkeiten für aktuelle und dringende Probleme aufzeigen. Sie ist einerseits durch den gesetzlichen Auftrag und andererseits durch aktuelle politische Bedürfnisse bestimmt. Bei der Planung der Forschungsaktivitäten muss deshalb ein angemessener Spielraum für neue Prioritäten und dringliche Fragestellungen gewährleistet werden. Durch ihren starken Praxisbezug und ihre Orientierung auf die Problemlösung ist die Umweltforschung des BAFU grösstenteils inter- und transdisziplinär ausgerichtet und legt grosses Gewicht darauf, dass betroffene Akteure frühzeitig in die Lösungsfindung einbezogen werden.

Das BAFU verfügt – im Unterschied zu anderen Politikbereichen – über keine eigenen Forschungseinrichtungen und ist deshalb für die Deckung seines Forschungsbedarfs auf die Zusammenarbeit mit externen Fachleuten aus universitären Hochschulen, Fachhochschulen, Forschungsanstalten, privaten Institutionen oder anderen Bundesstellen, wie z. B. MeteoSchweiz, angewiesen. Die Vergabe der Forschungsvorhaben (Forschungsaufträge und -beiträge) erfolgt nach den Vorgaben des Bundesgesetzes und der Verordnung über das öffentliche Beschaffungswesen (BoeB und VoeB).

2.4 Rückblick auf das Forschungskonzept Umwelt der Periode 2013–2016

Während die früheren Forschungskonzepte in erster Linie auf die gesamte Forschungslandschaft ausgerichtet waren, fokussierte das Forschungskonzept für die Periode 2013–2016 stärker auf den Forschungsbedarf des BAFU. Dadurch konnte es als Planungsinstrument für die Fachabteilungen des BAFU eingesetzt werden. Folgende strategische Schwerpunkte wurden für die Periode 2013–2016 im Forschungskonzept Umwelt festgelegt:

- I. Handeln für die Erhaltung und Gestaltung einer intakten Umwelt
- II. Schutz vor Schadstoffen und Belastungen
- III. Nachhaltige Nutzung von Ressourcen
- IV. Eindämmung und Bewältigung Klimawandel
- V. Integrales Risikomanagement

Die Schwerpunkte wurden in 18 Forschungsbereiche unterteilt. Die Querschnittsbereiche Umweltrecht, Grüne Wirtschaft, Umwelttechnologie, Umweltbeobachtung und Umweltbildung wurden in Anbetracht ihrer starken Handlungsorientierung unter dem Schwerpunkt I «Handeln für die Erhaltung und Gestaltung einer intakten Umwelt» aufgeführt. Die übrigen Forschungsbereiche wurden jeweils einem der fachspezifischen Schwerpunkte II–V zugeordnet. Schwerpunkt II «Schutz vor Schadstoffen und Belastungen» umfasste die Forschungsberei-

che Chemikaliensicherheit, Biosicherheit, Schutz vor nichtionisierender Strahlung sowie Lärmbekämpfung. Die Forschungsbereiche Boden, Wasser, Luft, Biodiversität, Landschaft, Wald und Holz sowie Abfallmanagement bildeten den Schwerpunkt III «Nachhaltige Nutzung von Ressourcen». Eindämmung und Bewältigung Klimawandel sowie Umgang mit Naturgefahren und technischen Risiken wurden als eigene Schwerpunkte IV und V definiert.

Für die Ressortforschung der Jahre 2013–2016 plante das BAFU im Forschungskonzept Umwelt insgesamt 40 Millionen Franken, um die Forschungsbedürfnisse abzudecken (Abb. 1). Für den Schwerpunkt III waren über der Hälfte (52 %) der Mittel vorgesehen, gefolgt von Schwerpunkt II (19 %) und Schwerpunkt I (15 %). Den Schwerpunkten IV und V wurden jeweils 7 % der Finanzmittel zugewiesen. Die detaillierte Aufteilung der Ressortforschungsmittel auf die einzelnen Forschungsbereiche ist im Forschungskonzept Umwelt 2013–2016 ersichtlich (BAFU 2012b).

Von 2013 bis 2016 stehen dem BAFU insgesamt nur 28.9 Millionen Franken zur Verfügung, mit denen rund 150 Forschungsvorhaben finanziert werden. Die effektiv verfügbaren Mittel für die Jahre 2013–2016 liegen somit weit unterhalb der geplanten Forschungsgelder. Die Verteilung der Mittel zwischen den fünf Schwerpunkten ist in Abb. 1 ersichtlich. In allen Forschungsbereichen wurden somit trotz Sparmassnahmen Forschungsprojekte initialisiert. Allerdings konnten einige Projekte aufgrund des tieferen Gesamtbudgets nicht oder erst zu einem späteren Zeitpunkt durchgeführt werden.

Forschungsschwerpunkte 2013–2016

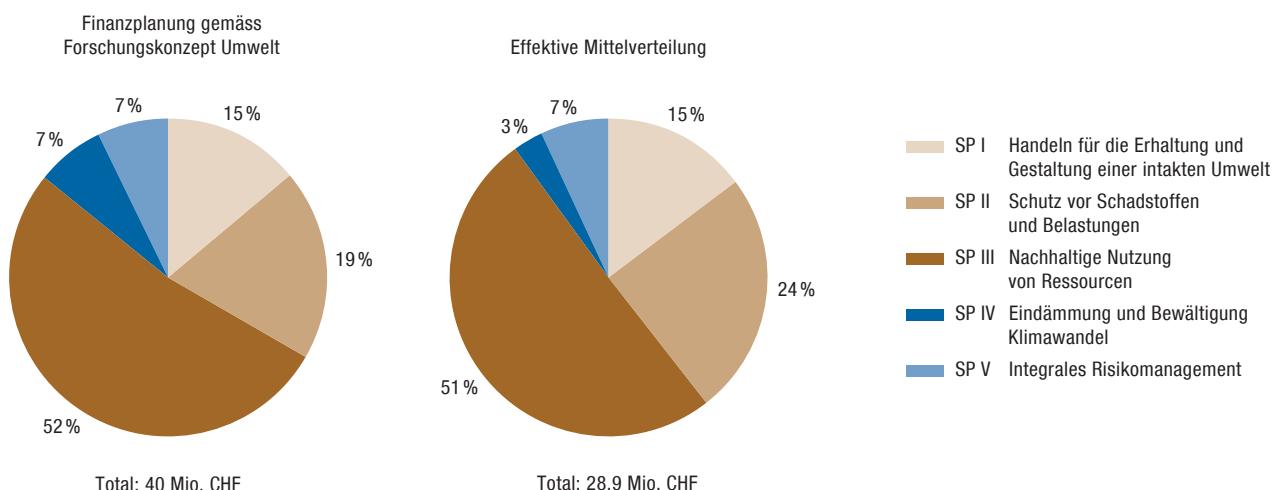


Abb. 1 Gegenüberstellung der im Forschungskonzept Umwelt 2013–2016 geplanten Mittel und der effektiven Verteilung der Forschungsmittel nach Schwerpunkten (SP) für die Periode 2013–2016, in %

Die Ergebnisse der durchgeföhrten Studien fliessen schwerpunktmäig in legislative Arbeiten, Vollzugstätigkeiten im Rahmen der Gesetze und in die Formulierung von politischen Strategien ein. Die Ergebnisse werden unterschiedlichen Akteuren, wie den Vollzugsbehörden der Kantone, betroffenen Branchen, anderen Bundesstellen, dem Parlament und der breiten Öffentlichkeit zur Verfügung gestellt. Exemplarisch werden die Ergebnisse der Forschungsprojekte «Klimaänderung und Hydrologie der Schweiz», «Stickstoff-Szenarien 2020», «Gesamtumweltbelastung des Schweizer Konsums» sowie «Öko-Innovationspärke» in Kapitel 2 detaillierter beschrieben.

2.5 Finanzierung der schweizerischen Umweltforschung

Die Ressortforschung steuert nur einen kleinen Anteil an die Finanzierung der Umweltforschung in der Schweiz bei. Um eine Übersicht über die wichtigsten Akteure zu erhalten, wurden die Finanzflüsse in der gesamten schweizerischen Umweltforschung für das Stichjahr 2012 geschätzt (Tab. 1) und mit den Finanzflüssen für das Stichjahr 2008 (BAFU 2012b) verglichen. Die Daten der Budgets öffentlicher Forschungsinstitutionen (Tab. 1, Durchführung) wurden im Rahmen der Erstellung eines Überblicks über sämtliche Forschungsgruppen aus dem Umweltbereich erhoben (Datenbank, vgl. Kapitel 5.1). Die Kategorie «Hochschulbeiträge»

wird indirekt als Differenz der Gesamtbeträge zwischen Durchführungs- und Finanzierungsseite hergeleitet. Die öffentliche Hand unterstützt die Umweltforschung an Hochschulen zudem durch Beiträge im Rahmen des Schweizerischen Nationalfonds (SNF), der Kommission für Technologie und Innovation (KTI) und der Umwelttechnologieförderung sowie durch Aufträge der Ressortforschung des BAFU.

Die Privatwirtschaft spielt nicht nur bei der Durchführung, sondern auch bei der Finanzierung der Umweltforschung eine wichtige Rolle. Während die Aufwendungen bei der Durchführung gegenüber 2008 leicht gestiegen sind, blieb die Finanzierung konstant. Der Anteil der Privatwirtschaft an der Finanzierung der Umweltforschung reduziert sich somit leicht von 32 % auf 27 %.

Den grössten Anstieg bei der Finanzierung erzielte der SNF. Wurden 2008 noch rund 77 Mio. Franken in die Umweltforschung investiert, waren es 2012 schon 102 Mio. Franken, ein Anstieg von 32 %.

Ebenfalls signifikant mehr Gelder als im Jahr 2008 flossen aus der Kasse der KTI in die industriennahe Umweltforschung, mit einer Verdoppelung des Beitrages von 4.3 Mio. auf 7.8 Mio. Franken. Die Rahmenprogramme der Europäischen Union (EU), COST-Aktionen sowie EUREKA Projekte bewegen sich in einem ähnlichen Rahmen wie 2008, die Beiträge aus internationalen Forschungsprogrammen sind damit gegenüber 2008 etwas zurückgegangen. Die Finanzierung der Ressortforschung des Bundes blieb konstant.

Tab. 1 Finanzierung und Durchführung der Forschung im Umweltbereich 2012

Finanzierung 2012	Mio. CHF	Durchführung 2012	Mio. CHF
Akteur		Akteur	
SNF Projekte (Abteilungen I–III)	53.1	ETH Zürich und EPF Lausanne	186.1
SNF Programme (Abteilung IV)	24.1	Forschungsanstalten des ETH-Bereichs	139.5
SNF andere Programme	25.3	Kantonale Universitäten	152.6
Bund Ressortforschung	15.9	Fachhochschulen	78.3
Akademien	3.1	Forschungsstellen der öffentlichen Hand	10.0
EU-Rahmenprogramme	12.6	Akademien	3.1
COST	1.8	Private Organisationen ohne Erwerbszweck	4.5
EUREKA	0.8	Privatwirtschaft	288.9
SBFI Raumfahrt	3.8		
KTI	7.8		
Hochschulbeiträge	481.0		
Privatwirtschaft	233.7		
Total	863.0	Total	863.0

Quellen: Bundesamt für Statistik (BFS 2014a, BFS 2014b), Schweizerischer Nationalfonds (SNF 2014), Staatssekretariat für Bildung, Forschung und Innovation (SBFI 2014), Kommission für Technologie und Innovation (KTI 2014), Akademie der Naturwissenschaften (SCNAT 2013) und eigene Erhebungen

Projektbeispiel 1

Klimaänderung und Hydrologie der Schweiz

Die Auswirkungen des Klimawandels auf den Wasserhaushalt der Schweiz stellen die Schweiz vor neue Herausforderungen, beispielsweise im Hochwasserschutz, in der Landwirtschaft, im Tourismus und in der Energieversorgung. Um die hydrologischen Grundlagen zur Erarbeitung der Strategie «Anpassung an den Klimawandel in der Schweiz» bereitzustellen, wurden im Rahmen des Projekts «Klimaänderung und Hydrologie in der Schweiz» (CCHydro) die Auswirkungen der Klimaänderungen auf die Wasserressourcen und Gewässer der Schweiz bis zum Jahr 2100 untersucht (BAFU 2012a).

In den nächsten 20 Jahren wird sich das jährliche Wasserdargebot der Schweiz nur wenig verändern, mit Ausnahme stark vergletscheter Einzugsgebiete, in denen die Abflüsse aufgrund der Eisschmelze vorübergehend zunehmen werden. Weil sich wegen der Klimaänderung die Lufttemperatur erwärmt und deshalb die Schneefallgrenze steigt, werden die in den Alpen gespeicherten Schnee- und Eismassen stark abnehmen. Im Jahr 2100 bleibt voraussichtlich nur noch 30 % des heutigen Eisvolumens bestehen. Zusammen mit der erwarteten saisonalen Umverteilung des Niederschlags (weniger Niederschlag im Sommer, mehr Niederschlag im Winter) wird sich die jahreszeitliche Verteilung der Abflüsse verändern. Im

Winter wird es mehr Abfluss geben und in vielen Gebieten verlängert sich die potenzielle Hochwasserzeit. Im Sommer vermindern sich die Abflüsse und Niedrigwasserereignisse werden häufiger. Dadurch kann es häufiger lokal und regional zu Engpässen kommen, welche wasserwirtschaftliche Anpassungsmassnahmen erfordern.



Projektbeispiel 2

Stickstoff-Szenarien 2020

Die durch menschliche Aktivitäten beschleunigte Freisetzung von reaktiven Stickstoffverbindungen (z. B. Ammoniak, Stickoxiden NO_x) führt zu unerwünschten Wirkungen wie beispielsweise Überdüngung von sensiblen Ökosystemen, Versauerung von Böden, Bildung von sekundärem Feinstaub oder Ausstoss von Klimagassen. Im Rahmen des Projekts «Stickstoff-Szenarien 2020» wurden die umweltrelevanten Stickstoffflüsse (N-Flüsse) für das Jahr 2020 quantifiziert und die Wirkung geplanter oder beschlossener Massnahmen in der Energie-, Klima-, Luftreinhalte- und Landwirtschaftspolitik analysiert (Heldstab et al. 2013).

Zwischen 2005 und 2020 ist vor allem beim Verkehr dank technischer Fortschritte in der Abgasbehandlung eine deutliche Abnahme der NO_x-Emissionen von insgesamt 36 Prozent zu erwarten. Dies hat eine Reduktion der Stickstoffdepositionen auf Böden zur Folge und bewirkt damit auch eine Reduktion der Stickstoff-Auswaschung aus den Böden. Die Stickstofffracht im Abwasser nimmt wegen der wachsenden Bevölkerung zwar noch zu, kann aber mit technischen Verbesserungen in der Abwasserreinigung kompensiert werden. Gegenüber 2005 finden einige Veränderungen in den landwirtschaftlichen N-Flüssen statt. Insgesamt nimmt die N-Zufuhr (Futtermittel, Mineraldünger, Deposition und N-Fixierung) um rund 5 Prozent ab, während die N-Entnahme (pflanzliche und tierische Produkte) um 2 Prozent zunimmt. Ohne weitere Massnahmen bleiben die landwirtschaftlichen N-Flüsse nahezu auf ihrem aktuellen überhöhten Niveau.

Mit den beschlossenen und vorgesehenen Massnahmen allein können bis 2020 noch keine der national und international verbindlichen Reduktionsziele erreicht werden. Lediglich für NO₂ ist eine Zielerreichung des Immissionsgrenzwerts möglich. Es besteht also noch ein beträchtlicher Handlungsbedarf. Allerdings sind Reduktionspotenziale bei Feuerungen und Verkehr dannzumal weitgehend ausgeschöpft. Grosses Potenzial ist bei der Reduktion von Ammoniakemissionen in der Landwirtschaft vorhanden; mit einer Implementierung von technischen Massnahmen, welches Viehhaltung, Hofdüngerlagerung und -ausbringung umfasst, könnten noch substanziale Reduktionswirkungen erreicht werden.



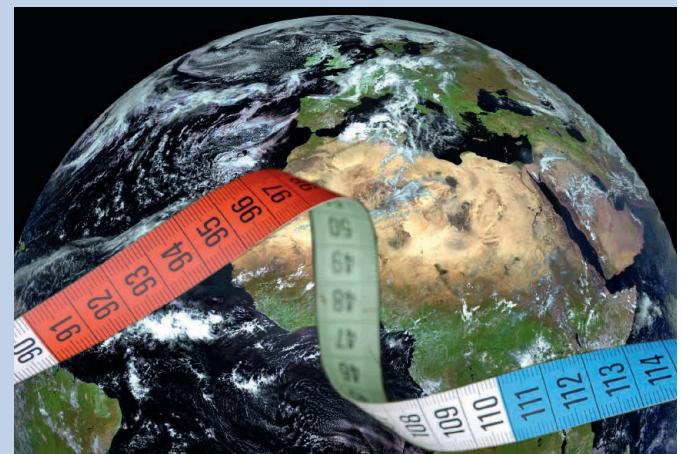
Projektbeispiel 3

Gesamtumweltbelastung des Schweizer Konsums

Der Konsum in der Schweiz verursacht auch Umweltbelastung im Ausland. Im Rahmen eines Forschungsprojekts hat das BAFU erstmals die Entwicklung der Gesamtumweltbelastung des schweizerischen Konsums im In- und Ausland in der Zeit von 1996 bis 2011 berechnet, unter Bezug von Daten zu Emissionen und Ressourcenverbrauch sowie der Verknüpfung von Handelsdaten mit Ökobilanzdaten (Frischknecht et al. 2014). Der gesamte Lebenszyklus der Produkte und alle relevanten Umweltbereiche, nämlich Treibhausgasemissionen, Luftverschmutzung, Landnutzung, Wassernutzung, Stickstoff (Eutrophierung) und Primärenergieverbrauch wurden betrachtet.

Die Resultate zeigen, dass die Belastung im Inland im untersuchten Zeitraum abgenommen hat, im Ausland hingegen nahm die Belastung stark zu. Die Schweiz lagert also immer mehr Umweltbelastung ins Ausland aus. Waren es im Jahr 1996 noch 56 Prozent, so stieg der Anteil bis 2011 auf

73 Prozent an. Die durch die Schweiz verursachte Umweltbelastung ist im untersuchten Zeitraum weniger stark gewachsen als die Wirtschaft, d. h. die Ressourceneffizienz hat sich verbessert. Dennoch muss die Gesamtumweltbelastung insgesamt mindestens halbiert werden, um ein naturverträgliches Mass des Ressourcenverbrauchs zu erreichen.



Projektbeispiel 4

Öko-Innovationspärke

In vielen Regionen und Ländern werden Öko-Innovationsstrategien erarbeitet, um die wirtschaftliche Entwicklung nach den Grundsätzen der Nachhaltigkeit zu fördern und Umweltbelastungen zu reduzieren. Das BAFU hat im Rahmen des ERA-Net ECO-INNOVERA, eine internationale Untersuchung über Industriepärke durchgeführt, welche Öko-Innovationen und industrielle Symbiosen umsetzen (Massard et al. 2014). Die Studie beschreibt 168 Öko-Innovationspärke aus 27 Ländern, die nachhaltige industrielle und urbane Projekte auf Park- oder Stadtteilebene umfassen. Auf der Grundlage von zwölf Öko-Kriterien wurden verschiedene Kombinationen von Umweltmaßnahmen und Geschäftsmodellen ermittelt, die zu wirtschaftlichen, ökologischen und sozialen Vorteilen für den Park und dessen Umgebung führen.

Die Mehrheit der identifizierten Öko-Innovationspärke führen Tätigkeiten aus, die bis zu fünf Ökokriterien erfüllen. Dabei wird das Ökokriterium Abfallmanagement am häufigsten umgesetzt, gefolgt von Energieeffizienz und Wasserwirtschaft. Nur wenige Pärke verfolgen einen ganzheitlichen Ansatz, indem sie acht oder mehr Ökokriterien erfüllen. Die Analyse der bewährten Praktiken und Erfolgsfaktoren zeigt, dass eine unternehmens-

übergreifende Koordinationsstelle, die Zusammenarbeit mit der Wissenschaft sowie die klare Bezeichnung eines Parks als Öko-Innovationspark massgeblich zum Erfolg beitragen können. Die Ergebnisse der Studie liefern nützliche Hinweise, wie lokale Initiativen in der Schweiz in Richtung Umweltschutz und Ressourcenschonung optimiert werden können.



Auf Seite der Durchführung ist bei den Fachhochschulen eine Zunahme von Aktivitäten im Bereich der Umweltforschung zu erkennen. Ihr Forschungsaufwand erhöhte sich von 49.1 auf 78.3 Mio. Franken, eine Zunahme von 60 %. Im ETH Bereich fand eine Verschiebung der Forschungstätigkeit im Umweltbereich weg von den Forschungsanstalten des ETH-Bereichs (Eawag, Empa, PSI, WSL) und hin zu den Eidgenössischen Technischen Hochschulen ETHZ und EPFL statt. Während die ETHZ und EPFL ihre Forschung im Umweltbereich um 46 % von 127.4 Mio. Franken auf 186 Mio. Franken erhöhten, nahm das Forschungsbudget bei den Anstalten des ETH-Bereichs um 12 % ab (von 157.9 auf 139.5 Mio. Franken). Die Aufwendungen der kantonalen Universitäten nahmen zwischen 2008 und 2012 um rund 20 % zu.

Insgesamt ist ein Anstieg der Umweltforschungsmittel von 738 Mio. Franken (2008) auf 862.9 Mio. Franken (2012) zu verzeichnen. Dies entspricht einem jährlichen Anstieg von rund 4 %.

2.6 Herausforderungen und Handlungsbedarf für Politik und Forschung

Die internationale Dimension

Verschiedene internationale Organisationen haben die aktuellen Herausforderungen für die Umweltpolitik auf globaler Ebene untersucht, Visionen für die Zukunft formuliert und die prioritären Handlungsfelder identifiziert. «Im Jahr 2050 leben wir gut innerhalb der ökologischen Belastbarkeitsgrenzen unseres Planeten» sagt z.B. der Leitgedanke des 7. Umweltaktionsprogramms der Europäischen Union (EC 2015). Die EU strebt damit eine kohlenstoffarme Wirtschaftsweise, eine umweltfreundliche Kreislaufwirtschaft und widerstandsfähige Ökosysteme als Grundlage für das Wohlergehen der Gesellschaft an. Das Wirtschaftswachstum soll von der Ressourcennutzung abgekoppelt sein. Auf globaler Ebene verabschiedete die internationale Staatengemeinschaft 2015 umfassende Ziele für eine nachhaltige Entwicklung (Sustainable Development Goals, SDG). Sie lösen die Millenniumsentwicklungsziele ab und gehen die Armutsbekämpfung und nachhaltige Entwicklung mit gemeinsamen Prioritäten und Zielen an. Auch der Schweizer Bundesrat vertritt in der Schweizer Position im Rahmen der Nachhaltigen Entwicklung nach 2015 das Prinzip, dass die Belastbarkeitsgrenzen des Planeten respektiert werden sollen (DEZA 2014). Das World Business Council for Sustainable Development (WBCSD) beschreibt eine ähnliche Vision wie die EU, dass im Jahr 2050 rund 9 Milliarden Menschen gut und im Einklang mit den begrenzten Ressourcen der Erde leben sollen und vor dem Hintergrund der Megatrends Klimawandel,

Bevölkerungswachstum und Urbanisierung die Lebensstandards mit den verfügbaren natürlichen Ressourcen und ohne Zerstörung von Artenvielfalt, Klima und anderen Ökosystemen aufrecht erhalten werden können (WBCSD 2010).

Das Umweltprogramm der Vereinten Nationen (UNEP) nennt die folgenden Themen als aktuelle und zukünftige Prioritäten: Klimawandel, Katastrophen und Konflikte, Ökosystem-Management, Umweltgouvernanz, Umgang mit Chemikalien und Abfällen sowie Ressourceneffizienz (UNEP 2015). Die europäische Umweltagentur EUA bezeichnet als grösste Herausforderungen die Bereiche Schutz, Erhalt und Verbesserung des natürlichen Kapitals, Ressourceneffizienz und kohlenstoffarme Wirtschaft sowie Schutz des Menschen vor umweltbedingten Gesundheitsrisiken (EUA 2015). Als grösste Herausforderung nennt die EUA die Tatsache, dass umweltbezogene Einflussfaktoren, Entwicklungen und Auswirkungen zunehmend globalisiert sind und langfristige Megatrends den Zustand der Umwelt in Europa beeinflussen. So werden grundlegende Veränderungen in den Produktions- und Konsumsystemen erforderlich sein, um die Ursachen der ökologischen Probleme anzugehen.

Eine wichtige internationale Forschungsplattform ausserhalb der EU wurde im Juni 2012 an der UNO-Konferenz über Nachhaltige Entwicklung unter dem Namen Future Earth lanciert und wird ab 2016 vollständig operationell sein. Future Earth hat zum Ziel, Wissen und Unterstützung bereit zu stellen, um die Transformation der Gesellschaft zu einer nachhaltigen Welt auf globaler, nationaler, regionaler, und lokaler Ebene zu beschleunigen. Die Plattform möchte ebenfalls sicherstellen, dass das Wissen in Zusammenarbeit mit der Gesellschaft und den Nutzenden der Wissenschaft generiert wird. Sie ist offen für Wissenschaftlerinnen aus allen Disziplinen. Es sollen Strategien entwickelt werden, mit denen die globalen Umweltrisiken reduziert und gleichzeitig die Ziele für eine nachhaltige Entwicklung (SDG) erreicht werden können. Wissen wird für Entscheidungsträger und den Gesellschaftswandel bereitgestellt in den drei Hauptforschungsthemen Dynamik des Planeten, globale nachhaltige Entwicklung sowie Transformation zur Nachhaltigkeit. Die Forschungsplattform wird von einer internationalen Wissenschafts- und Technologieallianz getragen, unter anderem dem International Council for Science ICSU, dem International Social Science Council ISSC, der UNESCO, der UNEP und der World Meteorological Organization (Future Earth 2015).

Rockström et al. (2009) haben versucht, die Belastbarkeitsgrenzen des Planeten Erde («planetary boundaries») zu quantifizieren, innerhalb derer weiterhin stabile Bedingungen für die Entwicklung der Menschheit gewährleistet sind. Für die wichtigsten biophysikalischen Systeme oder Prozesse (Klimawandel, Biodiversitätsverlust, Stickstoff- und Phosphatkreislauf, Ozonabbau in der Stratosphäre, Versauerung

der Ozeane, globaler Süßwasserverbrauch, Landnutzung, Verschmutzung durch Chemikalien und atmosphärische Aerosolbelastung) wurden die jeweiligen Schwellenwerte für die Nutzung, bzw. für die Belastung dieser Systeme und Prozesse berechnet. Die Belastbarkeitsgrenzen zeigen, wieviel Umweltbelastung verträglich ist, damit sich der Mensch innerhalb eines sicheren Handlungsräumes, dem sogenannten «Safe Operating Space», weiterhin bewegen kann. In einer neueren Studie wurden die Belastbarkeitsgrenzen mit dem aktuellen Zustand der Erde in Relation gesetzt (Steffen et al. 2015). Gemäss den Ergebnissen der Studie sind bereits vier Grenzen – getrieben von steigender Weltbevölkerung, Konsum und Wirtschaftsleistung – zum Teil massiv überschritten, namentlich die Aussterberate (Biodiversitätsverlust), die Abholzung (Landnutzung), die Menge von atmosphärischem CO₂ (Klimawandel) sowie die Stickstoff- und Phosphorflüsse.

Die nationale Dimension

In einer Vertiefungsstudie hat das BAFU in Anlehnung an die Arbeiten von Rockström und Steffen (siehe weiter oben) die Belastbarkeitsgrenzen für die Schweiz berechnen lassen (Dao et al. 2015). In einem ersten Schritt wurden die globalen Schwellenwerte für verträgliche Fussabdrücke für fünf der neun planetarischen Belastbarkeitsgrenzen quantifiziert. Aus diesen Schwellenwerten wurden anschliessend die nationalen Schwellenwerte hergeleitet und mit den Fussabdrücken der Schweiz verglichen. Die Resultate zeigen, dass die Fussabdrücke für Klimawandel (CO₂ und andere Treibhausgase), Ozeanversauerung (verursacht durch CO₂-Emissionen), Stickstoff (Überdüngung) und Biodiversitätsverlust kritisch sind und über dem ökologisch nachhaltigen Niveau liegen. Hier besteht also Handlungsbedarf und diese Probleme sollten aus Umweltsicht prioritätär behandelt werden. Die Studie zeigt somit, dass die von unterschiedlichen Organisationen identifizierten globalen Probleme und Handlungsfelder weitgehend auch die Schweiz betreffen.

Der Zustand der Umwelt in der Schweiz hat sich in den letzten Jahrzehnten dank umweltpolitischer Massnahmen in vielen Punkten verbessert. So hat die Verschmutzung der Umwelt durch Schadstoffe in verschiedenen Bereichen abgenommen, die Qualität der Luft und der Gewässer hat sich deutlich verbessert. Dennoch stehen diesen Erfolgen der Schweizer Umweltpolitik eine Reihe ungelöster Probleme und grossen Herausforderungen gegenüber, wie der Bericht Umwelt Schweiz 2015 des Bundesrates detailliert aufzeigt (Bundesrat 2015). Die Belastung mit Feinstaub, Ozon und Stickoxiden liegt an manchen Tagen weiterhin über den Grenzwerten, die schädliche Wirkung von Lärm ist vielerorts immer noch zu hoch. Die natürlichen Ressourcen sind in der Schweiz zudem nach wie vor unter Druck. Der Ressourcenver-

brauch in der Schweiz übersteigt das naturverträgliche Mass. Das wachstumsorientierte Wirtschafts- und Konsummuster führt dazu, dass nicht nur im Inland sondern weltweit natürliche Ressourcen und Ökosysteme übernutzt werden. Würden alle Länder so viele Ressourcen verbrauchen wie die Schweiz, wären dafür rund 3,1 Erden notwendig. Grosses Herausforderungen bestehen neben der Bewirtschaftung der natürlichen Ressourcen beim Klimawandel und der Erhaltung der Biodiversität. Die Schweiz wird im Alpenraum voraussichtlich überdurchschnittlich stark vom Klimawandel betroffen sein. Langfristig werden die negativen Auswirkungen (z. B. betreffend Naturgefahren oder Biodiversität) überwiegen. Auch die Versiegelung der Böden, die Zersiedlung und die Landschaftszerschneidung konnten bisher kaum gebremst werden, was den Druck auf die Ökosysteme erhöht. Die Entwicklung der Biodiversität und das Aufhalten des Artenverlusts werden stark davon abhängen, ob eine ökologische Infrastruktur aus Schutz- und Vernetzungsflächen grossräumig aufgebaut werden kann.

Wie in Projektbeispiel 3 (Kapitel 2.4) erläutert, fallen mehr als die Hälfte der Umweltauswirkungen des Schweizer Konsums im Ausland an. Von 1996 bis 2011 stieg der Anteil im Ausland von 56% auf 73%. Die Schweiz lagert also immer mehr Umweltbelastung ins Ausland aus. Zudem ist die Schweiz durch ihre geografische Lage, die hohe Siedlungsdichte und dem hohen Grad an Abhängigkeit von natürlichen Ressourcen und Produktionsprozessen im Ausland besonders stark von den Auswirkungen globaler Umweltprobleme betroffen. Die Gesamtumweltbelastung muss also stark reduziert werden, um ein naturverträgliches Mass des Ressourcenverbrauchs zu erreichen.

Für die Bewältigung der zukünftigen Herausforderungen, sei es bei der Reduktion des Ressourcenverbrauchs, bei der Eindämmung und Anpassung an den Klimawandel oder bei der Erhaltung der Biodiversität, sind vermehrt Zielkonflikte mit anderen Sektoren und Politikbereichen zu erwarten und zu lösen, wie beispielsweise die Gewährleistung der Ernährungssicherheit, die nachhaltige Siedlungsentwicklung oder die Energiewende. Eine wichtige Aufgabe besteht darin, diese Zielkonflikte frühzeitig zu identifizieren und Instrumente und Massnahmen zu entwickeln, mit denen die jeweiligen Anforderungen in sinnvoller Weise berücksichtigt werden können und gleichzeitig die Erhaltung der Umweltqualität gewährleistet wird.

3 > Schwerpunkte, Forschungsbereiche und prioritäre Forschungsthemen 2017–2020

3.1 Übersicht über die Schwerpunkte und Forschungsbereiche

Die strategischen Ziele des Forschungskonzepts Umwelt 2013–2016 deckten die relevanten Umweltthemen ab und haben sich in Bezug auf die Prioritätensetzung für das BAFU bewährt. Die bestehenden Schwerpunkte werden in der Periode 2017–2020 inhaltlich beibehalten. Sie werden allerdings der neuen organisatorischen Struktur des BAFU angepasst. So werden die Schwerpunkte Anpassung an den Klimawandel und integrales Risikomanagement zusammengelegt. Neu gelten die folgenden vier Schwerpunkte:

- I. Handeln für die Erhaltung und Gestaltung einer intakten Umwelt
- II. Immissionsschutz
- III. Schutz und nachhaltige Nutzung von Ressourcen und Ökosystemen
- IV. Bewältigung Klimawandel und Gefahrenprävention

Die 21 Forschungsbereiche innerhalb der Schwerpunkte sind in Abbildung 2 dargestellt. Sie decken sämtliche Handlungsfelder des BAFU ab, in denen Forschungsergebnisse benötigt werden. Neu werden die Forschungsbereiche Umweltkommunikation, Internationales sowie Altlasten aufgenommen. In Kapitel 3.2 werden für alle Forschungsbereiche Ausgangslage, Problemstellung und prioritäre Forschungsthemen für die Periode 2017–2020 im Detail ausgeführt.

Die Querschnittsbereiche Grüne Wirtschaft, Umweltkommunikation, Umweltbildung, Internationales, Umweltbeobachtung, Umweltrecht und Umwelttechnologie sind in Anbetracht ihrer starken Handlungsorientierung unter Schwerpunkt I aufgeführt; sie befassen sich jedoch mit Fragestellungen aus sämtlichen anderen fachspezifischen Schwerpunkten. Die übrigen Forschungsbereiche wurden jeweils einem der fachspezifischen Schwerpunkte II–IV zugeordnet. Viele weisen allerdings Schnittstellen oder Überschneidungen mit anderen Schwerpunkten auf. Solche thematischen Überschneidungen sind in Abbildung 2 mit hellblauer Farbe angedeutet.

3.2 Forschungsbereiche und prioritäre Forschungsthemen des BAFU für die Periode 2017–2020

Für die 21 Forschungsbereiche wurde der aktuelle Stand des Wissens analysiert, bestehende Forschungslücken identifiziert und deren Relevanz für die Arbeiten des BAFU abgeklärt. Auf dieser Basis wurden anschliessend diejenigen Forschungsthemen definiert, deren Bearbeitung für die Erfüllung der anstehenden Aufgaben des Amtes dringlich ist.

Die in den Abschnitten 3.2.1–3.2.21 beschriebenen prioritären Forschungsthemen 2017–2020 zeigen somit den effektiven Forschungsbedarf des BAFU für die Jahre 2017–2020 auf. Der für die Bearbeitung der aufgeführten Fragestellungen notwendige Finanzbedarf wird in Kapitel 4 dargelegt. Welche der prioritären Forschungsthemen tatsächlich bearbeitet werden können, hängt von den finanziellen Mitteln ab, die zur Verfügung stehen werden.

Schwerpunkt I Handeln für die Erhaltung und Gestaltung einer intakten Umwelt		
Schwerpunkt II Immissionsschutz	Schwerpunkt III Schutz und nachhaltige Nutzung von Ressourcen und Ökosystemen	Schwerpunkt IV Bewältigung Klimawandel und Gefahrenprävention
Lärmbekämpfung und Ruheschutz		
Schutz vor nichtionisierender Strahlung		
Altlasten		
Luft	Boden	
	Wasser	
	Biodiversität	
	Landschaft	
	Wald und Holz	
	Rohstoffmanagement	
		Chemikaliensicherheit
		Biosicherheit
		Eindämmung und Bewältigung Klimawandel
		Umgang mit Naturgefahren und technischen Risiken

Abb. 2 Schwerpunkte und Forschungsbereiche der Umweltforschung für die Periode 2017–2020. Eine detaillierte Beschreibung der Forschungsbereiche findet sich in Kapitel 3.2 (hellblaue Flächen: thematische Schnittstellen mit entsprechenden Schwerpunkten).

3.2.1 Grüne Wirtschaft

Ausgangslage und Problemstellung

Der globale Druck auf die natürlichen Ressourcen hat sich in den letzten Jahren weiter verstärkt. Die Weltbevölkerung, die wirtschaftlichen Leistungen und der Verbrauch der natürlichen Ressourcen nehmen stetig zu. Auch in der Schweiz übersteigen die Umweltauswirkungen des Konsums die Belastbarkeitsgrenzen des Planeten. Deshalb muss der Ressourcenverbrauch durch Produktion und Konsum im Inland und im Ausland massiv verringert werden.

Mit dem Aktionsplan Grüne Wirtschaft vom 8. März 2013 hat der Bundesrat Massnahmen formuliert, um die natürlichen Ressourcen zu schonen, den Konsum ökologischer zu gestalten und die Kreislaufwirtschaft zu stärken. Die Grüne Wirtschaft setzt auf Ressourceneffizienz und -schonung mit Hilfe von Innovation, freiwilligen Massnahmen und Dialog. 2016 findet die Volksabstimmung über die Initiative «Für eine nachhaltige und ressourceneffiziente Wirtschaft» statt.

Für den Wandel heutiger Konsum- und Produktionsweisen zu einer Grünen Wirtschaft sind langfristige Gesamtbetrachtungen notwendig, welche die immer komplexeren wirtschaftlichen, gesellschaftlichen und ökologischen Zusammenhänge analysieren und Lösungen skizzieren. Zusätzlich zur Ressortforschung sollen wissenschaftliche Grundlagen zu den Risiken des zunehmenden Ressourcenverbrauchs, den Zielen einer Grünen Wirtschaft in der Schweiz sowie den benötigten Rahmenbedingungen zum Erreichen der Ziele im Rahmen eines Nationalen Forschungsprogramms (NFP) untersucht werden.

Prioritäre Forschungsthemen 2017–2020

Ziele und Messung einer Grünen Wirtschaft in der Schweiz

- > Weiterentwicklung der Grundlagen zu den Zielwerten für eine Grüne Wirtschaft (unter Einbezug der Sustainable Development Goals, der Lebenszyklusperspektive und der Belastbarkeitsgrenzen des Planeten)
- > Weiterentwicklung der Methoden zur Erfassung der Umweltbelastung des Schweizer Konsums über die Zeit
- > Weiterentwicklung des Indikatoren-Sets zur Messung der Fortschritte in Richtung Grüne Wirtschaft

Wege zu nachhaltigem Konsum und Produktion

- > Identifikation und Entwicklung von Massnahmen zum Einbezug von Nachhaltigkeitsaspekten in Konsumententscheidungen, v. a. in den Bereichen Wohnen, Mobilität, Ernährung, Produktion (inkl. Dienstleistungen) sowie Evaluation der Wirkung getroffener Massnahmen



- > Weiterentwicklung von Bewertungsmethoden für Ökobilanzen, insbesondere der Methode der ökologischen Knappheit mit Umweltbelastungspunkten (UBP)
- > Aktualisierung von veralteten und Generierung von neuen Ökoinventardatensätzen
- > Erarbeitung von auf Ökobilanzen (LCA) basierenden Qualitätsanforderungen für fundierte Produktumweltinformationen und ressourcenschonende Produkte
- > Verbesserung der Grundlagen zu Verhaltensökonomie und Wertewandel
- > Entwicklung von Rahmenbedingungen für die Erhaltung der Ressourcen und die Nachverfolgbarkeit entlang der Wertschöpfungskette
- > Identifikation zentraler Weichenstellungen, um Lock-in-Situationen in nicht-nachhaltigen Konsum- und Produktionsmustern zu vermeiden

Chancen der Grünen Wirtschaft für die Schweiz

- > Identifikation der wirtschaftlichen Chancen der Grünen Wirtschaft
- > Entwicklung geeigneter Rahmenbedingungen, damit Unternehmen mit freiwilligen Massnahmen ihre Ressourceneffizienzpotenziale besser ausschöpfen, von deren Chancen profitieren und ressourcenschonende Geschäfts- und Finanzierungsmodelle entwickeln
- > Identifikation der Rahmenbedingungen für einen grünen Finanzmarkt und Untersuchung der Potenziale eines grünen Finanzmarkts

Marktwirtschaftliche Instrumente

- > Entwicklung marktwirtschaftlicher Instrumente zur besseren Internalisierung externer Kosten, zur Abgeltung von Ökosystemleistungen sowie zur verstärkten Schliessung von Stoffkreisläufen

3.2.2 Umweltkommunikation

Ausgangslage und Problemstellung

In den thematischen Schwerpunkten des BAFU wie Grüne Wirtschaft, Klimawandel und Biodiversität sind die Verhaltensweisen verschiedener Akteure – aus Bevölkerung, Unternehmen und Politik – Teil der Probleme und damit auch Teil möglicher Lösungen. Vielfach ist bekannt, was das richtige Verhalten wäre. Wissen allein führt jedoch nicht zum Handeln. Bisherige Forschung hat gezeigt, dass das Umweltwissen in der Schweiz im Allgemeinen relativ hoch ist. Es scheint jedoch keinen eindeutigen Zusammenhang zwischen dem Wissensstand und der Bereitschaft zu Handeln zu geben. Klassische Kommunikations- und Informationskampagnen greifen deshalb zu kurz, um umweltfreundliches Handeln zu fördern. Es stellen sich die Fragen, wie Umweltprobleme in der Gemeinschaft wahrgenommen werden und welche Hemmnisse und Widerstände überwinden werden müssen, um ein umweltgerechtes Handeln zu fördern.

Über alle Umweltthemen stellt sich zudem die Frage, wie die Akzeptanz von Umweltlösungen und eine gesellschaftliche Konsensbildung erreicht werden kann. Wie beeinflussen die Prozesse der Entscheidungsfindung in Umweltfragen deren Ergebnisse? Wie können Steuerungsinstrumente so verankert werden, dass sie eine gesellschaftliche Akzeptanz finden? Mit sozialwissenschaftlichen Ansätzen muss weiter untersucht werden, wie Kommunikation als Politikinstrument zur Lösung der heutigen Umweltherausforderungen beitragen kann. Die Untersuchungen liefern eine praktische Hilfestellung für eine handlungswirksame Kommunikation des Amtes.



Wirkung der Kommunikation auf das Umweltverhalten und die Akzeptanz von Umweltlösungen

- > Forschung zur Wahrnehmung von Umweltproblemen und der Akzeptanz von Umweltlösungen
- > Untersuchungen zu den Prozessen der Entscheidungsfindung und Identifizierung umweltrelevanter Hemmnisse und Potenziale in der gesellschaftlichen Konsensbildung
- > Entwicklung eines Tools zur Prüfung der Wirksamkeit von Kommunikationsinstrumenten (z. B. Kampagnen) zur Förderung von umweltfreundlichen Verhalten aufgrund neuer soziologischer sowie medien- und kommunikationswissenschaftlicher Erkenntnisse
- > Prüfung der Wirksamkeit von Kommunikationsmaßnahmen um Steuerungsmaßnahmen zu akzeptieren
- > Medienanalysen bezüglich Bevölkerungseinstellung zu BAFU relevanten Themen

Prioritäre Forschungsthemen 2017–2020

Kommunikation als Politikinstrument

- > Analyse des Einsatzes von Kommunikation als Politikinstrument, um umweltrelevantes Verhalten zu fördern
- > Untersuchung der Tauglichkeit von Kommunikationsansätzen und -instrumenten sowie Durchführung von Pilotstudien, um unterschiedliche Zielgruppen hinsichtlich Umweltthemen zu informieren und zu sensibilisieren

Nutzung der neuen Medien und Informationstechnologie für Umweltkommunikation

- > Erforschung der Möglichkeiten elektronischer Medien für didaktisch optimierte Vermittlung von Wissen zu komplexen Umweltthemen für verschiedene Zielgruppen
- > Wirkungsanalysen von sozialen Medien, Kampagnen sowie Partizipations- und Dialoginstrumenten zur Kommunikation komplexer Umweltthemen

3.2.3 Umweltbildung

Ausgangslage und Problemstellung

Vor dem Hintergrund der zunehmenden Bedeutung der Umweltbildung als Instrument für die Umsetzung der Umweltpolitik sowie für den Vollzug von Umweltgesetzen in Bereichen wie Wasser, Abfall, Klima, Biodiversität oder Grüne Wirtschaft rücken Berufsleute zunehmend in den Fokus. Diese Entwicklung erfordert eine Berufsbildung, die den Kompetenzerwerb für das nachhaltige Management natürlicher Ressourcen fördert und langfristig sicherstellt. Speziell auf die Berufsbildung ausgerichtete Umweltbildungsforschung kann dazu nötige Grundlagen liefern. Um das Thema Umweltbildung in die Berufsbildung einzubringen, arbeitet das BAFU eng mit anderen Bundesstellen und den Organisationen der Arbeitswelt (OdA) zusammen.

Die oben beschriebene Ausrichtung auf die Berufsbildung hatte sich bereits aus der durch das BAFU 2012 in Auftrag gegebene Bedarfsanalyse zur Umweltbildungsforschung als eines von mehreren Forschungsthemen herauskristallisiert.

In einem ersten 2014 durchgeführten Forschungsprojekt wurde der Stand der Umsetzung der Umweltbildung in der beruflichen Grundbildung untersucht. Das darauf aufbauende Folgeprojekt «Umweltbildung am Lernort Betrieb der beruflichen Grundbildung» formulierte in einem ersten Teil Empfehlungen, wie der Kompetenzerwerb der angehenden Berufsleute für das Management natürlicher Ressourcen im Betrieb gefördert werden kann. Diese Empfehlungen werden im zweiten Teil des Folgeprojekts zur Umsetzungsreife gebracht.

Prioritäre Forschungsthemen 2017–2020

Analyse und Monitoring Berufsbildung

- > Untersuchung des Stands der Umsetzung der Bildungserlasse in Bezug auf Umweltkompetenzen in der höheren Berufsbildung
- > Entwicklung von Massnahmen zur Schliessung von Lücken beim Aufbau und der Förderung von Kompetenzen für das nachhaltige Management natürlicher Ressourcen in der beruflichen Grundbildung und der höheren Berufsbildung
- > Entwicklung von Indikatoren für den Aufbau und den Betrieb eines Monitorings als Steuerungsinstrument bei der Förderung der Kompetenzen von Berufsleuten für den Schutz und das nachhaltige Management natürlicher Ressourcen



Themenspezifische Analyse der Umweltbildung

- > Analyse des Stands der Umweltbildung in konkreten Bereichen wie z. B. Klimawandel Biodiversität und Grüne Wirtschaft
- > Entwicklung von Bildungsangeboten zur Schliessung allfälliger Lücken in den untersuchten Bereichen

3.2.4 Internationales

Ausgangslage und Problemstellung

Das internationale Engagement für den Schutz und die nachhaltige Nutzung der natürlichen Ressourcen ist schweizerischer Verfassungsauftrag. Der Schutz der weltweiten natürlichen Lebensgrundlagen und eine nachhaltige Nutzung der natürlichen Ressourcen gehören zu den aussenpolitischen Prioritäten der Schweiz und sind Grundvoraussetzung für eine Nachhaltige Entwicklung, die Umsetzung der nachhaltigen Entwicklungsziele (Agenda 2030) und die allgemeine Wohlfahrt. Umweltprobleme reichen weit über die Grenzen der Schweiz hinaus. Umweltprobleme, wie z. B. die Luftverschmutzung oder der Klimawandel haben regionale und grenzüberschreitende Ursachen und Auswirkungen. Deshalb ist die internationale Zusammenarbeit in vielen Bereichen ein wichtiges Element zum Schutz von Mensch und Umwelt.

Die Schweiz führt eine aktive internationale Umweltpolitik. Sie kooperiert mit anderen Staaten, um geeignete institutionelle Antworten auf die sich stellenden Herausforderungen zu finden. Durch Konventionen und Abkommen konnten in vielen Bereichen und Regionen markante Fortschritte zur Verbesserung der Umweltqualität erzielt werden. Allerdings verfügt die Politik gegenwärtig noch nicht über alle erforderlichen institutionellen Rahmenbedingungen, um den Schutz der Umwelt welt- oder europaweit sicherstellen zu können. Das BAFU setzt sich deshalb für eine Stärkung der internationalen Umweltgouvernanz ein. Multilaterale Umweltkonventionen sollen vermehrt zusammenarbeiten, Synergiepotenziale nutzen und Erfahrungen aus erfolgreichen Prozessen in anderen Bereichen (z. B. Biodiversität) anwenden.

Als Basis für ein verbessertes internationales Engagement müssen weiterhin wissenschaftliche Grundlagen für das internationale Umweltmonitoring, für die Evaluation der weltweiten Wissenskenntnisse über die Umwelt oder für die politischen Prozesse von regionalen und globalen Konventionen bereitgestellt werden. Eine enge Zusammenarbeit mit dem europäischen Forschungsraum ist hierfür notwendig.

Prioritäre Forschungsthemen 2017–2020

Methodologien zur Gewährleistung der ökologischen Integrität und Transparenz

- > Entwicklung von gemeinsamen Methodologien und Indikatoren zur Abschätzung des Zustands der Umwelt und zur Verifizierung von Massnahmen
- > Monetarisierung der Ökosystemleistungen sowie der Leistungen für die Lösung von Umweltproblemen (z. B. Export von Gütern, Kapazitätsaufbau im Bereich Klima oder Biodiversität)



- > Schätzung der Kosten und Effizienz von internationalen Vereinbarungen in verschiedenen Umweltsektoren

Ziele für internationale Prozesse und Abkommen

- > Beitrag zu den Umweltaspekten der Ziele der nachhaltigen Entwicklung (SDG) während ihrer Umsetzung und bei der Überwachung der Fortschritte
- > Identifizierung von gemeinsamen Zielen und Entwicklung von international anerkannten Indikatoren für regionale oder globale Umweltprobleme
- > Beitrag der Schweiz zu den wissenschaftlich orientierten Programmen (International Cooperative Programmes sowie European Monitoring and Evaluation Programme EMEP) unter der Konvention über weiträumige grenzüberschreitende Luftverunreinigung (UNECE Genfer Konvention) in den Bereichen Versauerung, Eutrophierung, bodennahes Ozon, Schwermetall-, POP-Belastung, Feinstaub und Russ

Internationale Umweltgouvernanz

- > Entwicklung von Synergieszenarien zwischen internationalen Abkommen und für eine höhere Transparenz bei der Messung, Berichterstattung und Überprüfung von Umweltzielen und Massnahmen
- > Entwicklung und internationaler Vergleich der schweizerischen Rechtstellungen
- > Untersuchung von Gerechtigkeitsfragen in Zusammenhang mit internationalen Abkommen und der historischen Verantwortung
- > Entwicklung von Prozessen zur Gewährleistung der ökologischen Integrität in internationalen Prozessen der Umweltgouvernanz
- > Entwicklung von Verteilungsschlüsseln zur Finanzierung der Umsetzung von internationalen Abkommen

3.2.5 Umweltbeobachtung

Ausgangslage und Problemstellung

Das BAFU erarbeitet Massnahmen und Vorschriften zur Sicherung der natürlichen Lebensgrundlagen. Die Umweltbeobachtung liefert die dazu erforderlichen Daten über den Zustand und die Entwicklung der Umwelt. Je umfassender und zuverlässiger diese Informationen sind, desto wirkungsvoller können Politik und Gesellschaft die Umweltpolitik gestalten und steuern. Daten der Umweltbeobachtung, z. B. das Landesforstinventar, das Biodiversitätsmonitoring oder das Messnetz NAQUA zur Grundwasserbeobachtung, bilden eine wichtige Grundlage für die Bearbeitung von Umweltthemen in allen Forschungsbereichen. Sie ermöglichen es, die zeitliche Entwicklung des Umweltzustandes zu erfassen sowie Ursachen für Veränderungen zu analysieren. Die Wirkung von bisher getroffenen Massnahmen lässt sich anhand von langjährigen Aufzeichnungen und Messreihen beurteilen.

Zukunftsperspektiven über die Entwicklung des Zustands der Umwelt liefern zusätzliche Informationen für umweltpolitische Diskussionen und Entscheidungen. Weltweit wird die ökologische und soziale Resilienz zunehmend von unterschiedlichen globalen Megatrends beeinflusst werden. Eine Herausforderung besteht darin, die Auswirkungen und Ausprägungen globaler Megatrends auf die Umwelt in der Schweiz heute und in Zukunft zu erfassen und vorauszusagen. Wie reagieren die Megatrends untereinander und können sich systemische Risiken daraus ergeben? Deshalb müssen die Mechanismen identifiziert werden, welche die Resilienz von Umweltsystemen stärken.

Die Schweiz trat am 1. April 2006 der Europäischen Umweltagentur EUA bei und erhielt damit vollen Zugang zum Netzwerk der EU für Umweltinformation und Umweltbeobachtung. Dank vergleichbarer Umweltdaten kann die gemeinsame Lösung der grenzüberschreitenden Umweltprobleme künftig europaweit verstärkt und besser koordiniert werden.

Prioritäre Forschungsthemen 2017–2020

Vermittlung von Umweltinformationen/Wissensmanagement

- > Beurteilung und Optimierung der Umweltberichterstattung nach Kanälen (Print, Online), Entwicklung von Ansätzen zur Kommunikation von Annahmen und Unsicherheiten
- > Entwicklung eines Konzepts für die Mehrfachnutzung von Daten, Open Science



Systemwissen: Datenerhebung und datengestützte Modellierung

- > Untersuchung und Modellierung der Ausprägungen der Globalen Megatrends auf die Umwelt in der Schweiz jetzt und in der Zukunft, Visualisierung der Megatrend und der systemischen Risiken
- > Entwicklung von Methoden zur Erstellung einer systemischen Gesamtsicht
- > Entwicklung von Zukunftsperspektiven für verschiedene Umweltbereiche
- > Identifizierung von Schlüsselfaktoren zur Steigerung der Resilienz von Umweltsystemen
- > Entwicklung von neuen Modellen für Prognosen
- > Weiterentwicklung und Optimierung von Messnetzen (Methoden und Messpunkte) zur Maximierung der Informationsgewinne
- > Weiterentwicklung und Optimierung von national und international koordinierten Messmethoden (Kombination aus Fernerkundung und In-Situ-Messungen)

Bevölkerungsexposition in Bezug auf Umweltbelastungen

- > Erarbeitung von Metaanalysen und Synthesen
- > Übersichtsstudien zu verschiedenen Umwelt- und Gesundheitsrisiken
- > Abschätzung und Modellierung der Bevölkerungsexposition in Bezug auf chemische (z. B. hormonaktive Stoffe, schwer abbaubare Stoffe), biologische (z. B. Gentechnisch veränderte Organismen GVO, Neobiota) und physikalische Belastungen (z. B. Lärm, nichtionisierende Strahlung)
- > Entwicklung von Verfahren zur Risikoabschätzung und zum Monitoring der Bevölkerungsexposition über die Zeit

3.2.6 Umweltrecht

Ausgangslage und Problemstellung

Der Schutz der Umwelt erfordert von allen Akteuren der Gesellschaft ein umweltverträgliches Verhalten und Handeln. Ziel der Umweltpolitik ist es, dieses zu fördern. In einem Rechtsstaat bildet das Recht den grundsätzlichen Rahmen für unerwünschtes bzw. erwünschtes Verhalten und Handeln sowie für staatliche Steuerungs- und Durchsetzungsinstrumente. Ein optimal ausgestaltetes Umweltrecht ist deshalb ein zentrales Instrument zur Umsetzung der Umweltpolitik. Im Bereich des primären Umweltrechts verfügt der Bund heute über elf Bundesgesetze und 72 Verordnungen.

Mit der wissenschaftlichen Kommentierung des Umweltrechts werden fundierte und interdisziplinäre Grundlagen für die Rechtsanwendung sowie für die Rechtsprechung zur Verfügung gestellt, die von den Praktikern bei Bund, Kantonen, Gemeinden, Privatwirtschaft, Verbänden und Organisationen rege benutzt werden. Gleichzeitig verhilft die systematische wissenschaftliche Durchdringung des Umweltrechts dazu, Schwachstellen und Lücken des bestehenden Rechts zu benennen. Diese können das materielle Recht betreffen, aber auch die Bestimmungen, welche den Vollzug, die Aufsicht und die Koordination mit anderen Rechtsgebieten sicherstellen. Damit bietet eine Kommentierung eine wichtige Grundlage für die Weiterentwicklung des Rechts.

Die Umsetzung des Umweltrechts obliegt zu einem Grossteil den Kantonen. Das BAFU hat 2011/2012 bei den Vollzugsverantwortlichen der Kantone und ausgewählten Bundesstellen eine Analyse der Defizite beim Vollzug der Umweltvorschriften durchführen lassen. Die Umfrage hat ergeben, dass die Umweltvorschriften in der Schweiz unterschiedlich gut vollzogen werden und in Bereichen wie Landschaft, Boden, Arten, Biotope, aber auch in der Störfallvorsorge und im Grundwasserschutz eine Mehrheit der Vollzugsverantwortlichen einen Bedarf zur Stärkung des Vollzugs feststellen. Die Vollzugsforschung schafft wichtige Grundlagen zur Umsetzung der Umweltvorschriften.



Prioritäre Forschungsthemen 2017–2020

Kommentierung Umweltrecht: zur Kommentierung vorgesehene Erlasse

- > Bundesgesetz über den Natur- und Heimatschutz (SR 451)
- > Bundesgesetz über die Jagd und den Schutz wildlebender Säugetiere und Vögel (SR 922.0)
- > Bundesgesetz über die Fischerei (SR 923.0)
- > Waldgesetz (SR 921.0)

Kohärenz des Umweltrechts

- > Erarbeitung wissenschaftlicher Grundlagen für eine allfällige Vereinheitlichung und Zusammenfassung oder zumindest Verbesserung der Koordination der allgemeinen Bestimmungen der Umweltgesetzgebung
- > Erarbeitung wissenschaftlicher Grundlagen zur Verbesserung der bestehenden und zur Schaffung neuer Rechtsinstrumente des Umweltrechts

Vollzug und Aufsicht

- > Untersuchung der Erfolgsfaktoren des Vollzugs: Evaluation der unterschiedlichen Voraussetzungen in den Umweltbereichen und der Kommunikation zwischen Behörden und Zielgruppen
- > Better Regulation (Bessere Rechtsetzung): Untersuchung der Interaktionen zwischen Regulierung und Vollzug und von Zielkonflikten zwischen Regulierungen; Evaluation, welche Ansätze des Better-Regulation-Konzeptes der Europäischen Union in der Schweiz stärker berücksichtigt werden sollten

3.2.7 Umwelttechnologie

Ausgangslage und Problemstellung

Der Begriff Umwelttechnologie umfasst alle Technologien, Verfahren und Produkte (Güter und Dienstleistungen), die die Umweltbelastung reduzieren und eine nachhaltige Nutzung der natürlichen Ressourcen ermöglichen. Die Umwelttechnologieförderung des BAFU ist Teil der angewandten Umweltforschung im weiteren Sinn. Die Umwelttechnologieförderung konzentriert sich dabei auf die letzten Phasen im Innovationsprozess, namentlich durch die Unterstützung von Pilot- und Demonstrationsanlagen (Bundesrat 2013). Unterstützt werden ebenfalls flankierende Massnahmen zur Verbesserung der Ressourceneffizienz und zur Stärkung der Wettbewerbsfähigkeit der Schweizer Wirtschaft. So wird im Auftrag des BAFU seit 2014 das Netzwerk Reffnet betrieben. Dieses Netzwerk unterstützt Unternehmen mit Angeboten wie Veranstaltungen, einer Webseite sowie Beratung und Begleitung vor Ort, um die Ressourceneffizienz der Unternehmen im nicht-energetischen Bereich zu verbessern. Reffnet kann aber auch Projekte zur Entwicklung von Technologien und Verfahren anstoßen, die zur Lösung von festgestellten Schwierigkeiten in Betrieben beitragen.

Die Umwelttechnologieförderung deckt jene Phasen der Innovationskette ab, für die nach verschiedenen Untersuchungen nur wenig öffentliche Mittel und noch fast kein privates Risikokapital zur Verfügung stehen. Das Förderinstrument unterstützt Projekte aus allen in diesem Forschungskonzept aufgeführten Forschungsbereichen. Grundlagen- und angewandte Forschung zeigen häufig den Bedarf für die Entwicklung von Technologien oder Verfahren auf, die zur konkreten Problemlösung notwendig sind. Im Forschungsbereich Abfall- und Rohstoffmanagement werden beispielsweise Technologien zur Rückgewinnung von Wertstoffen wie Metallen oder Phosphor aus den Rückständen von Kehrichtverbrennungsanlagen oder Abwasserreinigungsanlagen weiterentwickelt. Die Entwicklung von technischen Massnahmen zur weiteren Emissionsminderung bei Motoren, industriellen Anlagen und Treibstoffen führen zu Verbesserungen der Luftqualität. Mit Verfahrensoptimierungen sowie Methodenentwicklungen wird die Elimination von Spurenstoffen aus dem Abwasser in Abwasserreinigungsanlagen verbessert. Untersuchungen zur Emissionsbegrenzung bei Fahrzeugen und Fahrbahnen, z. B. durch die Entwicklung von lärmarmen Reifen oder Straßenbelegen, leisten einen Beitrag bei der Lärmbekämpfung und dem Ruheschutz.

Andererseits werden im Rahmen der Umwelttechnologieförderung Technologien, Verfahren oder Produkte entwickelt, welche die Grundlagen- oder angewandte Forschung wiederum vorantreiben können. So ermöglicht beispielsweise



die Entwicklung eines leichten Vogel-Geodatenloggers die Zugrouten von kleinen Singvögeln zu erforschen. Dadurch können Massnahmen zum Schutz der Biodiversität auch im internationalen Kontext optimiert werden.

Die Umwelttechnologieförderung erfolgt im sogenannten bottom-up-Verfahren. Das BAFU führt in diesem Bereich bewusst keine strategische Forschungsplanung durch. Die Koordination mit den Prioritäten und Bedürfnissen der Umweltpolitik ist jedoch über die Vertretung der Fachabteilungen des BAFU in der Expertenkommission, die die Projektgesuche evaluiert, sowie über den Einbezug von Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern des BAFU in der Projektbegleitung gewährleistet. Der zur Verfügung stehende Kredit beträgt jährlich rund 4.3 Millionen Franken und wird als Finanzhilfe für innovative Projekte von Unternehmen, Hochschulen, Fachhochschulen oder weiteren Institutionen ausgerichtet. Förderwürdige Projekte werden nach den drei Hauptkriterien: Ökologie (Nutzen für den Umweltschutz und die nachhaltige Nutzung der Ressourcen), Ökonomie (Marktpotenzial) und Innovationsgrad beurteilt. Zusätzlich dazu werden das Teampotenzial der involvierten Akteure sowie weitere Beiträge des Projektes zur Nachhaltigkeit (soziale und volkswirtschaftliche Aspekte) berücksichtigt. Über die Aktivitäten und geförderten Projekte wird alle fünf Jahre Bericht erstattet (Bundesrat 2013).

3.2.8 Lärmbekämpfung und Ruheschutz

Ausgangslage und Problemstellung

Ruhe ist ein wertvolles Gut der Gesellschaft. Ständiger Lärm ohne Rückzugsmöglichkeiten und Erholungsphasen, speziell auch in der Nacht, verringert die Lebensqualität. Übermässiger Lärm ist gesundheitsschädigend, verursacht hohe volkswirtschaftliche Kosten und führt zu einer sozialen Entmischung von Quartieren. Die wichtigste Lärmquelle ist der Strassenverkehr, gefolgt von Eisenbahn- und Flugverkehr. In der Schweiz ist tagsüber jede fünfte Person an ihrem Wohnort schädlichem oder lästigem Strassenverkehrslärm ausgesetzt, in der Nacht jede sechste Person. Verdichtetes Wohnen, zunehmende Urbanisierung und Mobilitätsansprüche sowie die Entwicklung zu einer 24-Stunden-Gesellschaft dürften die Lärmproblematik weiter verschärfen. Die Nutzung von erneuerbaren Energien, z. B. durch Windturbinen oder Wärmepumpen, bringt zusätzliche Herausforderungen in Bezug auf die Begrenzung von Lärmemissionen. Von Erschütterungen sind rund 30 000 Menschen in der Schweiz betroffen. Hauptverursacherin ist die Eisenbahn.

Forschung und Entwicklung innovativer, lärmärmer Technologien helfen unerwünschte Geräusche an der Quelle zu verringern. Geeignete Materialien sowie planerische oder architektonische Massnahmen können die Klangqualität von urbanen Räumen verbessern. Das BAFU fördert auch Untersuchungen zu den gesundheitlichen Auswirkungen von Lärmbelastungen und evaluiert Anreizsysteme sowie weitere Möglichkeiten zur Förderung von lärmarmem Verhalten. Ebenso sind weitere Anstrengungen im Bereich der Erschütterungsbekämpfung nötig. Mit dem Forschungsprogramm Eisenbahnlärm (Bundesgesetz über die Lärmsanierung der Eisenbahnen, SR 742.144) werden Massnahmen entwickelt, damit zukünftige Angebotserweiterungen im Bahnverkehr ohne wesentliche Lärmzunahmen realisiert werden können.

Prioritäre Forschungsthemen 2017–2020

Emissionsbegrenzung an der Quelle

- > Forschung und Entwicklung in Technologien zur Emissionsbegrenzung bei Fahrzeugen und Flugzeugen, bei Fahrbahnen (lärmarme Beläge oder Schienen), Industrie- und Gewerbeanlagen, Waffensystemen, Geräten und Maschinen sowie Produktionsverfahren
- > Erforschung der Wirkung von Materialien und Materialeigenschaften auf die Schallausbreitung
- > Entwicklung von technischen Massnahmen zur Lärmbegrenzung von Windkraftwerken und Gebäudetechnik



- > Entwicklung von Massnahmen zur Sicherung der positiven Auswirkungen von Temporeduktionen auf den Strassenlärm

Anreize zur Lärmverminderung

- > Weiterentwicklung von Lärmausgleichssystemen
- > Entwicklung von Anreizsystemen für den Einsatz von leisen Reifen, Fahrzeugen und Geräten
- > Weiterentwicklung der «Community Based Social Marketing»-Methode zur Förderung von lärmarmem Kauf- oder Nutzungsverhalten

Auswirkungen von Lärm auf die Gesundheit und die Volkswirtschaft

- > Untersuchung gesundheitlicher Auswirkungen bei Strassen-, Bahn- und Fluglärm und weiteren Alltagslärm-situationen sowie Infraschall, u. a. durch Windkraftwerke (Dosis-Wirkungsbeziehungen, epidemiologische Untersuchungen, Krankheitsfälle und Medikamentenverbrauch) und Schätzung der dadurch verursachten Gesundheitskosten und verlorenen Lebensjahre bei einwandfreier Gesundheit (DALY)
- > Aktualisierung der wissenschaftlichen Grundlagen der Immissionsgrenzwerte
- > Untersuchung der kurz- und langfristigen Auswirkungen von Temporeduktionen bei Strassen auf die Störung der Bevölkerung

Erschütterungen

- > Weiterentwicklung und Überprüfung der Wirksamkeit von Methoden und Technologien zur Erschütterungsbegrenzung an der Quelle (Bahnbereich, Tramverkehr)
- > Reduktion der Erschütterungsausbreitung sowie Entwicklung von Prognosemethoden für Erschütterungen und Körperschall
- > Grundlagen für eine Erschütterungsverordnung

3.2.9 Schutz vor nichtionisierender Strahlung (NIS)

Ausgangslage und Problemstellung

Überall, wo Elektrizität erzeugt, transportiert und genutzt wird, entstehen niederfrequente elektrische und magnetische Felder. Mobil- und Rundfunksender sowie weitere Funkanwendungen erzeugen Strahlung im hochfrequenten Spektrum. In beiden Fällen handelt es sich um nichtionisierende Strahlung (NIS). Die Belastung von Mensch und Umwelt durch NIS nimmt wegen des rasanten Ausbaus der mobilen Telekommunikation und der Elektrifizierung des Lebensraums laufend zu.

Die Wirkung nichtionisierender Strahlung auf den Menschen hängt von Intensität, Frequenz und teilweise der Modulation der Strahlung ab. Intensive Strahlung niedriger Frequenz kann Nervenimpulse und unwillkürliche Muskelkontraktionen auslösen. Intensive hochfrequente Strahlung kann zu einer Erwärmung des Körpergewebes führen. International geltende Grenzwerte schützen vor solchen Belastungen. Auch eine schwache Strahlung kann Hirnströme verändern sowie die Durchblutung und den Stoffwechsel des Gehirns beeinflussen. Das Nationale Forschungsprogramm 57 «Nichtionisierende Strahlung, Umwelt und Gesundheit» hat solche Wirkungen bestätigt. Unklar ist derzeit, ob und unter welchen Bedingungen sie gesundheitlich relevant sind. Gestützt auf epidemiologische Untersuchungen hat die Weltgesundheitsorganisation (WHO) sowohl niederfrequente Magnetfelder als auch hochfrequente Strahlung als möglicherweise kanzerogen für den Menschen klassifiziert. Erste Ergebnisse lassen überdies vermuten, dass bereits schwache Belastungen eine Rolle bei der Entstehung neurodegenerativer Erkrankungen spielen könnten. Die Wirkungsmechanismen für diese nachgewiesenen oder vermuteten Niedrigdosis-Effekte sind unbekannt. Ungelöst ist auch die Frage, wie die von ca. 5 % der Bevölkerung geltend gemachte Elektrosensibilität einzuordnen ist. Aufgrund der technologischen Dynamik im Funkbereich (z. B. drahtlose Kommunikation zwischen Geräten, «Internet der Dinge») wird die Grundbelastung weiter ansteigen. Angeichts der unklaren Risikolage und der Zunahme der Belastung kommt der vorsorglichen Minimierung von Emissionen und Immissionen durch die Optimierung bestehender Technologien und die Entwicklung von neuen, strahlungsarmen Technologien grosse Bedeutung zu. Um die Entwicklung der Strahlungsbelastung zu überwachen und mögliche gesundheitliche Auswirkungen zu erkennen, müssen verlässliche Daten im Rahmen eines Monitorings erhoben werden.



Prioritäre Forschungsthemen 2017–2020

Auswirkungen von NIS auf die Gesundheit der Bevölkerung

- > Durchführung von prospektiven epidemiologischen Studien zu schwacher Hochfrequenzbelastung
- > Verbesserung des Verständnisses der biophysikalischen Wirkungsmechanismen schwacher NIS
- > Untersuchung der Dosis-Wirkungsbeziehungen und gesundheitlichen Relevanz etablierter Effekte bei schwacher Strahlung
- > Früherkennung potenzieller Gesundheitsrisiken von neuen Technologien
- > Identifikation und Charakterisierung besonders empfindlicher Bevölkerungsgruppen
- > Untersuchung synergistischer Wirkungen von NIS mit anderen Agenzien (z. B. Medikamente, Belastung durch Chemikalien, Luftverschmutzung)
- > Auswertung des Monitorings der internationalen Forschung zu NIS

NIS-Monitoring

- > Weiterentwicklung von Mess- und Simulationsmethoden für ein bevölkerungsbezogenes NIS-Monitoring (insb. im Hinblick auf neue Quellen wie z. B. dem «Internet der Dinge»)
- > Technologiefolgenabschätzungen für NIS-relevante Innovationen

Störwirkung von künstlichem Licht in der Umwelt

- > Untersuchung der Störwirkung verschiedener umweltrelevanter Lichtquellen für den Menschen (Blendung, Belästigung)
- > Untersuchung der Störwirkung für lichtempfindliche Arten und Ökosysteme

3.2.10 Altlasten

Ausgangslage und Problemstellung

In den letzten hundert Jahren hat die Bevölkerungs- und Wirtschaftsentwicklung in der Schweiz Spuren in Boden und Untergrund hinterlassen. An vielen Standorten wurden Abfälle abgelagert, welche mittlerweile zu Altlasten geworden sind. Von Abfalldeponien, Betriebs- oder Unfallstandorten sowie Schiessplätzen können umweltgefährdende Stoffe in die Umwelt gelangen. Diese Schadstoffe stellen eine Bedrohung für Grundwasser, Oberflächengewässer, Boden und die Luft dar, können die dort vorkommenden Lebewesen beeinträchtigen und akute oder chronische Erkrankungen bei Menschen auslösen. Die Substanzen können sehr mobil, sehr langlebig sein oder aber innerhalb weniger Jahrzehnte von der Natur abgebaut werden. Insbesondere im dichtbesiedelten und industriell intensiv genutzten Schweizer Mittelland liegen viele belastete Standorte in der Nähe von empfindlichen Grundwasservorkommen und die Gefährdung, welche von einer Altlast ausgeht, muss eingeschätzt und ggf. die notwendigen Massnahmen zur Begrenzung dieser Gefährdung eingeleitet werden.

In der Schweiz sind rund 38 000 mit Abfällen belastete Standorte in den Katastern von Bund und Kantonen erfasst. Von etwa 4 000 Standorten ist anzunehmen, dass sie Mensch oder Umwelt gefährden und daher saniert werden müssen. Die Kosten für das Aufräumen der «Sünden von gestern» werden auf 5 Milliarden Franken geschätzt.

Bei der Altlastenbearbeitung wird die Umweltbelastung untersucht und das Gefährdungspotenzial des belasteten Standorts abgeschätzt. Ausgehend vom Schadstoff- und Freisetzungspotenzial werden die belasteten Standorte anschliessend überwacht oder saniert. Somit können Quellen von Belastungen gestoppt und die Gefahren langfristig und nachhaltig beseitigt werden. Herausfordernd ist, dass es sich häufig um sehr komplexe Situationen handelt, auf die rasch reagiert werden muss.



- > Weiterentwicklung von Methoden zur Gefährdungsabschätzung von belasteten Standorten (Schadstoffpotenzial, Freisetzungspotenzial, Exposition der Schutzgüter Boden, Wasser, Luft)
- > Untersuchung und Gefährdungsabschätzung von belasteten Standorten in Karstgebieten
- > Untersuchungen zum Umweltverhalten und zur Ökotoxikologie von Schadstoffen sowie Risikobewertung von Schadstoffen in belasteten Sedimenten
- > Entwicklung von Methoden zur Abschätzung neu festgestellter Schadstoffbelastungen (Emerging Pollutants)
- > Anpassen von Richt-, Prüf- und Sanierungswerten an neue Erkenntnisse im Bereich der Human- und Umwelttoxikologie

Sanierungen und Überwachung

- > Weiterentwicklung von Massnahmen und Methoden zur Sanierung von belasteten Standorten
- > Entwicklung von Methoden zur Behandlung und Entsorgung von ausgebaggertem Material
- > Aufbau von Langzeitmesssystemen und in situ Analysen, Entwicklung von Passivsammelnern

Prioritäre Forschungsthemen 2017–2020

Untersuchungen von belasteten Standorten und anderen Bodenbelastungen

- > Untersuchungen zum Verhalten und zur Gefährdungsabschätzung von Belastungen durch polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffen (PAK)
- > Entwicklung von Methoden zur Untersuchung und Gefährdungsabschätzung von Belastungen mit chlorierten Kohlenwasserstoffen (CKW)

3.2.11 Luft

Ausgangslage und Problemstellung

Die Luft ist in der Schweiz seit Mitte der 1980er-Jahre dank national und international getroffener lufthygienischer Massnahmen deutlich sauberer geworden. Dennoch liegen die Belastungen durch Feinstaub (PM10), Ozon und Stickoxide weiterhin über den gesetzlichen Immissionsgrenzwerten. In der Schweiz sterben wegen der Luftverschmutzung jährlich rund 3000 Personen vorzeitig. Durch Erkrankungen des Herz-Kreislauf-Systems, der Atemwege oder durch Krebserkrankungen entstehen Gesundheitskosten von rund 4 Milliarden Franken pro Jahr. Sensible Gruppen wie Kinder sowie ältere und kranke Personen sind besonders betroffen. Hohe Stickstoffeinträge aus Ammoniak- und Stickoxidemissionen führen zur Überdüngung von Ökosystemen und Versauerung von Böden, belasten die Wasserqualität und beeinträchtigen die Biodiversität.

Um die Bevölkerung und die Ökosysteme vor den Auswirkungen der Luftschatdstoffe zu schützen und um die Luftqualität weiter zu verbessern, müssen die Emissionsgrenzwerte laufend angepasst und die Abgasgrenzwerte bei Motorfahrzeugen, Heizungen, landwirtschaftlichen und industriellen Anlagen an den besten Stand der Technik angepasst werden. Die wissenschaftlichen Grundlagen für die Immissionsgrenzwerte und die kritischen Belastungswerte müssen regelmässig überprüft und bewertet werden. Die Auswirkungen von Luftschatdstoffen auf die Gesundheit der Bevölkerung und die Ökosysteme sind zu untersuchen und die Massnahmen zu deren Reduktion sowie die Methodik zur Messung der Luftschatdstoffe weiter zu entwickeln. Aktuelle Themen sind Feinstaub, Russ, flüchtige organische Verbindungen sowie Stickoxide und Ammoniak. Auf internationaler Ebene engagiert sich das BAFU in den Gremien des Übereinkommens über weiträumige grenzüberschreitende Luftverunreinigung (UNECE LRTAP Convention, SR 814.032) und seiner sieben Zusatzprotokolle.

Prioritäre Forschungsthemen 2017–2020

Auswirkungen von Luftschatdstoffen auf die Gesundheit der Bevölkerung und die Ökosysteme

- > Untersuchung chronischer Wirkungen auf ältere Personen und auf Personen mit genetischen Prädispositionen oder Herz-Kreislaufschwächen sowie Ermittlung der verursachten Gesundheitskosten
- > Untersuchung der Schadstoffzusammensetzung und deren Toxizität von einzelnen Emittentengruppen (Verkehr, Holzfeuerungen usw.)



- > Untersuchung der Auswirkungen von Luftschatdstoffen auf sensitive Ökosysteme sowie dynamische Modellierung deren Regeneration
- > Weiterentwicklung von kritischen Belastungswerten (critical loads/levels) für Ozon, Schwermetall- und Stickstoffeinträge in die Umwelt
- > Risikoabschätzung von Luftschatdstoffen und deren synergetischen Wirkungen

Weiterentwicklungen von Massnahmen zur Reduktion der Luftbelastung

- > Weiterentwicklung von Möglichkeiten zur Minderung der Feinstaub-Emissionen von Holzfeuerungen
- > Erforschung der Möglichkeiten zur Minderung der Ammoniak-Emissionen der Landwirtschaft, v. a. bei der Tierhaltung und Gülleverwertung
- > Entwicklung von Massnahmen zur weiteren Emissionsminderung bei Motoren, industriellen Anlagen und Treibstoffen

Weiterentwicklung der Methoden zur Messung und Modellierung von Luftschatdstoffen (Emissionen und Immissionen)

- > Weiterentwicklung der Methoden zur Messung von Spuren-gasen (z. B. Ammoniak, persistente organische Schadstoffe POP) und feinen Partikeln
- > Weiterentwicklung der Feinpartikel- und Ozonmodellierung (Ferntransport, Höhenprofile, Zusammenhänge Emission-Immission)
- > Untersuchung der chemischen Zusammensetzung (PAK, Schwermetalle usw.) und physikalischen Eigen-schaften (Oberfläche, Anzahl usw.) von Partikeln

3.2.12 Boden

Ausgangslage und Problemstellung

Der Boden erfüllt zahlreiche ökologische und ökonomische Funktionen und ist für Mensch und Umwelt von grundlegender Bedeutung. Er wirkt als Filter, Puffer oder Speicher von Schadstoffen und er reguliert die natürlichen Wasser- und Stoffkreisläufe. Gleichzeitig ist er der grösste terrestrische Kohlenstoffspeicher (*Regulierungsfunktion*). Boden ist auch Lebensraum und ein zentraler Pool für die biologische Vielfalt (*Lebensraumfunktion*). Zudem liefert er Nahrung und Biomasse (*Produktionsfunktion*) sowie Rohstoffe wie Kies, Lehm und Sand (*Rohstofffunktion*) und dient als Plattform für die meisten menschlichen Tätigkeiten (*Trägerfunktion* für Infrastruktur, Erholung und Kultur). Böden sind auch ein wertvolles Archiv der Natur- und Kulturgeschichte (*Archivfunktion*). Die zahlreichen Bodenfunktionen werden durch die Bodeneigenschaften, den physikalisch-chemisch-biologischen Zustand des Bodens bestimmt und ermöglichen unterschiedliche Formen der Nutzung. Diese beeinflussen wiederum die Eigenschaften des Bodens.

Sind eine oder mehrere dieser Funktionen geschädigt, dauert die Regeneration meist Generationen. Die Hauptursachen für den Verlust fruchbarer Böden sind der fortschreitende Bau von Siedlungen, Freizeitanlagen, Strassen und weiteren Infrastrukturen. Jede Sekunde gehen in der Schweiz 0,7 m² Kulturland verloren. Zudem werden die Böden durch Schadstoffeinträge, Erosion und Verdichtung beeinträchtigt. Um die Bodenfunktionen langfristig erhalten zu können, müssen die Zusammenhänge zwischen den Bodeneigenschaften, den Bodenbelastungen und den Bodenfunktionen besser verstanden werden. Im NFP 68 «Nachhaltige Nutzung der Ressource Boden» werden deshalb Grundlagen für politische Entscheidungsprozesse erarbeitet, die sowohl die ökologischen als auch die ökonomischen Funktionen des Bodens berücksichtigen und eine nachhaltige Nutzung der Ressource Boden in der Schweiz ermöglichen.

In der Schweiz fehlt ein integrales Konzept zum nachhaltigen Umgang mit dem Boden. Aus diesem Grund erarbeiten das BAFU, das BLW und das ARE zusammen mit weiteren Partnern eine nationale Bodenstrategie. Zudem soll in Erfüllung der Motion Müller-Altermatt (12.4230 Mo) ein nationales Kompetenzzentrum Boden als Gewinn für Landwirtschaft, Raumplanung und Hochwasserschutz aufgebaut werden.



Prioritäre Forschungsthemen 2017–2020

Bodeneigenschaften und Bodenfunktionen

- > Standardisierte Erhebung der Bodeneigenschaften (Entwicklung von Methoden und Kartierung)
- > Modellierung und Bewertung der Bodenfunktionen anhand der Bodeneigenschaften
- > Verbesserung des Systemverständnisses der Ressource Boden, insbesondere der Bodenbiodiversität
- > Untersuchung der Rolle der Bodenfunktionen für die Gefahrenprävention, den Gewässerschutz, das Klima und die Land- und Waldwirtschaft
- > Entwicklung von Kriterien für den Bodenschutz und die Raumplanung
- > Entwicklung von Indikatoren für die Bodenfruchtbarkeit sowie Erfassung und Beurteilung des organischen Kohlenstoff-Gehalts im Boden

Beurteilung der physikalischen Bodenbelastungen

- > Abschätzung und Validierung der Erosionsrisiken und Entwicklung von Massnahmen zu deren Vermeidung
- > Entwicklung von Methoden zur Messung von Verdichtungen und Abschätzung der Verdichtungsgefährdung
- > Untersuchung der Auswirkungen von Terrainveränderungen auf die Bodenfruchtbarkeit

Beurteilung der biologischen und chemischen Belastungen

- > Erfassung und Beurteilung biologischer Belastungen
- > Untersuchung des Umweltverhaltens (Transport und Abbau) von organischen Schadstoffen, Validierung der Modelle durch Feldmessungen sowie Gefährdungs- und Risikoabschätzung im Hinblick auf die Bodenfunktionen
- > Erarbeitung von Belastungswerten für organische Schadstoffe für die Gesetzgebung und den Vollzug
- > Entwicklung von Empfehlungen für einen optimalen Einsatz der Sanierungstechnologien

3.2.13 Wasser

Ausgangslage und Problemstellung

Flüsse, Seen und Grundwasserleiter sind wichtige Ökosysteme mit grosser natürlicher Vielfalt. Eine integrale Wasserwirtschaft fördert die nachhaltige Bewirtschaftung der Gewässer, um ihre natürlichen Funktionen zu erhalten, sie optimal zur Stromproduktion, Wasserversorgung und Bewässerung nutzen zu können und Menschen, Umwelt und Infrastrukturen wirksam vor den Gefahren des Wassers zu schützen. Dazu braucht es eine verbesserte Kenntnis des hydrologischen Gesamtsystems. Die Auswirkungen der Klimaänderung auf die Gewässer und die Wirkung anthropogener Beeinträchtigungen auf die Ökologie der Gewässer müssen verstanden werden. Es werden Modelle benötigt, um Wasser- und Stoffflüsse zu modellieren und zu prognostizieren.

Für die Revitalisierung der Gewässer und die Minde-
rung negativer ökologischer Auswirkungen der Wasserkraft-
nutzung müssen Methoden für die Wirkungskontrolle und
ein Monitoring von Renaturierungsmassnahmen erarbeitet
werden. Trotz effizienter gesetzgeberischer Instrumente und
gutem Ausbaustandard der Kläranlagen gelangen gewisse
Substanzen in die Gewässer. Bereits in tiefen Konzentrationen
können diese negativ auf Wasserlebewesen einwirken
oder das Trinkwasser belasten. Der Ausbau von ausgewählten
Abwasserreinigungsanlagen und die Einführung einer Abwas-
serabgabe zur Elimination von Spurenstoffen im Abwasser
sind ab dem 1. Januar 2016 vorgesehen. Die Verfahren zur
Elimination von organischen Spurenstoffen müssen noch wei-
ter optimiert werden. Kenntnisstücke bei der Beurteilung von
Stoffeinträgen und deren Effekten auf die Gewässer sollen
geschlossen und die Methodik zur Beurteilung der Gewässer-
qualität vervollständigt werden.

Prioritäre Forschungsthemen 2017–2020

Hydrologisches Systemverständnis und Gewässermonitoring

- > Verbesserung des Verständnisses der Abflussbildung sowie der Auswirkungen der Klimaänderung auf den gesamten Wasserhaushalt
- > Vertiefung der Kenntnisse über Interaktion von Grundwasser und Oberflächenwasser
- > Weiterentwicklung von Methoden für Abfluss- und Wasserstandsmonitoring (z. B. bei Hochwasser)
- > Optimierung der Methoden für das Monitoring der Wasserqualität sowie der nationalen Messnetze für Grundwasser und Oberflächengewässer
- > Erarbeitung von Grundlagen und Methoden für die In-
wertsetzung von Monitoringdaten (z. B. Bodenkarten für hydrologische Untersuchungsgebiete, Synthesen)



Hydrologische Vorhersage

- > Verbesserung der Modelle und operationellen Vorher-
sagen für Hochwasser, v. a. durch Integration neuer
Bodeninformationen, Wetterprodukte, Schneakkumula-
tion und Schneeschmelze sowie Gletscherabfluss
- > Weiterentwicklung der Vorhersage von Gewässer-tem-
peraturen und Bodenfeuchte sowie der Niedrigwasser-
prognose
- > Flächenhafte Modellierung von Grundwasserneu-
bildungsprozessen

Sauberes Wasser/Umweltverhalten und Auswirkungen von Schadstoffen

- > Situationsanalysen und Modellabschätzungen von Schad-
stoffen im Wasser und Abwasser
- > Beurteilung von Stoffeinträgen und deren Auswirkungen aus verschiedenen, insbesondere diffusen Quellen
- > Weiterentwicklung von Methoden zur Beurteilung der stofflichen Verunreinigung und des biologischen Zustands von Gewässern und Sedimenten
- > Verfahrensoptimierung sowie Entwicklung von Methoden für Monitoring und Erfolgskontrolle von Massnahmen zur Elimination von Spurenstoffen im Abwasser
- > Situationsanalyse im planerischen Grundwasserschutz (Nutzungskonflikte, Defizite, Stoffeinträge, Wärmenutzung)

Nachhaltige Nutzung von Wasser und Gewässern

- > Entwicklung von Methoden für die Wirkungskontrolle und das Monitoring von Revitalisierungsmassnahmen und von Massnahmen zur Sanierung im Bereich Wasserkraft
- > Ursachen-Wirkungsbeziehung zwischen anthropogen Ein-
flüssen auf Gewässermorphologie, Geschiebeaushalt und Wasserführung und dem Vorkommen aquatischer und terrestrischer Organismen sowie ökologischer Prozesse
- > Untersuchung des Potenzials der Kälte- und Wärmenut-
zung in Gewässern und deren Auswirkung auf die Erhal-
tung der aquatischen Biodiversität

3.2.14 Biodiversität

Ausgangslage und Problemstellung

Der Rückgang der Biodiversität, ihre Existenz- und Nutzwerte und die Massnahmen zu ihrer Erhaltung und Förderung sind zentrale Anliegen für das BAFU. Der Handlungsbedarf wurde erkannt und der Forschungsbedarf im Rahmen der Erarbeitung des Aktionsplanes zur Strategie Biodiversität Schweiz erhoben. Gefragt ist ein interdisziplinäres Forschungsprogramm, das Ursachen und Konsequenzen von Biodiversitätsveränderungen thematisiert, die Rolle der Biodiversität für das Funktionieren der Ökosysteme und deren Leistungen für die Gesellschaft beantwortet und Massnahmen daraus ableitet.

Ein interuniversitäres Forschungskompetenzzentrum soll die angewandte Forschung stärken. Die Synthese sowie die zielgruppengerechte Aufbereitung von vorhandenem und neu gewonnenem Biodiversitätswissen leisten einen wichtigen Beitrag zur Lösung der aktuell erkannten Probleme. Der Aufbau einer nationalen Plattform zur Zusammenarbeit mit der Intergovernmental Platform on Biodiversity and Ecosystem Services (IPBES) trägt dazu bei, Grundlagenwissen zu Status und Trends der Biodiversität und Ökosystemen regional und global zu erfassen.

Eine weitere Herausforderung für die Biodiversitätsforschung liegt in der Kernfrage, wie viel und welche Biodiversität nötig ist, damit Ökosystemleistungen nachhaltig gesichert sind. Darin enthalten ist auch die Frage der Zielkonflikte zwischen der Erhaltung der Biodiversität und ihrer Nutzung, z. B. im Bereich der land- und waldwirtschaftlichen Nutzung, bei der Siedlungsentwicklung, beim Ausbau der erneuerbaren Energien und bezüglich des Klimawandels. Um den Vollzug bestehender Gesetze zu verbessern, ist es zudem unerlässlich, das Thema Biodiversität um geistes- und sozialwissenschaftliche Aspekte zu erweitern.

Prioritäre Forschungsthemen 2017–2020

Funktionalität von Ökosystemen

- > Untersuchung der Anpassungsfähigkeit von Arten und Ökosystemen an veränderte Lebensbedingungen (Klimawandel, Landnutzungsänderungen, Veränderung der Lebensraumqualität z. B. durch Schadstoffe oder Störungen)
- > Untersuchung der Resilienz von Ökosystemen und Bestimmung kritischer Schwellenwerte (tipping points)
- > Analyse und Bestimmung der wichtigsten Einflussgrößen für die langfristige Sicherstellung von Ökosystemleistungen



Erhaltung von genetischer Vielfalt, Arten und Lebensräumen

- > Untersuchungen zur Ökologie und der genetischen Diversität von Arten
- > Untersuchungen zur Überlebensfähigkeit und zum Evolutionspotenzial von Populationen und Metapopulationen
- > Untersuchung des Bedarfs der Populationen bezüglich Lebensraumvernetzung, Entwicklungen von Entscheidungsgrundlagen zu Flächenbedarf, Qualität und Verteilung für den Aufbau der ökologischen Infrastruktur
- > Identifizierung und Entwicklung von evidenzbasierten Fördermassnahmen für national priorisierte Arten
- > Analyse evidenzbasierter Praktiken für die Bewirtschaftung von Schutz- und Vernetzungsgebieten, biodiversitätsrelevanten Wald-, Gewässer-, Landwirtschafts- und Siedlungsflächen sowie zur Eindämmung von invasiven gebietsfremden Pflanzen- und Tierarten
- > Optimierung der Monitoringmethoden für Arten und Lebensräume, Erfolgskontrollen von Massnahmen zur Förderung der Biodiversität

Vom Wissen zum Handeln

- > Weiterentwicklung von praxistauglichen Methoden für die Inwertsetzung und Berücksichtigung der Biodiversität und ihrer Ökosystemleistungen bei der Planung sowie zur Integration der sozialen, politischen, ethischen, wirtschaftlichen, rechtlichen und psychologischen Dimension in die Entscheidungsfindung (partizipativer Prozess, Gouvernanz) in biodiversitätsrelevanten Themen
- > Weiterentwicklung von Indikatoren zu Veränderungen von Zustand und Funktionalität der Biodiversität für eine akteurspezifische Kommunikation und den Wissenstransfer
- > Entwicklung von Methoden für Dialog und Wissenstransfer zwischen Akteuren sowie um verschiedene Zielgruppen für die Förderung der Biodiversität zu engagieren

3.2.15 Landschaft

Ausgangslage und Problemstellung

Landschaft umfasst den Raum, wie er vom Menschen wahrgenommen wird und entsteht durch die Wechselwirkung von natürlichen und menschlichen Faktoren. Die Landschaft ist Lebensraum für Menschen, Tiere und Pflanzen, vielfältiger Erholungs- und Identifikationsraum sowie Ausdruck des kulturellen Erbes und der naturräumlichen Entwicklung. Sie ist Wirtschaftsraum und ein wichtiger Teil des Wohnumfeldes und der Wohnqualität. Landschaften erbringen somit Leistungen mit Nutzen für den Menschen sowie als räumliche Basis für die Biodiversität und die Regenerationsfähigkeit der natürlichen Ressourcen.

Die Raumentwicklung, die wesentlich von gesellschafts-, finanz- und wirtschaftspolitischen Interessen geprägt wird, hat bedeutende Auswirkungen auf die Landschaftsqualität. Die Degradation der Landschaft durch Zersiedlung und negative Auswirkungen durch die Landnutzungen (Zielkonflikte), stellen ungelöste Probleme für die nachhaltige Erbringung der Landschaftsleistungen dar. Insgesamt wird die Landschaft nicht entsprechend ihrer Bedeutung in die Entscheidungsprozesse anderer Sektoralpolitiken einbezogen.

Die Landschaftsstrategie des BAFU zeigt den Handlungsbedarf auf. Sie hat zum Ziel, Landschaft unter Wahrung ihres Charakters weiterzuentwickeln und Landschaftsleistungen dauerhaft zu sichern (BAFU 2011). Die Forschung soll einen Beitrag zu dieser Zielsetzung leisten, um die Qualitäten und Werte der Landschaft sichtbar zu machen, zu erhalten und weiter zu entwickeln.

Das Zentrum Landschaft der Eidgenössischen Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft (WSL) deckt viele wichtige Gebiete der Landschaftsforschung im deutschsprachigen Raum ab. An mehreren (Fach-) Hochschulen setzen sich Forschende mit Teilespekten der Landschaft auseinander, doch häufig fehlt der notwendige Blick für die gesamte Leistungen – und damit die umfassende Bedeutung – der Landschaft. Die gesamtheitliche Betrachtung des Forschungsthemas Landschaft ist notwendig, damit in Zukunft landschaftliche Aspekte bei politischen Entscheiden wie z. B. der Energiewende oder der Entwicklung von Agglomerationen berücksichtigt werden können. Ein besonderes Augenmerk soll auf die Erarbeitung von Synthesen für die Praxis gelegt werden.



Prioritäre Forschungsthemen 2017–2020

Landschaftsqualitäten

- > Untersuchung der Wirkungszusammenhänge zwischen der Landschaftsqualität und politischen, institutionellen und ökonomischen Treiber der Zersiedlung und Landnutzung (insbesondere Energiewende). Dabei ist der Wirkung der landschaftlichen Instrumente des Bundes (BLN, Pärke) eine besondere Aufmerksamkeit beizumessen.
- > Entwicklung von Szenarien über die Auswirkungen von Zersiedlung und Landnutzung auf die Landschaftsqualität und -leistungen

Landschaftsleistungen

- > Untersuchung der Ansprüche der Gesellschaft an die Landschaft, Identifikation von Zielkonflikten und Erarbeitung von Strategien zur Erhaltung der Landschaftsleistungen
- > Untersuchung der Landschaftsleistungen im Bereich Erholung und Gesundheit, ästhetischer Genuss, Identifikation und Vertrautheit sowie Standortattraktivität
- > Erarbeitung von methodischen Ansätzen zur Erfassung und räumlichen Darstellung der verschiedenen Landschaftsleistungen sowie Schnittstellen zu den Ökosystemleistungen

Vom Wissen zum Handeln (Gouvernanz)

- > Erarbeitung einer Methodik zur wirksamen Umsetzung von Landschaftsqualitätszielen in politischen, institutionellen und ökonomischen Entscheidungsprozessen (Politikkohärenz)
- > Entwicklung von Planung- und Entscheidungstools zur Visualisierung von langfristigen Landschaftsentwicklungs-szenarien (z. B. durch den Einfluss des Klimawandels)

3.2.16 Wald und Holz

Ausgangslage und Problemstellung

Rund ein Drittel (31,7 %) der Schweizer Landesfläche ist bewaldet. Der Wald schützt vor Naturgefahren, liefert Holz, ist Lebensraum für Pflanzen und Tiere, bietet Erholungsraum und trägt zur Erhaltung der landschaftlichen Vielfalt bei. Die Erwartungen an den Schweizer Wald sind entsprechend vielfältig. Gleichzeitig sind die Funktionen des Waldes durch hohe Stickstoffeinträge, Schadorganismen sowie den Klimawandel gefährdet. Mit der Waldpolitik 2020 schafft der Bund die Rahmenbedingungen für eine nachhaltige, effiziente und innovative Waldbewirtschaftung (BAFU 2013). Die Ressourcenpolitik Holz definiert die Ziele für eine nachhaltige Nutzung der Ressource Holz aus einheimischen Wäldern und eine ressourceneffiziente Verwertung der Ressource. Im Rahmen des Aktionsplans Holz werden u. a. wissenschaftliche Grundlagen dazu erarbeitet.

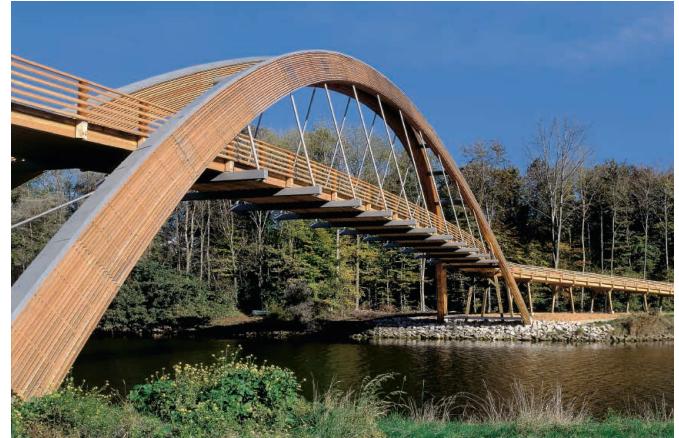
Seit 2010 werden im NFP 66 «Ressource Holz» Grundlagen und Lösungsansätze für eine bessere Verfügbarkeit und Nutzung der Ressource Holz erarbeitet. Mit dem Wald- und Holzforschungsfonds wird die Entwicklung innovativer Technologien zur Verarbeitung und Verwendung des einheimischen Holzes gefördert. Unterstützt werden auch der Wissens- und Erfahrungstransfer sowie die Koordination von Forschungsaufgaben im Bereich Holzproduktion und Holzverwendung. Der Fonds wird von Bund und Kantonen getragen. Um zu klären, welche Waldleistungen durch den Klimawandel gefährdet sind und wie die Adaptation der schweizerischen Wälder gefördert werden könnte, haben BAFU und WSL 2009 das Forschungsprogramm «Wald und Klimawandel» gestartet.

Die Klimaveränderung und die stetig zunehmenden internationalen Handels- und Personenströme führen dazu, dass immer mehr Arten neue Lebensräume fern ihres Ursprungsgebietes erreichen und zum Teil ein erhebliches Risiko für den Wald darstellen können. Um den Schweizer Wald vor schädlichen Auswirkungen durch besonders gefährliche Schadorganismen zu schützen, ist deren Einschleppung und Ausbreitung zu verhindern.

Prioritäre Forschungsthemen 2017–2020

Wald und Klimawandel

- > Wald und Klimawandel: Entwicklung von Adaptationsstrategien und -instrumenten
- > Entwicklung von Massnahmen zur Optimierung der Klimaschutzleistung von Wald und Holz (Mitigation)



- > Untersuchung der genetischen Vielfalt in Bezug auf das Anpassungspotenzial verschiedener Genotypen und der Auswirkungen gebietsfremder und invasiver Arten
- > Untersuchung der Auswirkungen von kombinierten Einflussfaktoren auf den Waldzustand (Ozonbelastung, Stickstoffeintrag, Bodenversauerung und Nährstoffmängel durch Stickstoffeintrag, Schadorganismen, Klimawandel)
- > Untersuchung von Ausmass und Folgen der Verbissbelastung durch Wild (inkl. Einfluss Grossraubtiere) auf die Baumartenzusammensetzung und damit die Anpassungsfähigkeit der Wälder

Holznutzung und Waldwirtschaft

- > Untersuchungen zur ressourceneffizienten Nutzung von Holz, Lebenszyklusbetrachtungen, nachhaltiges/verdichtetes Bauen, stoffliche/chemische Laubholzverwertung (insb. Buchenholz), Holzhandelsregulierung, Deklarationspflicht, Brandschutz, Schallschutz, Holzschutz im mehrgeschossigen Holz(-Hybrid)-Bau
- > Entwicklung innovativer Technologien zur Verarbeitung und Verwendung des einheimischen Holzes
- > Entwicklung von Massnahmen zur Verbesserung der Waldwirtschaft und Optimierung des waldökonomischen Monitorings

Waldschutz und Waldbiodiversität

- > Untersuchung der abiotischen Gefahren (Waldbrand) und der biotischen Gefahren (Schadorganismen)
- > Untersuchungen und Entwicklung von Methoden zum Monitoring von Naturwaldreservaten und Sonderwaldreservaten, für nachhaltiges Totholzmanagement und zur Förderung prioritärer Artengruppen (seltene Arten, Insekten, xylobionte Fauna)

3.2.17 Abfall- und Rohstoffmanagement

Ausgangslage und Problemstellung

Die Abfallwirtschaft der Schweiz ist ein gut funktionierendes Gesamtsystem, das in Zusammenarbeit mit allen öffentlichen und privaten Akteuren bedeutende Verbesserungen im Umweltschutz und in der Ressourcenpolitik erzielen konnte. Ein grosses Gewicht wird auf die Verwertung gelegt und das Verursacherprinzip konnte weitgehend umgesetzt werden. Während die Abfallpolitik der letzten Jahrzehnte auf die umweltgerechten Abfallbehandlung und Emissionsbegrenzung von Schadstoffen in Luft, Boden und Wasser ausgerichtet war, hat ein Paradigmenwechsel hin zu einer Abfall- und Rohstoffpolitik stattgefunden (Kreislaufwirtschaft).

Neben der Beibehaltung von hohen Standards bei der Abfallbehandlung, beinhalten die Ziele der zukünftigen Abfall- und Rohstoffpolitik die Schliessung noch offener Stoffkreisläufe bei gleichzeitiger Ausschleusung von Schadstoffen. Durch den vermehrten Einsatz von rezyklierten Materialien und Sekundärrohstoffen können Primärressourcen gesichert und das Abfallaufkommen gesenkt werden. Dies erfordert neue wissenschaftliche Grundlagen, z.B. über Stoffströme, Methoden zur Rückgewinnung von Rohstoffen oder Einsatzmöglichkeiten von Sekundärrohstoffen.

Prioritäre Forschungsthemen 2017–2020

Abfallbehandlungsanlagen und Rückgewinnung von Wertstoffen (seltere technische Metalle, Phosphor)

- > Energetische und ökonomische Optimierung von Abfallanlagen
- > Weiterentwicklung von Technologien zur Rückgewinnung von Wertstoffen aus Verbrennungsrückständen mit gleichzeitiger Auskopplung von Schadstoffen
- > Optimierung der Verwertung von separat gesammelten Abfällen
- > Optimale Nutzung und Recycling von seltenen Metallen, inkl. Rückgewinnung aus Abfall und Verwertungsverfahren; insbesondere aus Elektronikschrott
- > Entwicklung chemischer und physikalischer Analysemethoden für Metallgemische und Kleinstkonzentrationen
- > Entwicklung von Strategien, Massnahmen und Technologien zur Rückgewinnung von Phosphor
- > Entwicklung einer neuen Düngerkategorie für mineralische Recyclingdünger



Nachhaltige Nutzung von biogenen Abfällen

- > Entwicklung von Strategien und Massnahmen für die optimale stoffliche und energetische Nutzung von biogenen Abfällen, insbesondere von Lebensmittelabfällen
- > Weiterentwicklung von Technologien zur Rückgewinnung von Nährstoffen

Verwendung von Recyclingbaustoffen und Deponien der Zukunft

- > Entwicklung von Strategien und Massnahmen für den nachhaltigen Umgang mit Bauabfällen, Aushub- und Ausbruchmaterial sowie Baustoffen
- > Weiterentwicklung von Technologien zur Probenahme, Analyse und Aufbereitung von Bauabfällen
- > Strategien für eine optimale Gestaltung zukünftiger Deponien und zur Gewinnung von Rohstoffen aus Abfällen
- > Entwicklung von Strategien und Massnahmen zur Reduktion des Gefahrenpotenzials und Kostensenkung

Entsorgung

- > Entwicklung von Massnahmen für den umweltgerechten Umgang mit Asbest- oder quecksilberhaltigen Abfällen
- > Entwicklung von Verfahren und Analytik zur umweltverträglichen Entsorgung von Abfällen mit Nanomaterialien

Ressourceneffizienz und nachhaltige Rohstoffnutzung

- > Entwicklung von Indikatoren im Bereich Material- und Stoffflüsse zur Beurteilung der Rohstoffeffizienz
- > Ermittlung der Ressourceneffizienzpotenziale von Abfallanlagen und Produktionsbetrieben
- > Sicherstellung der Versorgung der Schweiz mit nicht-energetischen mineralischen Rohstoffen

Littering und Abfallvermeidung

- > Vergleichsstudien über die Wirksamkeit verschiedener Instrumente zur Reduktion des Litterings: marktwirtschaftliche Anreize, Regulierung oder Überwachung
- > Grundlagen für eine künftige Abfallvermeidungsstrategie

3.2.18 Chemikaliensicherheit

Ausgangslage und Problemstellung

Rund 130 000 chemische Stoffe werden zurzeit kommerziell genutzt. Davon haben einige Tausend gefährliche Eigenschaften und ein paar Hundert werden als besonders besorgniserregend beurteilt und müssen nach Möglichkeit durch weniger gefährliche Stoffe substituiert werden.

Die gefährlichen Eigenschaften von Chemikalien und die Risiken beim Umgang mit chemischen Produkten müssen von den Herstellern abgeklärt und bewertet werden. Biozide und Pflanzenschutzmittel gelangen bestimmungsgemäss in die Umwelt und unterliegen aus diesem Grund einem Zulassungsverfahren. Selbst wenn die Anforderungen für das Inverkehrbringen von Chemikalien erfüllt sind, können einzelne Stoffe ein Gefährdungspotenzial darstellen für die Umwelt und über das Vorkommen der Stoffe in der Umwelt für die menschliche Gesundheit. Dies gilt insbesondere für persistente, bioakkumulierbare und toxische Stoffe und Wirkstoffe, die bereits bei sehr tiefen Konzentrationen in der Umwelt nachteilige Effekte auf Organismen zeigen.

Bei Industriechemikalien, Bioziden und Pflanzenschutzmitteln besteht generell ein Forschungsbedarf über das Vorkommen in der Anthroposphäre, die Einträge in die Umwelt, die Verteilung zwischen Umweltkompartimenten, die zeitlichen Trends, die physikalisch-chemischen Eigenschaften sowie die ökotoxikologischen Auswirkungen. Noch relativ wenig bekannt sind die langfristigen Auswirkungen von Nanomaterialien in der Umwelt oder die Kombinationswirkung mehrerer Stoffe auf Organismen oder Ökosysteme. Für Nanomaterialien bestehen zudem Kenntnislücken bei den Prüf- und Analysenmethoden.

Prioritäre Forschungsthemen 2017–2020

Eintrag in die Umwelt, Abbaubarkeit und Umweltverteilung von Chemikalien, Bioziden, Pflanzenschutzmitteln

- > Schliessen von Wissenslücken im Bereich Exposition sowie Umweltverhalten von Wirkstoffen von Bioziden und Pflanzenschutzmitteln (PSM)
- > Untersuchung der Quellen und Trends von Quecksilber (Hg)-Emissionen und Immissionen in der Schweiz im Hinblick auf das Minamata-Übereinkommen, Schliessen von Kenntnislücken zum Vorkommen von Hg in der Umwelt, z. B. in der Luft an urbanen und alpinen Standorten
- > Untersuchung der Quellen und Verbreitung von fluorierten und polyfluorierten Stoffen



- > Ermittlung von Konzentrationen und zeitlichen Trends für persistente organische Schadstoffe (POP), Schwermetalle und ähnlich besorgniserregende Stoffe in Material- und Umweltproben sowie in Abfällen

Methodenentwicklung, Messung und Modellierung

- > Entwicklung von Messmethoden und Verbreitungsmodellen für Quecksilber
- > Entwicklung von Analysemethoden und Messungen des Vorkommens komplex zusammengesetzter Stoffe und Stoffgemische wie Chlorparaffine in der Umwelt
- > Modellierung der Quellstärke von ausgewählten Stoffen und Elementen
- > Untersuchung von Transformationsprozessen von Stoffen in der Umwelt und in Materialien sowie des Migrationsverhaltens von Stoffen aus Materialien
- > Methoden zur Bestimmung des Verhaltens von Nanopartikeln in der Umwelt und in Entsorgungsanlagen

Ökotoxikologische Auswirkungen von Chemikalien, Bioziden und Pflanzenschutzmitteln

- > Untersuchung der ökotoxikologischen Wirkung von Biozidwirkstoffen und -Produkten auf terrestrische Organismen und Zellkulturen
- > Untersuchung der subletalen Wirkungen von PSM (Neonicotinoiden) auf Bienen und Wildbestäuber
- > Untersuchung und Beurteilung ökotoxikologischer Wirkungen von hormonaktiven Stoffen
- > Entwicklung von neuen und Weiterentwicklung von bestehenden ökotoxikologischen Testmethoden
- > Weiterentwicklung bestehender Testmethoden für Chemikalien für deren Anwendung auf Nanomaterialien
- > Weiterentwicklung von Strategien für die Risikobewertung von Chemikalien, Bioziden und PSM, inkl. der Berücksichtigung von kombinierten Effekten und Chemikalien ohne gesetzliche Grenzwerte

3.2.19 Biosicherheit

Ausgangslage und Problemstellung

Neue Biotechnologien und die Verwendung von Organismen und biologischen Systemen zeigen ein enormes Anwendungspotenzial auf, z. B. bei der Gewinnung von Energie und Ressourcen. Die Entwicklung der Biotechnologie führt zu einem vermehrten Einsatz von gentechnisch veränderte Organismen (GVO), pathogenen Organismen (PO) und gebietsfremde Organismen (Neobiota), was mit Risiken verbunden sein kann. So werden z. B. bei der Schädlingsbekämpfung in der Landwirtschaft chemische Produkte teilweise durch Pflanzenschutzmittel und Biozide auf der Basis von Organismen ersetzt. Mit dem zunehmenden Einsatz von GVO und PO im pharmazeutischen, medizinischen und industriellen Bereich sowie in der Nahrungsmittelproduktion steigt auch das Risiko einer unkontrollierten Verbreitung in die Umwelt. Diese ist unerwünscht, wenn dadurch die menschliche Gesundheit, die einheimische Biodiversität oder, wie im Fall der GVO, die gentechnikfreie Nahrungsmittelproduktion gefährdet sein kann. Zudem gilt es die Verbreitung von Krankheiten oder die Zunahme von Resistenzen zu verhindern.

Die Herausforderung besteht darin, mögliche Risiken im Voraus zu erkennen, zu beurteilen und Massnahmen zur Begrenzung der Risiken zu ergreifen, um die Biosicherheit in einem sich ständig ändernden Kontext zu gewährleisten. Die Vielfalt der gentechnisch veränderten Organismen, pathogenen Organismen und gebietsfremden Organismen sowie von biologisch aktivem Material ist sehr gross, und die Entwicklung neuer Technologien und Anwendungen schreitet rasch voran. Die Zunahme des internationalen Warenaustauschs und des Verkehrs hat in vielen Ländern die Verbreitung von gebietsfremden Organismen begünstigt. Zusätzlich kann der Klimawandel diese Entwicklung noch beschleunigen.

Aufgrund fehlender Langzeiterfahrungen und der Anwendung von biologischen Systemen und Organismen in immer mehr Bereichen, ist es nicht möglich einzuschätzen, wie sich die zunehmende Verbreitung der Bio- und Gentechnologie langfristig auf die Umwelt, die menschliche Gesundheit, die biologische Vielfalt und das Zusammenleben der Arten auswirken wird. Entsprechende Forschungsgrundlagen müssen deshalb weiterhin erarbeitet werden. Indikatoren und Methoden zur Überwachung und Kontrolle sowie Kriterien zur Evaluation der Risiken müssen entwickelt werden, um nachhaltig wirksame Bekämpfungs- und Kontrollmassnahmen ergreifen zu können.



Prioritäre Forschungsthemen 2017–2020

Einfuhr, Ausbreitung und Einsatz von pathogenen und gebietsfremden Organismen

- > Entwicklungen von Kriterien zur Bewertung der Ausbreitungsrisiken von pathogenen und gebietsfremden Organismen (Viren, Bakterien, Parasiten, Pilze) sowie von Organismen, die in der biologischen Schädlingsbekämpfung eingesetzt werden
- > Entwicklung von Methoden zum direkten Nachweis, Quantifizierung und Überwachung von pathogenen Organismen (PO)
- > Entwicklung von DNA-Datenbanken zu PO als Grundlage für die Erkennung und Bekämpfung
- > Identifikation der Einfuhrwege und Ausbreitung sowie Erarbeitung von Strategien und Methoden zur Kontrolle/Bekämpfung, speziell für invasive, gebietsfremde Pflanzenarten und krankheitsübertragende Arten

Gentechnisch veränderte Organismen (GVO)

- > Überwachung von Vorkommen und Ausbreitung von GVO in der Umwelt
- > Entwicklung von Evaluationskriterien für die Risikobeurteilung von Organismen aus neuen Züchtungstechnologien sowie von synthetischen Organismen aus biologisch aktivem Material (neue Methoden der Biotechnologie)
- > Entwicklung von Kriterien zur Risikoevaluation von GVO ausserhalb des Nahrungsmittelbereichs (z. B. Bäume, Mücken) sowie bei GVO in der Schädlingsbekämpfung

Untersuchungen zu Antibiotikaresistenzen in der Umwelt

- > Identifizierung der Probleme, Untersuchung der Verbreitung und Persistenz von Antibiotikaresistenzen und Entwicklung von Methoden zur Überwachung
- > Untersuchungen zu antibiotikaresistenten Organismen in der Umwelt

3.2.20 Eindämmung und Bewältigung Klimawandel

Ausgangslage und Problemstellung

Der Weltklimarat (IPCC) kommt in seinem 5. Bericht auf der Grundlage breiter wissenschaftlicher Analysen zum Schluss, dass die globale Erwärmung in den letzten 50 Jahren mit über 95 % Wahrscheinlichkeit hauptsächlich auf menschliche Aktivitäten zurückzuführen ist. Auch in der Schweiz ist die Erwärmung eindeutig nachweisbar, verantwortlich dafür sind Treibhausgasemissionen. Bei einer durchschnittlichen globalen Erwärmung von mehr als 2 °C gegenüber dem vorindustriellen Niveau sind weitreichende Auswirkungen für Mensch und Ökosysteme zu erwarten. Die Erwärmung wird regional sehr verschieden ausfallen und die Auswirkungen auf sensitive Systeme wie z. B. die Alpen können gravierend sein. Neben der Begrenzung der Emissionen wird eine Anpassung an das sich ändernde Klima unabdingbar sein.

Das Kyoto-Protokoll aus dem Jahr 1997 verpflichtet die Industriestaaten zur Verminderung ihrer Treibhausgasemissionen. In der zweiten Periode hat sich die Schweiz 2012 verpflichtet, ihre Emissionen im Inland bis 2020 um 20 % gegenüber 1990 zu senken und leistet somit einen Beitrag zum international anerkannten 2-Grad-Ziel. Das revidierte CO₂-Gesetz (SR 641.71) vom 1. Januar 2013 stellt die nationale Umsetzung der internationalen Vorgaben sicher. Kernstück des Gesetzes ist die CO₂-Abgabe. Der Aktionsplan des Bundesrates zur Anpassung an den Klimawandel zeigt auf, wie die Schweiz ihre Anpassungsziele erreichen will. Die meisten Massnahmen zielen darauf ab, die Rahmenbedingungen für Anpassungen an den Klimawandel zu überprüfen oder die Wissensgrundlagen durch Monitoring und Forschung zu verbessern.

Die naturwissenschaftlichen Aspekte des Klimawandels werden weltweit bereits intensiv erforscht. Demgegenüber ist das sozio-ökonomische Systemwissen, z. B. die Wirkung von Massnahmen zur Emissionsminderung, die Folgekosten der Klimaänderung oder die Anpassungskapazität, noch weiter zu entwickeln. Ähnliches gilt für den Umgang mit Unsicherheiten und die Untersuchung von Zielkonflikten und Synergien sowie sektorenübergreifender Auswirkungen.

Prioritäre Forschungsthemen 2017–2020

Eindämmung Klimawandel (Mitigation)

- > Wirkungsanalyse von bestehenden und zukünftigen Massnahmen zur Emissionsminderung (z. B. Lenkungswirkung CO₂-Abgabe, Wirkung der Klimapolitik als Ganzes)
- > Entwicklung von gesellschaftspolitischen Szenarien für die Bestimmung der optimalen Entscheidungsprozesse



zur Eindämmung des Klimawandels, insbesondere betreffend Umgang mit Zielkonflikten

- > Entwicklung neuer Instrumente zur Eindämmung des Klimawandels nach 2020
- > IPCC-Zukunftsszenarien: Verdeutlichung der sozio-ökonomischen und gesellschaftlichen Veränderungen für die Schweiz, Downscaling von globalen Klimaszenarien
- > Untersuchung von Zielkonflikten und Synergien mit anderen Bereichen (z. B. Land-, Wald- und Wasserwirtschaft, Naturgefahren) und des Einflusses von Entscheidungen anderer Politikbereiche auf das Klima
- > Naturwissenschaftliche Untersuchungen zum Treibhausgasinventar: indirekte Inventarverifikation, Boden als Treibhausgasquelle und -senke

Auswirkungen des Klimawandels (Impacts)

- > Untersuchung sektorenübergreifender Auswirkungen sowie der Auswirkungen von Ketteneffekten klimatischer Extremereignisse unter Betrachtung von multiplen Sektoren, Untersuchung der gesamten Wirkungskette (z. B. vom auftauenden Permafrost zur Siedlungsplanung)
- > Entwicklung von Methoden zum Umgang mit Unsicherheiten im Recht und in der Politik

Bewältigung Klimawandel (Adaptation)

- > Bestimmung der Folgekosten der Klimaänderung für verschiedene Anpassungsstrategien (frühes versus spätes Handeln) sowie die Ermittlung der Kosten eines Nichtätigwerdens (cost of inaction)
- > Studien zur Anpassungskapazität und -fähigkeit der Gesellschaft (Hindernisse bezüglich Motivation, Wissen, Finanzen, politischem Willen)
- > Wissenschaftliche Evaluation der Projekte des Pilotprogramms «Anpassung an den Klimawandel» auf kantonaler, regionaler und kommunaler Ebene
- > Vergleich der Anpassungs- versus Vermeidungskosten zur Eindämmung des Klimawandels

3.2.21 Umgang mit Naturgefahren und technischen Risiken (Störfällen)

Ausgangslage und Problemstellung

Der Schutz von Menschen und hohen Sachwerten vor Naturgefahren und Störfallrisiken erfordert ein integrales Risikomanagement, welches alle Naturgefahren berücksichtigt, alle Akteure beteiligt und alle Dimensionen der Nachhaltigkeit einbezieht. Mit geeigneten Massnahmen können künftige inakzeptable Risiken gemieden, bestehende Risiken auf ein akzeptables Mass gemindert und akzeptable Risiken solidarisch getragen werden. Das integrale Risikomanagement stützt sich auf umfassende Gefahren- und Risikogrundlagen.

Aufgrund einer zunehmenden Nutzungsdichte und der verstärkten Gefährdung durch Naturereignisse infolge des Klimawandels nehmen die möglichen Schäden im Bereich der Naturgefahren zu. Eine praxis- und umsetzungsorientierte Forschung soll den Umgang mit Naturgefahren und Störfallrisiken weiter verbessern, unter Berücksichtigung von Umweltaspekten, Klimaänderung und Siedlungsverdichtung. Es werden nachhaltige Konzepte benötigt, welche für die Zukunft Handlungsoptionen offen lassen. Außerdem stellen sich Fragen im Bereich der risikobasierten Raumnutzung, bezüglich der rechtlichen Aspekte sowie bei der Früherkennung von Chancen und Risiken zur Verbesserung der Gefahrenprävention.

Prioritäre Forschungsthemen 2017–2020

Gefahren und Risiken umfassend kennen

- > Erarbeitung von fehlenden Grundlagenkenntnissen (z. B. Seitenerosion bei Gewässern, Rutschungen, Steinschlag)
- > Methoden zur Erfassung von Gefahrenprozessen, indirekten Schäden, Feststoff- und Schwemmholztransport sowie zur Abschätzung künftiger Naturgefahren und Extremereignisse als Folge des Klimawandels
- > Entwicklung einer Methodik für Risikoübersichten auf unterschiedlichen räumlichen Skalen

Ereignisse frühzeitig erkennen

- > Untersuchung der Niederschlagsschwellenwerte und vertiefte Analyse der Disposition zu Hangprozessen
- > Verbesserung der Extremwertstatistiken

Massnahmen ganzheitlich planen

- > Entwicklung von Methoden zur Evaluation von Handlungsoptionen im integralen Risikomanagement
- > Entwicklung von neuen Instrumenten für eine risikobasierte Raumnutzung



- > Analyse ökologischer Aspekte bei der Realisierung von Schutzmassnahmen; Wald-Wild-Problematik in Bezug auf die Schutzfunktion des Waldes

Schutzbauten überlastbar auslegen

- > Entwicklung von Methoden zur Beurteilung bestehender Schutzbauten und von robusten Schutzsystemen; Erarbeitung von Modellen für dynamische Einwirkungen

Störfallvorsorge

- > Störfallvorsorge für neue, potenziell gefährliche Stoffe, Entwicklung von Bewertungskriterien und Schadenindikatoren, Integration von organisatorischen und menschlichen Faktoren in die Risikobeurteilung
- > Entwicklung von Methoden zur Ermittlung der Verschmutzungsrisiken der Gewässer
- > Analyse von Objektschutzmassnahmen auf die Reduktion der Verletzbarkeit von Personen infolge von Störfällen
- > Kostenanalyse von Sicherheitsmassnahmen, Entwicklung von Instrumenten und Kriterien zur Darstellung und Beurteilung von Störfallrisiken für raumplanerische Entscheide

Erdbebenvorsorge

- > Erarbeitung von Grundlagen zur Analyse und Ertüchtigung von historischen Mauerwerksbauten
- > Berücksichtigung von induzierten Ereignissen in Gefährdungs- und Risikoanalysen
- > Erarbeitung von Methoden zur Quantifizierung der Verletzbarkeit von Infrastruktursystemen
- > Optimierung der Anforderungen an die Erdbebensicherheit für Baunormen, spez. Bauwerke und Infrastruktursysteme

3.3 Bereichsübergreifende Forschungsthemen

Die prioritären Forschungsthemen für die Periode 2017–2020 (Kapitel 3.2) zeigen, dass für die Beseitigung oder Eindämmung verschiedener Umweltprobleme sektorspezifische Massnahmen und Methoden entwickelt werden müssen. Ein überwiegender Teil der Umweltprobleme kann jedoch nur mit sektorübergreifenden Ansätzen gelöst werden. Deshalb stellen sich zusehends mehr themenübergreifende und integrative Forschungsfragen. Die für die Periode 2017–2020 wichtigsten derartigen Themen sind im Folgenden aufgeführt.

- > Zielkonflikte zwischen verschiedenen Umweltmassnahmen müssen frühzeitig offengelegt und mögliche Synergien von Massnahmen in den unterschiedlichen Umweltbereichen identifiziert werden. Sektorübergreifende Auswirkungen sowie sich überlagernde Auswirkungen müssen über die gesamte Wirkungskette untersucht werden. Welche Synergien bestehen beispielsweise zwischen der Land-, Wald- und Wasserwirtschaft, der Gefahrenprävention sowie der Eindämmung und Bewältigung des Klimawandels? Wie wird die Zielerreichung für eine Umweltproblematik durch politische Entscheide aus anderen Sektoren beeinflusst? Es gilt Instrumente und Massnahmen zu entwickeln, mit denen die Vermeidung von Zielkonflikten und die Nutzung von Synergiepotenzialen gewährleistet werden können. Wie können Ziele und Massnahmen formuliert werden, die gleichzeitig mehreren Umweltaspekten dienen? Ein konkretes Beispiel ist die Entwicklung von Strategien zur Mehrfachnutzung von Schutzflächen, so dass diese mehrere Ziele gleichzeitig erfüllen können.
- > Systematische Analysen der Wirkung von regulatorischen und ökonomischen Instrumenten können nützliche Informationen für die zukünftige Ausgestaltung der Umweltpolitik liefern. Die Vertiefung des Verständnisses zur Erfassung von Kosten-Nutzen-Verhältnissen von Massnahmen und Entscheidungen, insbesondere auch die Bestimmung der langfristigen Folgekosten für unterschiedliche Handlungsstrategien (frühes, spätes oder Nicht-Handeln) tragen dazu bei, Massnahmen für den Umweltschutz und das Ressourcenmanagement zu begründen und zu verbessern. Im Allgemeinen sollen Strategien zum Umgang mit Risiken sowie zur Abwägung von gleichzeitig auftretenden und sich überlagernden Risiken entwickelt werden. Dabei stellt sich ebenfalls die Frage, wie Unsicherheiten von Messwerten und Modellen in der Rechtssetzung und in der Politik bei der Entwicklung von Massnahmen berücksichtigt werden sollen. Gesellschafts-
- politische Szenarien für die optimale Entscheidungsfindung müssen unter Einbezug der sozialen, politischen, ethischen, wirtschaftlichen, rechtlichen und psychologischen Dimensionen entwickelt werden.
- > Für alle Umweltthemen stellt sich die Frage, mit welchen Instrumenten und Ansätzen unterschiedliche Zielgruppen informiert und sensibilisiert werden können. Mit welchen Kommunikationsinstrumenten, z. B. sozialen Medien, Kampagnen oder Partizipations- und Dialoginstrumenten, können unterschiedliche Bevölkerungsgruppen und Entscheidungsträger dazu bewegt werden, ihr Verhalten zu ändern und nach ökologischen Grundsätzen auszurichten sowie umweltrelevante Aspekte in ihren Entscheidungen zu berücksichtigen?
- > Weitere themenübergreifende Forschungsfragen stellen sich beispielsweise bei der Bevölkerungsexposition in Bezug auf die synergistische Wirkung von Umweltbelastungen. Die gesundheitlichen Effekten bei der Überlagerung von chemischen (z. B. hormonaktive oder schwer abbaubare Stoffe, Luftschadstoffe), biologischen (z. B. GVO, Neobiota) und physikalischen Belastungen (z. B. Lärm, Erschütterungen, NIS, Licht) müssen untersucht werden. Ebenso sind die ökotoxikologischen Auswirkungen von Mehrfachbelastungen auf Organismen häufig noch unbekannt.
- > Integrative Forschungsfragen stellen sich nicht nur innerhalb der Umweltthemen und Zuständigkeitsbereiche des BAFU. Viele zukünftige Herausforderungen betreffen weitere Politikbereiche, wie z. B. Energie oder Landwirtschaft. Wie sieht eine langfristig nachhaltige Energieversorgung und –nutzung für die Schweiz aus, unter Berücksichtigung von ökologischen, sozialen und ökonomischen Aspekten? Wie kann ein nachhaltiges Ernährungssystem geschaffen werden, welches die natürlichen Ressourcen wie Boden, Wasser, Nährstoffe, Energie, Biodiversität und Landschaft effizient nutzt und langfristig erhält?

Die Themenpalette der bereichsübergreifenden und integrativen Forschungsthemen im Bereich Umwelt ist vielfältig und komplex. Die Forschung muss helfen die Prozesse und Zusammenhänge zu verstehen und Hinweise liefern, an welchen Stellen angesetzt werden kann, um die Umweltprobleme möglichst rasch und effizient zu lösen. Wirkungsmechanismen, Zielkonflikte, Synergien sowie die beteiligten und betroffenen Akteure müssen identifiziert werden. Anschließend kann untersucht werden, wo und mit welchen Massnahmen definierte Ziele am besten erreicht werden können. Dieser Prozess soll in der Periode 2017–2020 mit Beteiligung der betroffenen Akteure vertieft entwickelt werden. Im Laufe des Prozesses sollen die dringenden und relevanten bereichsübergreifenden Forschungsfragen konkretisiert werden, damit entsprechende Forschungsprojekte lanciert werden können.

4 > Finanzierung 2017–2020

4.1 Folgen der Umsetzung der Sparmassnahmen im Rahmen von KAP 2014

Der Bundesrat hat am 24. Februar 2010 ein Massnahmenpaket zur Aufgabenüberprüfung verabschiedet, welches auch die Ressortforschung einbezog. Darauf abgestützt hat der Bundesrat am 8. Juni 2012 für die Ressortforschung insgesamt einen Sparbeitrag ab dem Jahr 2014 von 10.6 Millionen Franken festgelegt. Die bundeseigenen Forschungsanstalten, die Beiträge des Bundesamtes für Landwirtschaft BLW an das Forschungsinstitut für biologischen Landbau FiBL und die Forschung des Bundesamtes für Energie BFE wurden von dieser Sparmassnahme ausgenommen. Die Kürzung die das BAFU auf sich nehmen musste entspricht einer Reduktion von rund 10 Prozent des Budgets seit 2014.

Obwohl aufgrund der Sparmassnahme weniger finanzielle Mittel für Forschungsprojekte zur Verfügung stehen, wird auf keinen Forschungsschwerpunkt oder Forschungsbereich vollständig verzichtet werden, da alle aufgeführten Forschungsbereiche dringend benötigte Ergebnisse liefern müssen, um die Herausforderungen der Umweltpolitik anzugehen. Die Kürzung des Budgets für die Ressortforschung wurde deshalb in alle Forschungsbereiche übertragen.

Einzelne Projekte konnten jedoch aufgrund des tieferen Budgets nicht oder erst zu einem späteren Zeitpunkt initialisiert werden.

Der Bedarf für Forschungsgelder ist weiterhin hoch, wie auch das jährliche Wachstum von rund 3 Prozent der Forschungsausgaben des Bundes ausserhalb der Ressortforschung zeigt (Botschaft für Bildung, Forschung und Innovation). Die Kürzung der Finanzmittel für die Ressortforschung beim BAFU bleibt für die nächsten Jahre problematisch.

4.2 Finanzierung der Ressortforschung des BAFU 2017–2020

Mit dem neuen Führungsmodell für die Bundesverwaltung (NFB) ab dem 1. Januar 2017 und der Einführung eines Globalbudgets werden die Verwaltungseinheiten flexibler beim Einsatz ihrer Budgetmittel im Eigenbereich; gleichzeitig wird mit den Leistungs- und Wirkungszielen die Leistungserbringung transparenter dargestellt. Die Überführung von Mittel aus bisher unterschiedlichen Krediten in den Globalkredit führt dazu, dass zum Zeitpunkt der Redaktion des vorliegenden Forschungskonzepts noch nicht definitiv festliegt, wie viele Mittel effektiv für Forschungs- und Entwicklungspro-

Tab. 2 Finanzbedarf 2017–2020: pro Forschungsbereich in % des Gesamtbedarfs

Forschungsbereich	Anteil vom Finanzbedarf	Forschungsbereich	Anteil vom Finanzbedarf
Grüne Wirtschaft	2,9 %	Boden	3,1 %
Umweltkommunikation	1,0 %	Wasser	6,2 %
Umweltbildung	1,0 %	Biodiversität	5,2 %
Internationales	1,7 %	Landschaft	1,3 %
Umweltrecht	1,0 %	Wald und Holz (**)	17,2 %
Umweltnbeobachtung	1,3 %	Abfall- und Rohstoffmanagement	5,2 %
Umwelttechnologie(*)	24,3 %	Chemikaliensicherheit	3,1 %
Lärmbekämpfung und Ruheschutz	4,1 %	Biosicherheit	1,1 %
Schutz vor nichtionisierender Strahlung	1,0 %	Eindämmung und Bewältigung Klimawandel	4,7 %
Altlasten	2,6 %	Umgang mit Naturgefahren und technischen Risiken	8,1 %
Luft	3,9 %		

* inkl. Umwelttechnologieförderung (UTF)

** inkl. Wald- und Holzforschungsfonds (WHFF) und Forschungsaktivitäten im Rahmen des Aktionsplans Holz

ekte der Ressortforschung im Umweltbereich für die Periode 2017–2020 zur Verfügung stehen werden. Die definitive Abgrenzung zwischen Wissensbeschaffung (Forschung und Entwicklung) und Datenbeschaffung (Umweltbeobachtung) wird bei der Einführung des NFB präzisiert (Kriterien siehe Kapitel 6.1). Erste Schätzungen lassen auf einen Bedarf von ca. 80 Millionen Franken schliessen, inkl. der Finanzmittel für die Umwelttechnologieförderung, den Wald- und Holzforschungsfonds und für Forschungsprojekte im Rahmen des Aktionsplans Holz. Die vorgesehene Aufteilung der Ressortforschungsmittel auf die einzelnen Forschungsbereiche ist in Tabelle 2 ersichtlich.

5 > Akteure und Schnittstellen

5.1 Beschreibung der wichtigsten Akteure im Hochschul- und Fachhochschulbereich

Die Forschungslandschaft im Umweltbereich ist breit gefächert, komplex und entwickelt sich äusserst dynamisch. Ihre Tätigkeiten decken ein breites Spektrum an Themen aus Natur-, Ingenieur-, Human- und Wirtschaftswissenschaften ab. Um einen umfassenden und aktuellen Überblick über die schweizerische Umweltforschung zu gewährleisten und die Koordination zu erleichtern, betreibt das BAFU seit 2010 eine Datenbank, in der gegenwärtig über 1000 Forschungsgruppen aus der Umweltforschung erfasst sind. Damit kann die schweizerische Umweltforschung umfassend dargestellt werden. Zudem ermöglicht die Datenbank, allfällige thematische Lücken zu identifizieren, und erleichtert die Zusammenarbeit innerhalb der Wissenschaftsgemeinschaft sowie zwischen den öffentlichen Forschungsinstitutionen und der Wirtschaft.

Die Datenbank bietet die Möglichkeit, Abfragen nach Forschungsthema, Institution oder Standort durchzuführen, und liefert als Resultat eine Liste der entsprechenden Forschungsgruppen mit Schlüsselwörtern zu den Forschungsgebieten und dem direkten Link auf die Webseite der Gruppen. Diese Informationen werden regelmässig aktualisiert und stehen unter www.bafu.admin.ch/forschungsgruppen öffentlich zur Verfügung.

An zehn Schweizer Universitäten, den Institutionen des ETH-Bereichs sowie an sieben Fachhochschulen wird Umweltforschung in den unterschiedlichsten Fachbereichen und in allen Phasen der Innovationskette betrieben. Dazu kommen noch mehr als 30 private und öffentliche Institute. Tabelle 3 gibt einen Überblick über die 20 wichtigsten Forschungsinstitutionen im Hochschul- und Fachhochschulbereich, die in der Umweltforschung tätig sind.

Tab. 3 Die 20 wichtigsten Institutionen für die Umweltforschung im Hochschul- und Fachhochschulbereich

Forschungsinstitution	Website	Anzahl umweltbezogener Forschungsgruppen
Eidg. Technische Hochschule Zürich (ETHZ)	www.ethz.ch	142
Ecole polytechnique fédérale de Lausanne (EPFL)	www.epfl.ch	86
Eawag	www.eawag.ch	65
Université de Lausanne	www.unil.ch	64
Universität Zürich	www.uzh.ch	58
Universität Bern	www.unibe.ch	55
Université de Genève	www.unige.ch	53
Eidg. Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft (WSL)	www.wsl.ch	46
Agroscope	www.agroscope.ch	44
Haute école spécialisée de Suisse occidentale (HES-SO)	www.hesso-vaud.ch	42
Berner Fachhochschule	www.bfh.ch	39
Zürcher Hochschule für angewandte Wissenschaften (ZHAW)	www.zhaw.ch	38
Empa	www.empa.ch	37
Université de Fribourg	www.unifr.ch	33
Université de Neuchâtel	www.unine.ch	28
Universität Basel	www.unibas.ch	24
Fachhochschule Ostschweiz (FHO)	www.fho.ch	23
Forschungsinstitut für biologischen Landbau (FiBL)	www.fibl.org	20
Fachhochschule Nordwestschweiz (FHNW)	www.fhnw.ch	19

5.2 Schnittstellen zum Schweizerischen Nationalfonds

Der Schweizerische Nationalfonds zur Förderung der wissenschaftlichen Forschung (SNF) ist die wichtigste Institution zur Förderung der Grundlagenforschung in der Schweiz. Den grössten Beitrag zur Umweltforschung erbringen die Abteilungen II (Mathematik, Natur- und Ingenieurwissenschaften), III (Biologie und Medizin) und IV (Programme). An Wichtigkeit gewinnt die Abteilung I (Geistes- und Sozialwissenschaften). Mit dem Instrument «Agora» fördert der SNF Projekte im Bereich Wissenschaftskommunikation zur Stärkung des Dialogs zwischen Wissenschaft und Gesellschaft. Das Programm «Sinergia» bietet etablierten Forschenden eine Plattform für uni-, inter- oder multidisziplinäre Forschungsvorhaben, die durch Initiative und Zusammenarbeit von Forschungsgruppen entstehen. Mit dem neuen Instrument «Bridge» möchten der SNF und die KTI die Förderlücke an der Schnittstelle zwischen Grundlagenforschung und anwendungs- bzw. marktorientierten Forschung und Entwicklung schliessen.

Umweltrelevante Forschung in Nationalen Forschungsschwerpunkten und Nationalen Forschungsprogrammen

Der SNF unterstützt im Auftrag des Bundes zwei verschiedene Arten von Programmen, namentlich Nationale Forschungsschwerpunkte (NFS) und Nationale Forschungsprogramme (NFP). Während NFP wissenschaftlich fundierte Beiträge zur Lösung dringender Probleme liefern, fördern NFS Forschungsnetzwerke, welche langfristig angelegte Forschungsvorhaben zu Themen von strategischer Bedeutung für die Schweiz umsetzen. Die Resultate der umweltrelevanten NFS und NFP sind für das BAFU von grosser Bedeutung, da sie in der Regel praxisnahe und umsetzungsorientierte Resultate liefern.

Seit 2013 laufen keine Nationale Forschungsschwerpunkte, die sich mit umweltrelevanten Themen befassen. Folgende umweltrelevanten NFP werden gegenwärtig vom SNF unterstützt:

Das NFP 64 «*Chancen und Risiken von Nanomaterialien*» hat die Entwicklung neuer Nanoprodukte, die Beurteilung der Risiken solcher Produkte für Umwelt und Gesundheit sowie die Normierung und Reglementierung des Umgangs mit Nanomaterialien zum Ziel. Konkret werden wissenschaftliche Grundlagen für die Formulierung von Empfehlungen und geeigneten Massnahmen bei der Herstellung, dem Gebrauch und der Entsorgung von Nanomaterialien entwickelt (Dauer: 2010–2016, Rahmenkredit: 12 Mio. Franken).

Das NFP 66 «*Ressource Holz*» erarbeitet wissenschaftliche Grundlagen und praxisorientierte Lösungsansätze für eine bessere Verfügbarkeit und optimierte Nutzung der Ressource Holz mit Betrachtung des gesamten Lebenszyklus.

Dabei sollen in Zusammenarbeit mit der Industrie innovative Technologien und Dienstleistungen für eine materielle, energetische und chemische Nutzung von holzbasierten Rohstoffen entwickelt werden. Das BAFU ist mit Beobachterstatus in der Leitungsgruppe vertreten (Dauer: 2012–2017, Rahmenkredit: 18 Mio. Franken).

Das NFP 68 «*Nachhaltige Nutzung der Ressource Boden: Neue Herausforderungen*» hat zum Ziel, unter Berücksichtigung der Erfahrungen aus dem heutigen Vollzug des Umweltschutzgesetzes, der Verordnung über Belastungen des Bodens und den aktuellen Erkenntnissen aus dem von Bund und Kantonen etablierten Bodenmonitoring, bestehende Forschungslücken zu schliessen, den gegenwärtigen Zustand des Bodens umfassender zu untersuchen und die wichtigsten Funktionen des Ökosystems Boden interdisziplinär zu erfassen. Das BAFU ist mit Beobachterstatus in der Leitungsgruppe vertreten (Dauer: 2013–2018, Rahmenkredit: 13 Mio. Franken).

Im NFP 69 «*Gesunde Ernährung und nachhaltige Lebensmittelproduktion*» werden Grundlagen erarbeitet, wie in der Schweiz eine gesunde Ernährung gefördert werden kann und wie qualitativ hochwertige und sichere Lebensmittel in ausreichender Menge und zu erschwinglichen Preisen bei möglichst effizientem Ressourceneinsatz und geringer Umweltbelastung angeboten werden können (Dauer: 2013–2018, Rahmenkredit: 13 Mio. Franken).

Im NFP 71 «*Steuerung des Energieverbrauchs*» werden die sozialen, ökonomischen und regulatorischen Seiten der Energiewende untersucht. Dabei wird insbesondere erforscht, wie private und öffentliche Akteure veranlasst werden können, Energie effizient zu nutzen. Praxistaugliche wissenschaftliche Grundlagen für die Realisierung der Energiewende werden bereitgestellt. Das NFP 71 (Dauer: 2014–2018, Rahmenkredit: 8 Mio. Franken) arbeitet eng mit dem technisch orientierten NFP 70 «*Energiewende*» zusammen.

Das NFP 72 «*Antimikrobielle Resistenz: ein One-Health Ansatz*» hat zum Ziel, einen Beitrag zu Verringerung der antimikrobiellen Resistenz und deren negativen Auswirkungen auf die Behandlung von Infektionskrankheiten zu leisten. Die Thematik ist u. a. auch für die Bereiche Biodiversität, Biosicherheit, Boden und Wasser relevant. Es sollen potenzielle Reservoirs und Übertragungsmechanismen identifiziert, Schnelldiagnosetechniken entwickelt, neuartige antimikrobielle Therapieansätze erforscht sowie Umsetzungsmassnahmen und Empfehlungen im Bereich öffentliche Gesundheit vorgeschlagen werden. Aufgrund der Mobilität der Resistenzgene zwischen Mensch, Tier und Umwelt strebt das NFP einen ganzheitlichen, interdisziplinären Ansatz gemäss dem sogenannten «One-Health-Konzept» an (Dauer: 2016–2020, Rahmenkredit: 20 Mio. Franken).

5.3 Schnittstellen zur Kommission für Technologie und Innovation

Die Kommission für Technologie und Innovation (KTI) ist die Förderagentur des Bundes für Innovation. Mit einem Budget von ca. 200 Millionen Franken pro Jahr spielt sie eine wichtige Rolle bei der Finanzierung der marktorientierten Forschung und Entwicklung. Sie unterstützt Projekte, die von wissenschaftlichen Institutionen in Zusammenarbeit mit Unternehmen durchgeführt werden und zu marktfähigen Innovationen führen. Zudem wird der Aufbau von Jungunternehmen und der Wissens- und Technologietransfer zwischen Wissenschaft und Wirtschaft über entsprechende Netzwerke, sogenannte Konsortien, unterstützt. In den Jahren 2013 bis 2016 finanziert und steuert die KTI den Aufbau von Kompetenzzentren, den Swiss Competence Centers for Energy Research (SCCER), mit 72 Millionen Franken und fördert mit zusätzlichen 46 Millionen Franken Forschungs- und Entwicklungsprojekte im Energiebereich (Bundesrat 2012). Die Kompetenzzentren werden in der Periode 2017–2020 weitergeführt. Umweltrelevante Projekte unterstützt die KTI in den vier Förderbereichen Ingenieurwissenschaften, Life Science, Enabling Sciences und Mikro- und Nanotechnologien. Im Jahr 2012 wurden z. B. umweltrelevante Projekte im Umfang von 8.4 Millionen Franken gefördert (vgl. Kapitel 2.5 und Tab. 6 im Anhang A2). Aktuell sind Gesetzesarbeiten im Gange, um die KTI in eine öffentlich-rechtliche Anstalt umzuwandeln. Die Arbeiten der KTI und die Zusammenarbeit werden darin weitergeführt.

Die Koordination mit der Ressortforschung des BAFU ist durch die gegenseitige Einsitznahme in Expertenkommissionen gewährleistet. So arbeiten einerseits Experten der KTI im Gremium des BAFU mit, in dem die Entscheidungen zu den Projekten der Umwelttechnologieförderung getroffen werden sowie im Beratenden Organ für Umweltforschung, und andererseits hat das BAFU Einsitz im Expertengremium der KTI für die Bewilligung der Projektbeiträge im Bereich Ingenieurwissenschaften. Mit dieser Form der Zusammenarbeit werden Doppelprüfungen vermieden und Synergien sowohl auf fachlicher Ebene als auch zwischen den unterschiedlichen Finanzierungsinstrumenten genutzt.

Bei der KTI findet keine thematische Steuerung statt, weil die Projektförderung vollständig als Bottom-up-Prozess aufgebaut ist. Trotzdem ist in den letzten Jahren ein Trend zu mehr Projekten im Bereich Umweltschutz und Ressourceneffizienz feststellbar, der sicherlich auch darauf zurückzuführen ist, dass die Bedeutung dieses Themas auf allen politischen Ebenen gestärkt wurde. Seit 2015 verlangt die KTI gestützt auf Art. 60 der revidierten V-FIFG im Rahmen der Gesuchsverfahren Angaben über den Beitrag der Projekte zur nachhaltigen Entwicklung. In ihrem Tätigkeitsbe-

richt soll die KTI Auskunft darüber geben, wie sie bei der Erfüllung ihrer Fördertätigkeit die Bundesziele für eine nachhaltige Entwicklung von Gesellschaft, Wirtschaft und Umwelt berücksichtigt hat.

Im Unterschied zur Umwelttechnologieförderung des BAFU stützt sich die KTI bei der Beurteilung der Förderwürdigkeit von Projekten ausschliesslich auf den Innovationsgehalt und das Marktpotenzial ab. Zudem kann die Finanzierung durch die KTI den Entwicklungsschritt der industriellen Pilot- und Demonstrationsanlagen, im Gegensatz zur Umwelttechnologieförderung des BAFU, nicht unterstützen. Damit ergänzen sich die beiden Instrumente auf sinnvolle Weise.

5.4 Schnittstellen zu den Akademien der Wissenschaft

In mehreren Themenbereichen arbeitet das BAFU mit den Akademien der Wissenschaft zusammen, insbesondere mit der Akademie der Naturwissenschaften Schweiz (SCNAT) und der Schweizerischen Akademie für Geistes- und Sozialwissenschaften (SAGW). Eine enge Zusammenarbeit besteht insbesondere mit ProClim, dem Forum für Klima und globale Umweltveränderungen und dem Forum Biodiversität Schweiz, das wissenschaftliche Kompetenzzentrum für die Biodiversität in der Schweiz. Zudem wird der Austausch mit dem Netzwerk für transdisziplinäre Forschung (td-net) gefördert. Die Sektion Innovation ist außerdem im Vorstand der Schweizerischen Akademischen Gesellschaft für Umweltforschung und Ökologie (SAGUF) vertreten, welche sich für die Förderung von Umwelt- und Nachhaltigkeitsforschung in der Schweiz einsetzt.

5.5 Schnittstellen zu anderen Bundesämtern

Viele der dringenden Fragen im Umweltbereich weisen Überschneidungen zu den Kompetenzbereichen anderer Bundesstellen auf, z. B. in den Bereichen Energie, Landwirtschaft, Gesundheit, Mobilität, Fernmeldewesen oder Raumplanung. Bei einem beträchtlichen Teil der Forschungsprojekte geht es daher um ressortübergreifende Fragestellungen. Deshalb müssen bei thematischen Überschneidungen sowie bei der Identifizierung und bei Entscheidungen über den Umgang mit Zielkonflikten unterschiedlicher Politikbereiche weitere Bundesstellen einbezogen werden. Eine koordinierte, ressortübergreifende Forschung kann bei der Identifizierung von Synergien und Zielkonflikten hilfreich sein.

Tabelle 4 gibt einen Überblick über die relevanten thematischen Schnittstellen zwischen den prioritären Forschungsbereichen des BAFU und den weiteren Politikbereichen des Bun-

des, die eigene Forschungskonzepte erstellen. Ergänzt wurde die Tabelle im Vergleich zum Forschungskonzept 2013–2016 mit den Schnittstellen zu den Bundesämtern MeteoSchweiz (Meterologie und Klimatologie) und swisstopo (Landestopografie) sowie dem Eidgenössischen Institut für Metrologie METAS. Die Tabelle dient als Grundlage für die Weiterführung und Stärkung der Koordination der Ressortforschung zwischen den zuständigen Bundesstellen.

Wie Tabelle 4 zeigt, ist die Zusammenarbeit zwischen den Bundesstellen angesichts des grossen Koordinationsbedarfs und der zunehmenden Überschneidungen zwischen den einzelnen Themenbereichen unerlässlich. In vielen Bereichen ist die Zusammenarbeit bereits heute gut etabliert. Je nach Komplexität eines Projekts erfolgt die Koordination in der Ressortforschung durch informelle Absprachen, gegenseitige Einsitznahme in Begleitgruppen bis hin zur gemeinsamen Finanzierung. Die Koordination wird unterstützt durch die Vertretung der Bundesstellen BFE, BLW, Bundesamt für Gesundheit (BAG), SBFI und KTI als Beobachter im Beratenden Organ für Umweltforschung (OFU) des BAFU. Das BAFU sitzt ausserdem als Beobachter in der Energieforschungskommission (CORE) des BFE ein. Die engste Zusammenarbeit und Abstimmung von Forschungsprojekten besteht mit dem BFE. Die gemeinsame Finanzierung von Forschungsprojekten hat sich in der Praxis bewährt und bildet daher eine Ausnahme zum Grundsatz von Art. 57 Abs. 4 des Bundesgesetzes über den eidgenössischen Finanzhaushalt (FHG, SR 611.0), wonach ein Vorhaben nur durch eine Verwaltungseinheit finanziert werden soll. Art. 57 Abs. 4 gibt dem Bundesrat jedoch explizit die Kompetenz, Ausnahmen zu diesem Grundsatz zu bestimmen. Für die Ressortforschung ist diese Ausnahme bei themenübergreifenden Fragestellungen, bei denen mehrere Bundesstellen ein Interesse an neuen Erkenntnissen haben, sinnvoll und begründet.

5.6 Internationale Zusammenarbeit

COST

Die europäische Zusammenarbeit auf dem Gebiet der wissenschaftlichen und technischen Forschung (COST) ist das älteste Instrument der EU-Forschung. Es fokussiert nicht auf die Unterstützung der Forschung selber, sondern stärkt die Forschungskoordination. Umweltprojekte mit schweizerischer Beteiligung und Unterstützung durch das BAFU werden unter anderem in den Fachbereichen Erdwissenschaften und Umweltmanagement, Wald, forstwirtschaftliche Erzeugnisse und forstliche Dienstleistungen, Ernährung und Landwirtschaft sowie Verkehr und Stadtentwicklung durchgeführt.

Europäisches Forschungsrahmenprogramm Horizon 2020

Horizon 2020 ist die 8. Generation der Forschungsrahmenprogramme der Europäischen Union und dauert von 2014 bis 2020. Im Vergleich zu ihren Vorläuferprogrammen integriert Horizon 2020 alle bisherigen EU-Programme und -Initiativen im Bereich Forschung und Innovation unter einem gemeinsamen Dach, von der Grundlagenforschung über angewandte Forschung bis hin zu sozialen und technischen Innovationen. Horizon 2020 umfasst drei Pfeiler, nach denen die europäische Forschungstätigkeit strukturiert wird. Zudem schliesst Horizon 2020 das bisherige Programm für Wettbewerbsfähigkeit von Unternehmen und KMU (Competitiveness and Innovation Programm CIP) ein.

Der Pfeiler «Wissenschaftsexzellenz» dient der Stärkung der Grundlagenforschung in Europa auf höchstem Niveau und umfasst die Unterstützungen durch den Europäischen Forschungsrat (ERC-Grants), die Marie-Skłodowska-Curie-Massnahmen, die Future and Emerging Technologies (FET) und die Forschungsinfrastrukturen.

Der Pfeiler «Führende Rolle der Industrie» fokussiert auf Investitionen in die Forschung und Entwicklung in zentralen Industriebereichen wie Informations- und Kommunikationstechnologien, Nanotechnologie, innovative Werkstoffe, Biotechnologie, fortgeschrittene Fertigung und Verarbeitung sowie Raumfahrt.

Der Pfeiler «Gesellschaftliche Herausforderungen» baut auf den politischen Prioritäten der Strategie Europa 2020 auf und richtet sich nach Problemfeldern, deren Lösung das Wissen aus unterschiedlichen Forschungsdisziplinen erfordert. Die Aktionsfelder sind «Gesundheit», «Ernährungs- und Lebensmittelsicherheit», «sichere, saubere und effiziente Energie», «intelligenter, umweltfreundlicher und integrierter Verkehr», «Klimaschutz, Umwelt, Ressourceneffizienz und Rohstoffe», «integrative und innovative Gesellschaften» sowie «sichere Gesellschaften».

European Research Area Networks (ERA-NET) dienen der Koordination von Forschungsmassnahmen in den EU-Mitgliedsstaaten und den assoziierten Staaten. Sie richten sich an nationale und regionale Programmanbieter und -manager wie Forschungsministerien und nationale Forschungsorganisationen. Das BAFU beteiligt sich im Bereich Wald und Holz an den ERA-NET Sumforest (Sustainable and Multifunctional forestry) sowie WoodWisdom-Net+ (Pacing Innovation in the forest-based sector). Der SNF ist im Bereich Biodiversität am ERA-NET BiodivERsA3 (Conservation and sustainable management of biodiversity) beteiligt.

Die Schweiz und die Europäische Union haben am 5. November 2014 ein Abkommen über eine Teilassozierung unterzeichnet, welches vorerst bis Ende 2016 gilt. Für die Ausschreibungen des zweiten und dritten Pfeilers von Horizon 2020 ist eine Teilnahme der Schweiz nur als Drittland möglich. Die Finanzierung für Schweizer Projektpartner erfolgt seit 2014 durch das Staatssekretariat für Bildung, Forschung und Innovation (SBFI).

Tab. 4 Thematische Schnittstellen zu anderen Bundesstellen

Politikbereiche Forschungsbereiche Umwelt	Gesundheit	Soziale Sicherheit	Landwirtschaft	Energie	Nachhaltige Raumplanung und Mobilität
Umweltrecht			Verbesserung Kohärenz	Energiestrategie	Koordination Raumplanungsgesetz
Grüne Wirtschaft		nachhaltige Investitionen Vorsorgegelder	Ökosystemleistungen, Ökobilanzen, Produktumweltinformationen, Konsumverhalten	Ressourceneffizienz, CO ₂ -arme Wirtschaft und Gesellschaft, marktwirtschaftliche Anreize	Landnutzung, Mobilitätsverhalten
Internationales	Sustainable Development Goals (SDG)		SDG		
Umwelttechnologie	Messtechnik, Filtertechnik			Ressourceneffizienz, Erneuerbare Energien, Cleantech	
Umweltbeobachtung	Bevölkerungsexposition, Überlagerung von Risiken		Fernerkundung	Fernerkundung	Fernerkundung
Umweltbildung				Cleantech in der Berufsbildung, Klimabildungsprogramm	
Umweltkommunikation	Wirksamkeit von Kommunikationsinstrumenten			Kommunikation für umweltgerechtes Handeln	
Biosicherheit	Pathogene Org., GVO, Antibiotikaresistenzen		Pathogene Org., GVO, Neobiota, Antibiotikaresistenz		
Chemikaliensicherheit	POP, Schwermetalle, Nanopartikel, Biozide, PSM, hormonaktive Wirkstoffe (Medikamente)		Pflanzenschutzmittel, POP, Schwermetalle, Dünger, Biodiversitätsfläche		
Schutz vor NIS	NIS-Wirkung verschiedener Quellen, Elektrosensibilität, Synergistische Wirkungen mit Medikamenten und Luftschadstoffen, NIS-Monitoring			Elektrizitätserzeugung, -übertragung und -anwendung, Funktechnologien, Beleuchtung, NIS-Monitoring	Eisenbahn, Elektromobilität, Verkehrstelematik
Lärmbekämpfung und Ruheschutz	Lärmauswirkung unterschiedlicher Quellen, Gesundheitskosten, Einfluss Erschütterung auf Gesundheit			Windkraft, motorisierter Verkehr, Wärmepumpen	LAN, Lärmkataster, Siedlungsentwicklung
Boden	Bodenschadstoffe		Bodenbelastungen, Bodenfruchtbarkeit, Bodenverdichtung und -erosion	Geothermie, Fracking	Boden Nutzung
Altlasten	Gesundheitsrisiken von Altlasten		Belastungen aus Altlasten	belastete Sedimente in Wasserkraftwerken	Raumnutzung auf belasteten Standorten
Wasser	Antibiotikaresistenzen, Schadstoffe in Gewässern		Schadstoffe in Gewässern: Dünger, Pflanzenschutzmittel, Antibiotikaresistenz, Nutzungskonflikte Grundwasser	Wasserkraft, Talsperren, Restwasser, Revitalisierung	Renaturierung, Nutzungskonflikte Wasser
Luft	NO _x , Feinstaub, Ozon		kritische Belastungswerte für Ozon, Stickstoff- und Schwermetalleinträge	Feinstaub, Ozon, NO _x	Verkehrsperspektiven
Biodiversität	Invasive Arten		Resilienz von Ökosystemen, Schutz- und Vernetzungsgebiete, Bienen, prioritäre Arten, invasive gebietsfremde Arten	Wasser Kraft, Energie aus Biomasse, Windkraft	Lebensraumvernetzung, Schutzgebiete
Landschaft			Landschaftsleistungen	Energie-Infrastrukturen in der Landschaft (Solar, Wind)	Infrastrukturplanung, nachhaltige Landnutzung, Landschaftstypologie
Wald und Holz			Waldbewirtschaftung	Energie aus Holz	Walderschließung
Abfall- und Rohstoffmanagement	Emissionen von Schadstoffen		P-Dünger aus Klärschlamm, Biogas- und Kompostieranlagen	Energie aus Abfall, Biogas	Deponien
Eindämmung und Bewältigung Klimawandel	Auswirkungen Klimawandel auf Gesundheit (Einbezug Gesamtkosten)			Eneuerbare Energien, Energieeffizienz, Zielkonflikte bei Energieproduktion, Folgekosten Energiewende, Treibhausgase	Mobilitätskonzepte, Siedlungsentwicklung, Verkehrsperspektiven
Umgang mit Naturgefahren und technischen Risiken	Unfallprävention und -bewältigung			Sicherheit von Wasserkraftanlagen, Talsperren	Gefahrenkarten

Entwicklung und Zusammenarbeit	Sicherheits- und Friedenspolitik	Berufsbildung	Sport und Bewegung	Nachhaltiger Verkehr	Meteorologie und Klimatologie	Landestopografie	Metrologie
Verbesserung Kohärenz							
Umweltgouvernanz							
Rohstoffhandel, SDG, Umweltbelastung im Ausland	Sichere Rohstoffversorgung			Mobilitätsverhalten, Mobility pricing			
Internationale Konventionen, Umweltgouvernanz, Zieldefinition							
Erneuerbare Energien, Trinkwasser, Ressourceneffizienz							
	Fernerkundung			Verkehrsmonitoring	Mess- und Prognosesysteme		Messnetzwerkoptimierung
Bildung für Nachhaltige Entwicklung		Bildung für Nachhaltige Entwicklung, Cleantech in der Berufsbildung					
		Pathogene Organismen, GVO					
Basler-, Rotterdamer- und Stockholmerkonventionen, Montreal Protokoll							Analytische Methodenentwicklung, Mess- und Simulationsmethoden
Lärmärmer Verkehr							
Quantitativer und qualitativer Bodenschutz	Landesversorgung			Bodenschadstoffe, Bodenverschiebung		Bodenkarten	
				Altlasten aus Verkehrsinfrastruktur, PAK			
	Hochwasserschutz, Nutzungskonflikte Grundwasser			Wasserschadstoffe	Einfluss Klimawandel auf Wasserhaushalt, Hochwassermodelle und Niedrigwasserprognose		Messnetzwerkoptimierung
Minamata-Konvention				Feinstaub, Ozon, NO _x , effiziente Motoren;	Aerosol- und Ozonmodellierung		Methoden zur Messung von Spurengasen und feinen Partikeln
Biodiversitätskonventionen		Schutzgebiete	Vernetzungsgebiete				
				Landschaft als Erholungsraum	Landschaftsversiedlung		Landschaftsaufnahmen und -veränderung
Klimakonvention: Wald als Senke	Schutzwald	Wald- und Holzberufe	Wald als Erholungsraum		Wald und Klimawandel		
Rohstoffhandel	Sichere Rohstoffversorgung			optimale Verkehrsanbindung			
Klimakonvention, SDG			CO ₂ -arme Veranstaltungen und Infrastrukturen	Auswirkungen und Anpassung Klimawandel	Anpassung Klimawandel, Klimaszenarien		Methoden zur Messung von Treibhausgasen
	Warnsysteme, Sicherheit von Infrastrukturen			Rutschungen	Früherkennung Extremereignisse, Warnsysteme		

6 > Organisation und Qualitätssicherung

6.1 Interne Organisation

Das BAFU verfügt über ein standardisiertes Verfahren zur Planung von Forschungs- und Entwicklungsprojekten. Im Rahmen des jährlichen Planungsprozesses melden die Fachabteilungen alle Vorschläge für neue Forschungs- und Entwicklungsprojekte an, die sich aufgrund von aktuellen Aufgaben und Fragestellungen ergeben. Die Vorprüfung dieser Vorschläge erfolgt durch die Sektion Innovation in Zusammenarbeit mit der amtsinternen Koordinationskommission Umweltforschung, in der alle Fachabteilungen vertreten sind, sowie die Sektion Finanzen & Controlling. Definitiv bewilligt werden die beantragten Projekte durch die Direktion.

Die für die Ermittlung des Stands der Forschung, Initiierung und Begleitung von Forschungs- und Entwicklungsprojekten benötigten fachlichen Kompetenzen liegen in erster Linie bei den Fachabteilungen. Zur Unterstützung der Fachabteilungen wurden amtsintern klare Kriterien zur Definition von Forschungs- und Entwicklungsprojekten und Vorgaben für die Beschreibung der geplanten Projekte formuliert, so dass eine transparente und nachvollziehbare Entscheidungsfindung ermöglicht wird (siehe Tab. 5).

Für die Begleitung von Projekten mit externen Forschungspartnern wird jeweils eine Fachperson – bei Bedarf auch mehrere Personen aus verschiedenen Fachbereichen – bezeichnet, die das Projekt auf Seiten des BAFU begleitet. Das interne Reporting erfolgt zwei Mal jährlich. Bei Projektabschluss ist ein Projektabschlussformular einzureichen, das von der Direktion genehmigt wird. Zur Gewährleistung der Transparenz und Information der Öffentlichkeit werden die wichtigsten Informationen zu Hintergrund, Zielen und Ergebnissen der einzelnen Forschungsvorhaben in der Forschungs-

datenbank ARAMIS (www.aramis.admin.ch) des Bundes publiziert. Zusätzlich werden die Ergebnisse je nach Zielpublikum und Thema auf der Website des BAFU, in den Publikationsreihen des BAFU (Umwelt-Zustand, Umwelt-Vollzug, Umwelt-Wissen) oder in Merkblättern, Artikeln in wissenschaftlichen oder branchenspezifischen Fachzeitschriften sowie im BAFU-Magazin «umwelt» veröffentlicht.

6.2 Beratung durch das wissenschaftliche Begleitorgan OFU

Gemäss den Richtlinien zur Qualitätssicherung in der Res sortforschung des Bundes müssen in jedem Politikbereich unabhängige Fachexperten in einer wissenschaftlichen Begleitkommission für die Erstellung des Forschungskonzeptes beigezogen werden. Als externe wissenschaftliche Begleitkommission für das BAFU fungiert das Beratende Organ für Umweltforschung (OFU), das Mitglieder aus Wissenschaft, Wirtschaft und Verwaltung umfasst. Die Unabhängigkeit dieses Beirates wird durch ein externes Präsidium (zurzeit Prof. em. Dr. Beat Bürgenmeier, Universität Genf) sichergestellt. Bei der Zusammensetzung der Mitglieder des OFU wird darauf geachtet, dass über die Mitglieder die Vernetzung mit den wichtigsten Institutionen der Umweltforschung sichergestellt ist und die Expertise der Mitglieder alle Themenbereiche des BAFU abdeckt. Die Mitglieder des OFU können sich als sogenannte OFU-Partnerin oder OFU-Partner für einzelne Forschungsbereiche zur Verfügung stellen und in dieser Funktion die zuständigen Fachabteilungen direkt beraten.

Gemäss Mandat vom 8. März 2013 nimmt das OFU in Übereinstimmung mit den oben genannten Richtlinien hauptsächlich die folgenden Aufgaben wahr:

- > Beratung des BAFU bei der Erarbeitung der vierjährigen Forschungskonzepte, insbesondere
 - bei der Erstellung eines Überblicks über den aktuellen Stand der Forschung
 - bei der Identifizierung von forschungsrelevanten Umweltproblemen und gesellschaftlichen Herausforderungen sowie der Feststellung von Forschungslücken
 - bei der strategischen Prioritätensetzung in Bezug auf Forschungsthemen und Mitteleinsatz

Tab. 5 Kriterien zur Abgrenzung der Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten im BAFU.

F1	Entwicklung von Methoden
F2	Erkennung von Problemen, Mechanismen und Verhaltensweisen; Erfolgskontrolle von Massnahmen
F3	Festlegung von Grenz- oder Zielwerten
F4	Ausarbeitung von wissenschaftlichen Grundlagen für technische, ökonomische, soziale, politische, juristische, organisatorische und strukturelle Lösungen sowie Synthesearbeiten von Forschungsergebnissen

- bei der Beurteilung der wissenschaftlichen und gesellschaftlichen Relevanz, der Angemessenheit des Ansatzes sowie des potenziellen Nutzens der Forschungsvorhaben, die im Rahmen der Ressortforschung des BAFU durchgeführt werden sollen
- > Förderung des Austauschs mit Forschungsinstitutionen, finanziierenden Institutionen und Nutzenden der Forschungsresultate

Für die Erarbeitung der prioritären Forschungsthemen des vorliegenden Forschungskonzepts wurden die OFU-Partnerinnen und Partner in die vorbereitenden Diskussionen mit den Fachabteilungen beigezogen. Die Zusammenstellung der prioritären Forschungsthemen aller Forschungsbereiche wurde im Rahmen einer zweitägigen Retraite des OFU diskutiert.

6.3 Qualitätssicherung

Der im Jahr 2010 mit der externen Evaluation der Umsetzung der Qualitätssicherungsrichtlinien und Nutzung der Forschungsergebnisse in der Forschung der Bundesverwaltung betraute Schweizerische Wissenschafts- und Innovationsrat (SWIR) stellte fest, dass die Forschung der Bundesverwaltung bei der Qualitätssicherung insgesamt gut abschneidet und die Involvierten über ein grosses Wissen hinsichtlich der Nutzung der Resultate verfügen (Präsidium des Steuerungsausschusses BFT 2010). Die vom interdepartementalen Koordinationsausschuss für die Ressortforschung (RF) erlassenen Richtlinien für die Qualitätssicherung haben in der Praxis ihre Nützlichkeit bewiesen. Der SWIR empfahl, (1) die spezifische Qualitätssicherung innerhalb der Bundesstellen unter Einbezug des Koordinationsausschusses-RF weiter voranzutreiben und zu konsolidieren, (2) die Qualitätssicherung explizit und mit konkreten Zielen für die jeweilige Planungsperioden in die Forschungskonzepte aufzunehmen, (3) den vermehrten Einsatz von wissenschaftlichen Begleitgruppen, (4) den Aufbau eines Systems für Berichterstattung und das Controlling der Ergebnisnutzung sowie (5) das verstärkte Zusammenwirken mit Forschenden an Hochschulen und die Gelegenheit zur Weiterbildung zu nutzen. Der Koordinationsausschuss-RF hat verschiedene Massnahmen zur Umsetzung der Empfehlungen bei der Revision der Qualitätssicherungsrichtlinien berücksichtigt (Koordinationsausschuss-RF 2014).

Das Qualitätssicherungskonzept des Bundes wird durch drei Bereiche definiert: das Forschungsmanagement, die Berichterstattung (Reporting) und die Wirksamkeitsüberprüfung (Evaluation). Der Bereich Forschungsmanagement beinhaltet die strategische Planung, i. e. das Forschungskonzept, das Verfahren zur Vergabe von Mandaten, die Forschungsbegleitung, die Projektinformation in ARAMIS und die Ver-

öffentlichung der Resultate. Die Berichterstattung bezeichnet sowohl die zentralen Informationen zu Handen des Bundesrates und des Koordinationsausschusses für Ressortforschung als auch die projektbezogenen Berichte und öffentlichen Publikationen. Evaluationen können auf der Ebene einzelner Forschungsprojekte, der Forschungsprogramme oder der Forschung des Politikbereichs im Allgemeinen erfolgen.

Im BAFU ist die Sektion Innovation zuständig für die Koordination der vom Bund definierten Qualitätssicherung der Forschungsprojekte. Die Federführung projektbezogener Aufgaben, wie z. B. die Vergabe von Mandaten, die Projektbegleitung und die Evaluation der einzelnen Forschungsprojekte liegt bei den Fachabteilungen des BAFU. Die Verantwortung für das übergeordnete Forschungsmanagement sowie die übergeordnete Berichterstattung und Evaluation obliegt der Sektion Innovation.

Innerhalb des BAFU wurden in der Periode 2013–2016 Qualitätssicherungsmassnahmen sowohl beim internen Forschungsmanagement sowie bei der externen Beratung umgesetzt. In der Initialisierungsphase von Forschungsprojekten muss neu der Beitrag des Projektes zum BAFU-Leitbild und den Sektoralstrategien sowie der Bezug zum Forschungskonzept Umwelt aufgezeigt werden. Diese Informationen unterstützen die Direktion bei der Prioritätensetzung zur Vergabe der jährlichen Finanzmittel. Das Beratende Organ für Umweltforschung OFU wurde erweitert, so dass neu alle Forschungsbereiche des BAFU durch die Expertise von mindestens einem Mitglied abgedeckt werden. Zudem wurden in der Periode 2013–2016 sogenannte OFU-Partnerschaften eingeführt. Die OFU-Partnerinnen und Partner stellen sich für ein oder zwei Forschungsbereiche zur Verfügung, um die zuständigen Fachabteilungen direkt zu beraten, insbesondere bei der Identifizierung der prioritären Forschungsthemen für das Forschungskonzept Umwelt.

Für die Periode 2017–2020 werden die Kriterien zur Definition von Forschungsprojekten und zur Abgrenzung von Forschungsaktivitäten zu Aktivitäten im Bereich der Umweltbeobachtung und dem Vollzug präzisiert und konsequent bei allen Forschungsvorhaben angewendet. Nach der Einführung des Neuen Führungsmodells für die Bundesverwaltung (NFB) werden die Qualitätsrichtlinien (siehe weiter oben) bei allen Forschungsprojekten angewendet, die über die Planungsposition Forschung und Entwicklung finanziert werden.

> Anhang

A1 Forschung der Bundesverwaltung: allgemeine Informationen

A1-1 Definition

Die von der Bundesverwaltung initiierte bzw. unterstützte Forschung wird gemeinhin «Ressortforschung» bezeichnet. Es handelt sich dabei um Forschung, deren Ergebnisse von der Bundesverwaltung resp. der Bundespolitik für die Erfüllung ihrer Aufgaben benötigt werden oder im öffentlichen Interesse liegen. Die Ressortforschung liegt damit an der Schnittstelle zwischen der wissenschaftlichen Forschung und der Politik bzw. Praxis. Es handelt sich sowohl um «Forschung in der Politik», welche die wissenschaftliche und technische Dimension in die politische Diskussion einbringt, als auch um «Forschung für die Politik», welche die Grundlagen für die Formulierung der Ziele in den Politikbereichen (s. Anhang A1-3) bereitstellt. Sie wird legitimiert durch das Forschungs- und Innovationsförderungsgesetz FIFG (*SR 420.1*), welches als Rahmengesetz für die Ressortforschung dient¹, und durch die spezialgesetzlichen Bestimmungen (s. Anhang A1-2). Sie steht im Einklang mit den Strategien der Bundesstellen und kann folgende Massnahmen umfassen:

1. den Betrieb bundeseigener Forschungsanstalten (Forschung intra-muros);
2. Beiträge an Hochschulforschungsstätten für die Durchführung von Forschungsprojekten und programmen;
3. die Durchführung eigener Forschungsprogramme, namentlich in Zusammenarbeit mit Hochschulforschungsstätten, Forschungsförderungsinstitutionen wie dem Schweizerischen Nationalfonds (SNF), der Kommission für Technologie und Innovation (KTI) oder weiteren Förderorganisationen;
4. Beiträge von Bundesstellen an internationale Institutionen und Organisationen für Forschungsprojekte oder -programme;
5. die Erteilung von Forschungsaufträgen (Auftragsforschung).

Nicht zur Ressortforschung gehören die Ausgaben der vom Bund finanzierten Hochschulen und Forschungsanstalten des Hochschulbereichs, Beiträge (Subventionen) des Bundes an den SNF, die KTI und an wissenschaftliche Institutionen gemäss FIFG (Akademien, Forschungsinfrastrukturen, Institutionen und Technologiekompetenzzentren etc.) sowie Bei-

träge an internationale wissenschaftliche Institutionen und Organisationen zur Strukturfinanzierung.

In der Praxis beruht die Ressortforschung auf den fünf Hauptprinzipien der Gesetzmässigkeit, Zweckmässigkeit, Wirksamkeit, Wirtschaftlichkeit und Einhaltung der wissenschaftlichen Qualitätsstandards. Die Hauptverantwortung für die Ressortforschung liegt bei den einzelnen Bundesstellen, welche die Forschung entweder selber durchführen, in Auftrag geben oder Beiträge leisten.

A1-2 Gesetzlicher Auftrag

Rahmengesetz

Das Engagement des Bundes in der Forschung und Forschungsförderung wird durch Art. 64 der Bundesverfassung (*SR 101*) legitimiert, indem der Bund die wissenschaftliche Forschung und die Innovation fördert, bzw. Forschungsstätten errichten, übernehmen oder betreiben kann.

Mit der Totalrevision des *FIFG* im Jahr 2012 ist dieses zu einem Rahmengesetz für die Ressortforschung ausgearbeitet worden: Die Bundesverwaltung ist ein Forschungsorgan, soweit sie für die Erfüllung ihrer Aufgaben Ressortforschung betreibt oder Aufgaben der Forschungs- und Innovationsförderung wahrnimmt (Art. 4, Bst. d). Der Bund fördert die Forschung und die Innovation nach *FIFG* sowie nach Spezialgesetzen durch eigene Ressortforschung, einschliesslich der Errichtung und des Betriebs bundeseigener Forschungsanstalten (Art. 7 Abs. 1 Bst. e). Die Massnahmen der Ressortforschung (s. oben) sowie Vorgaben wie beispielsweise zur Einwerbung von Drittmitteln werden Art. 16 dargelegt. Die Einrichtung von bundeseigenen Forschungsanstalten ist in Art. 17 geregelt. Ein wichtiger Aspekt der Ressortforschung ist deren Koordination. Hierzu wird vom Bundesrat ein interdepartementaler Koordinationsausschuss eingesetzt, der insbesondere Aufgaben im Bereich des koordinierten Vorgehens bei der Erstellung der Mehrjahresprogramme wahrnimmt und Richtlinien zur Qualitätssicherung erlässt (Art. 42). Die Mehrjahresprogramme der Ressortforschung – ein Koordinations- und Planungsinstrument – werden in Form von ressortübergreifenden Forschungskonzepten erarbeitet, in welchen die Forschungsschwerpunkte der Hochschulen, die im Auftrag des Bundes durchgeführten Förderprogramme des

¹ Totalrevision des *FIFG* vom 14. Dezember 2012

Schweizerischen Nationalfonds SNF sowie die Tätigkeit der Kommission für Technik und Innovation KTI berücksichtigt werden (Art. 45).

Spezialgesetzliche Grundlagen

Neben der übergeordneten Verankerung im FIFG ist die Forschung der Bundesverwaltung auf über 55 *spezialgesetzliche Bestimmungen* abgestützt. In diesen werden direkte Forschungsaufträge oder Finanzierungsverpflichtungen durch den Bund vorgegeben, bzw. direkte Evaluations-, Erhebungs-, oder Prüfungsaufträge formuliert, welche entsprechende wissenschaftliche Arbeiten voraussetzen. Zudem werden Forschungsaufgaben in zahlreichen den Gesetzen zugehörigen und weiteren Verordnungen präzisiert. Darüber hinaus setzt selbst dort, wo kein expliziter gesetzlicher Auftrag zur Forschung besteht, die Anwendung und Umsetzung geltenden Rechts oft Fachwissen voraus, welches aktuell sein soll und daher mittels Forschung erarbeitet werden muss (z. B. beim Erlass von Richtlinien und Verordnungen). Deshalb sind Forschungsverpflichtungen auch oft Teil des Leistungsauftrags von FLAG-Ämtern (ab 2017 Leistungsvereinbarung nach NFB) oder sie werden in departementalen Organisationsverordnungen für die verschiedenen Ämter festgelegt.

Verpflichtungen aus internationalen Vereinbarungen und parlamentarischen Aufträgen

Neben den spezialgesetzlichen Bestimmungen enthalten oder implizieren auch über 90 *internationale Verträge, Konventionen oder Mitgliedschaften* Verpflichtungen zur Forschung oder zu nationalen Forschungsanstrengungen in den jeweils relevanten Themenfeldern. Aber auch in Fällen, wo keine expliziten Forschungsverpflichtungen aus Verträgen existieren, ist die in Auftrag gegebene Forschung für einige Ämter zentral, um notwendige internationale Kontakte aufrecht erhalten zu können. Die Forschung der Bundesverwaltung ermöglicht so einen Austausch auf der Basis von Fachwissen, dem die eigenen aktuellen wissenschaftlichen Erkenntnisse zu Grunde liegen.

Vom Parlament selbst werden durch parlamentarische Initiativen, Motionen, Postulate, Interpellationen oder Anfragen Aufträge zur Erarbeitung von Entwürfen für Erlasse, zur Erarbeitung von Prüfungsberichten und Auskünften erteilt, deren Behandlung Aktivitäten in der Forschung der Bundesverwaltung nach sich ziehen kann.

A1-3 Koordination der Forschung der Bundesverwaltung

Gliederung der Forschung der Bundesverwaltung in Politikbereiche

Die Forschung der Bundesverwaltung wird im Interesse der guten Koordination und Zusammenarbeit zwischen den beteiligten Bundesstellen nach politischen Bereichen gegliedert. Die Politikbereiche, für die eine strategische Forschungsplanung zu erstellen ist (FIFG Art. 45 Abs. 3), werden vom Bundesrat im Rahmen der jeweiligen Botschaft über die Förderung von Bildung, Forschung und Innovation festgelegt (FIFG Art. 46 Abs. 1 Bst. d). Dazu erarbeiten die betroffenen Bundesstellen unter der Leitung einer federführenden Bundesstelle und unter gezieltem Einbezug externer Expertise (in der Regel eine wissenschaftliche Begleitkommission/-gruppe) vierjährige Forschungskonzepte. Diese Forschungskonzepte sind prägnante und umfassende Strategiedokumente. Sie dienen der Information von interessierten und betroffenen Forschungsakteuren innerhalb und ausserhalb des Bundes sowie der öffentlichen Hand generell, unterstützen die Koordination der Forschung und stellen ein Instrument der Planung und Legitimierung der Forschungstätigkeit des Bundes dar. Seit der BFI-Periode 2004–2007 werden für die folgenden 11 Politikbereiche Forschungskonzepte erstellt:

1. Gesundheit (Federführung BAG)
2. Soziale Sicherheit (BSV)
3. Umwelt (BAFU)
4. Landwirtschaft (BLW)
5. Energie (BFE)
6. Nachhaltige Raumentwicklung und Mobilität (ARE)
7. Entwicklung und Zusammenarbeit (DEZA)
8. Sicherheits- und Friedenpolitik (W+T, BABS, EDA/PD)
9. Berufsbildung (SBFI)
10. Sport und Bewegung (BASPO)
11. Nachhaltiger Verkehr (ASTRA).

Interdepartementaler Koordinationsausschuss für die Ressortforschung

Im Jahr 1997 hatte der Bundesrat im Zuge der Reorganisation des Bereichs «Bildung, Forschung und Technologie» einen Steuerungsausschuss für die Koordination der Ressortforschung eingesetzt. Mit der Totalrevision des FIFG ist dieser Ausschuss seiner Funktion entsprechend als interdepartementaler Koordinationsausschuss (Koordinationsausschuss-RF) nun gesetzlich abgestützt worden.

Aufgaben: Gestützt auf das FIFG hat der Koordinationsausschuss-RF namentlich die Aufgaben der Koordination der Forschungskonzepte² sowie der Erarbeitung von Richtlinien für die Qualitätssicherung³. Des Weiteren stellt der Ausschuss die strategischen Koordination der Ressortforschung sicher, ist eine aktive Plattform für den Austausch guter Praxen in der Qualitätssicherung, erhebt jährlich den Forschungsaufwand und den Budgetrahmen der Forschungsaktivitäten der Bundesverwaltung für die Berichterstattung im Rahmen der jährlichen Informationsnotiz an den Bundesrat (enthält auch Informationen zu laufenden und geplanten Massnahmen im Bereich der Forschung der Bundesverwaltung wie Evaluationen und Aktivitäten im Zusammenhang mit parlamentarischen Vorstössen, etc.), nimmt Aufgaben wahr bei der Auswahl von Nationalen Forschungsprogrammen (NFP) und Nationalen Forschungsschwerpunkten (NFS), koordiniert zwischen der Ressortforschung und den anderen Instrumenten der orientierten Forschung und kann Evaluationen initiiieren zu übergeordneten Themen im Bereich der Ressortforschung.

Die ämter- und departementsübergreifende Steuerung der finanziellen Ressourcen der Forschung der Bundesverwaltung fällt allerdings nicht in den Aufgabenbereich des Koordinationsausschusses-RF. Letztmals wurde im Jahr 2006 eine entsprechende Empfehlung der Geschäftsprüfungskommission des Nationalrates GPK-N zur Steuerung der Ressourcen in der Forschung der Bundesverwaltung durch den Bundesrat abgelehnt⁴. Diese Steuerung muss in letzter Verantwortung durch das Parlament über die Genehmigung der jeweiligen betroffenen Kredite der Ämter erfolgen und kann mit dem heutigen Verfahren vom Parlament im Rahmen der jährlichen Budgetentscheide effizient wahrgenommen werden.

Zusammensetzung: Der Koordinationsausschuss-RF wird durch ein Geschäftsleitungsmitglied des Staatssekretariates für Bildung, Forschung und Innovation SBFI präsidiert. Einsatz in den Ausschuss nehmen Mitglieder der Direktionen/Geschäftsleitungen der Bundesämter mit eigener Forschung und der eidg. Finanzverwaltung sowie Vertreter des SNF, der KTI und des Rats der Eidgenössischen Technischen Hochschulen (ETH-Rat).

Arbeitsgruppe und Sekretariat des Koordinationsausschusses-RF

Die Erarbeitung von Grundlagen, Richtlinien und Berichten betreffend die Ressortforschung sowie die Vorbereitung der Sitzungen und Beschlüsse des Koordinationsausschusses-RF erfolgen in einer Arbeitsgruppe, in welche die Forschungsverantwortlichen der Bundesämter Einsitz nehmen. Die Arbeitsgruppe wird durch das Sekretariat des Koordinationsausschusses-RF geleitet, welches am SBFI angesiedelt ist. Das Sekretariat wiederum sichert den Informationsfluss unter den im Koordinationsausschuss-RF vertretenen Bundesämtern und betreut die Geschäfte. Es ist zuständig für die Website www.ressortforschung.admin.ch, welche Kurzinformationen zu Schwerpunkten der Forschung in den *Politikbereichen*, die aktuellen Forschungskonzepte, Links zu den Forschungsseiten der Bundesämter und die Dokumentation über die *rechtliche Abstützung* der Forschung abbildet. Die Sites enthalten auch standardisierte und jährlich von den in den Politikbereichen federführenden Ämtern aufgehaltene *Fact Sheets*, welche die Öffentlichkeit über erfolgreich verlaufene Forschungstätigkeiten («success stories») sowie über die finanziellen Ressourcen informieren.

Datenbank ARAMIS

Das Informationssystem ARAMIS (www.aramis.admin.ch) enthält Informationen über Forschungsprojekte und Evaluationen, die der Bund selber durchführt oder finanziert. Eingeführt wurde das System 1997 als Folge von mehreren parlamentarischen Vorstössen, die mehr Transparenz und eine Verbesserung der Kooperation in der Forschung der Bundesverwaltung verlangten. Die Ziele und Aufgaben des Systems werden in der ARAMIS-Verordnung (*SR 420.171*) beschrieben: (1) Schaffung von Transparenz hinsichtlich der Finanzflüsse im Bereich der Forschung und Innovation, (2) inhaltliche Koordination der vom Bund finanzierten oder durchgeföhrten Projekte, (3) Datenbeschaffung für die Statistik des Bundesamtes für Statistik (BFS) im Bereich «Forschung und Entwicklung in der Bundesverwaltung», (4) Planung und Steuerung auf dem Gebiet der Forschungs- und Innovationsförderung und (5) Unterstützung des Projektmanagements.

2 «Grundsätze für die Erstellung der Konzepte 2017–2020 betreffend die Forschungsaktivitäten der Bundesverwaltung in den 11 Politikbereichen», Koordinationsausschuss-RF, Oktober 2014.

3 «Qualitätssicherung in der Ressortforschung des Bundes», Richtlinien des interdepartementalen Koordinationsausschusses-RF, 26. März 2014.

4 BBI 2007 847 ().

Das Informationssystem funktioniert als eine einfache Datenbankanwendung, in welcher alle Forschungsvorhaben und Wirksamkeitsüberprüfungen/Evaluationen der Bundesverwaltung als einzelne oder miteinander verknüpfte Projekte abgebildet werden. ARAMIS dient daher als ein Pfeiler in der Qualitätssicherung der Forschung der Bundesverwaltung und ist entsprechend in den Richtlinien des Koordinationsausschusses-RF über die Qualitätssicherung verankert. Für die Unterstützung der Forschungscoordination und -planung sowie für einen effizienten Mitteleinsatz werden auf der Basis von ARAMIS jährlich detaillierte Informationen über die Art der Forschung (intramuros, Forschungsaufträge und -beiträge), die Auftragsnehmer sowie die Aufwände der Ämter im Rahmen der Forschungskonzepte zuhanden des Bundesrates und des Koordinationsausschusses-RF zusammengestellt. Damit wird garantiert, dass diese im Hinblick auf die Finanzplanung über die Mittelentwicklung und -einsetzung bei den einzelnen Ämtern informiert sind.

A1-4 Übergeordnete Ziele in der Periode 2017–2020

Auf der Grundlage des totalrevidierten FIFG und der Empfehlungen im Rahmen der Evaluation⁵ der Umsetzung der Qualitätssicherung in der Ressortforschung stehen für den Koordinationsausschuss-RF folgende Hauptziele in der Periode 2017–2020 im Vordergrund:

- > In den Forschungskonzepten für die Politikbereiche werden die Schnittstellen zu den Forschungsschwerpunkten der Hochschulen, den Förderprogrammen des SNF und den Fördertätigkeiten der KTI explizit aufgezeigt. Damit soll die Ressortforschung, wenn sachlich möglich oder erforderlich, an die allgemeine Forschungsförderung angeknüpft werden. Die entsprechenden Programme der Forschungsförderungsinstitutionen oder Hochschulen sollen durch die Forschung der Bundesverwaltung vermehrt genutzt werden.
- > Bei der Qualitätssicherung hat der Schweizerische Wissenschafts- und Innovationsrat SWIR Verbesserungspotenzial bei der Verzahnung zwischen Qualitätssicherung und Planung gesehen, welche noch zu wenig konsequent betrieben wird. In den Forschungskonzepten wird die Qualitätssicherung daher explizit mit konkreten Zielen/Massnahmen der am Konzept beteiligten Bundesstellen und Meilensteinen für die jeweilige Planungsperiode thematisiert.
- > Das Qualitätssicherungskonzept in der Ressortforschung basiert auf den 3 Pfeilern Forschungsmanagement, Berichterstattung/Reporting und Wirksamkeitsprüfung/Evaluation. Mit der Revision der Qualitätssicherungsrichtlinien durch den Koordinationsausschuss-RF ist beim Forschungsmanagement neben der strategischen Planung,

den transparenten Verfahren bei den Vergabeverfahren, der Projektinformation in ARAMIS und der Veröffentlichung der Forschungsergebnisse mit der Forschungsbegleitung eine zusätzliche Komponente aufgenommen worden. Die Begleitung dient dazu, die wissenschaftliche Qualität der Forschung durch das Einbringen von state-of-the-art-Methoden zu erhöhen sowie die effiziente und effektive Erarbeitung und die Bewertung der Forschungsresultate zu gewährleisten.

- > Die Nutzung der Forschungsergebnisse wird gemäss ex-post Evaluationskriterien analysiert und nach Möglichkeit in den Abschlussberichten/Kurzfassungen über die durchgeführten Forschungsprojekte oder in separaten Stellungnahmen zu den Forschungsergebnissen dargelegt. Die entsprechenden Dokumente werden in der Datenbank ARAMIS abgelegt.
- > Zum Erhalt und Ausbau der Kompetenz der Bundesstellen als Auftraggeber und Verwerter von anwendungsorientierter Forschung wird die Gelegenheit für Mitarbeiter zur Weiterbildung im Hochschulforschungsbereich sowie das intensive Zusammenwirken in gemeinsamen Vorhaben und Strukturen mit Forschenden an Hochschulen in der Schweiz und im Ausland vermehrt wahrgenommen.

A2 Umweltrelevante KTI-Projekte 2012

Tabelle 6 gibt einen Überblick über die umweltrelevanten Projekte der KTI, welche im Jahr 2012 gefördert wurden. Weitere Informationen zu den Projekten sind unter www.aramis.admin.ch einsehbar.

⁵ Abschlussbericht des Steuerungsausschusses-BFT «Evaluation der Umsetzung der Qualitätssicherungsrichtlinien und der Nutzung der Forschungsergebnisse in der Ressortforschung» vom April 2010.

Tab. 6 Überblick über die umweltrelevanten KTI-Projekte 2012

Projekt	Forschungsinstitution	Projekttitel
13079.1	ETH Zürich	Schneller Trennprozess für Siliziumwafer mittels Diamantdrahtsägen
13120.1	Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften	Virtuelle Brandtests für die Entwicklung passiver Brandschutzsysteme
13223.1	Hochschule Luzern	Auswertung von vorwärts- und rückwärts gestreuten akustischen Signalen zur Bestimmung des Durchflusses und der Partikel- resp. Luftblasenkonzentration im Wasser
13398.1	Fachhochschule Ostschweiz	Entwicklung eines Material-Systems aus hochfestem rostfreiem Stahldraht mit umweltverträglichen Antifouling-Eigenschaften für den Einsatz als Fishfarming-Gehege im off-shore-Bereich
13418.1	Empa	Transparente Stärkefilme mit mittlerer bis langer Lebensdauer (1–2 Jahre) als Fenster für Karton- und Papierverpackungen
13433.1	Fachhochschule Ostschweiz	Entwicklung einer kompakten Reinigungseinheit für partikel- und ölhaltiges Schmutzwasser
13620.1	Agroscope	Adaption eines Konverters für reaktiven Stickstoff als Erweiterung eines kommerziell erhältlichen empfindlichen Chemilumineszenz-Detektors
13699.1	Haute école spécialisée de Suisse occidentale	Nouvelle méthode spectroscopique pour la détermination des éléments délétères dans les métaux précieux: une approche mobile et plus respectueuse de l'environnement
13711.1	Fachhochschule Ostschweiz	Metallextraktion aus Shredderabfällen
13859.1	ETH Zürich	Entwicklungswerzeuge für die Auslegung von Abgasturboladern für zukünftige Grossdieselmotoren mit Miller-Verfahren, Abgasrückführung und Mehrfacheinspritzung.
14019.1	ETH Zürich	Verbesserung der Leistungsfähigkeit von Holzfaserdämmstoffen durch Optimierung wesentlicher Eigenschaften
14193.1	Fachhochschule Nordwestschweiz	Explosionsgeneratoren zur Reinigung von Grosskraftwerkskesseln
14350.1	Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften	Steigerung des Gesamtwirkungsgrades einer Holzfeuerung mittels Neugestaltung und Weiterentwicklung zentraler Prozess- und Anlagenbereiche
14351.1	Eawag	Innovative Methoden zur Kläranlagenoptimierung – Entwicklung höherwertiger, adaptiver Softwaremodule für Prozessleitsysteme zur Reduktion des Energie- und Ressourcenverbrauchs der Abwasserreinigung
14500.1	ETH Zürich	Vorgespannte Holzrahmenkonstruktionen
14502.2	Hochschule Luzern	Entwicklung von hochdämpfenden Elastomerlagern, mit und ohne Bleikern, zur seismischen Isolation von Brücken
14569.1	Fachhochschule Ostschweiz	Nassaufbereitung von KVA-Feinschlacke
14658.1	CSEM	BIOSENSIT: Real-time signal processing of label-free biosensor signals for robustness and speed of measurement improvement
14708.2	Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften	On-site Si recovery during PV wafering (OSIRE)
14778.1	Berner Fachhochschule	Machbarkeitsstudie zur Derivatisierung von Sacchariden aus nachwachsenden Rohstoffen zur Anwendung als lichthärtende Bindemittel
14817.1	Fachhochschule Ostschweiz	Coating Formulation for Pollutants Removal Nonwoven in Horticulture (FABMOVE)
14876.1	Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften	Prevention of undesired interactions between biocides and additives in synthetic materials to improve efficacy and to reduce the necessary amount of biocides.
14891.1	Fachhochschule Ostschweiz	Entwicklung eines industriellen, skalierbaren Verarbeitungsprozesses für den naturfaser-verstärkten Biowerkstoff FluidSolids
14897.1	Fachhochschule Ostschweiz	Selbstreinigender Waschlaugenfilter
14981.1	Fachhochschule Ostschweiz	Antimikrobielle Schutztechnologie für Aussenwärmédämmungen (V-SMART)
15054.1	Hochschule Luzern	Automatisiertes Verfahren zur Lokalisierung von Lecks im Wasserleitungsnetz für Lorno Fox

A3 Mitglieder des Beratenden Organs für Umweltforschung OFU

Vorsitz

Prof. em. Dr. Beat BÜRGEMEIER
 Université de Genève,
 Département d'Economie Politique
 Boulevard du Pont-d'Arve 40
 1211 Genève 4

Wissenschaft

Dr. Brigitte BUCHMANN
 Eidg. Materialprüfungs- und
 Forschungsanstalt (Empa)
 Departement Mobilität, Energie
 und Umwelt
 Überlandstrasse 129
 8600 Dübendorf

Prof. Dr. Philippe CORVINI
 Fachhochschule Nordwestschweiz
 Hochschule für Life Sciences
 Institut für Ecopreneurship
 Gründerstrasse 40
 4132 Muttenz

Prof. Dr. Anne-Christine FAVRE
 Université de Lausanne
 Centre de droit public
 Internef 418
 1015 Dorigny-Lausanne

Prof. Dr. Fabienne FAVRE BOIVIN
 Ecole d'ingénieurs et d'architectes Fribourg
 Institut ITEC
 Pérolles 80
 CP 32
 1705 Fribourg

Prof. Dr. Thomas HEIM
 Fachhochschule Nordwestschweiz
 Hochschule für Technik
 Zentrum für Ressourceneffizienz (ZEF)
 Bahnhofstrasse 6
 5210 Windisch

Prof. Dr. Rolf HOLDeregger
 Eidg. Forschungsanstalt für Wald,
 Schnee und Landschaft (WSL)
 Zürcherstrasse 111
 8903 Birmensdorf

PD Dr. Christian HUGGEL
 Universität Zürich
 Geografisches Institut
 Winterthurerstrasse 190
 8057 Zürich

Prof. Dr. Lukas KELLER
 Universität Zürich
 Institut für Evolutionsbiologie
 und Umweltwissenschaften
 Winterthurerstr. 190
 8057 Zürich

Prof. Dr. Martine REBETEZ
 Université de Neuchâtel
 Institut de Géographie (IGG)
 Espace Louis-Agassiz 1
 2000 Neuchâtel

Prof. Dr. Peter REICHERT
 Eidg. Anstalt für Wasserversorgung,
 Abwasserreinigung und Gewässerschutz (Eawag)
 Überlandstrasse 133
 8600 Dübendorf

Prof. Dr. Martin RÖÖSLI
 Schweiz. Tropen- und Public Health-Institut
 Umweltepidemiologie und Risikoabschätzung
 Socinstrasse 59/Postfach
 4002 Basel

Dr. Werner SPILLMANN
 Im Sihlhof 16
 8134 Adliswil

Prof. Dr. Michael STAUFFACHER
 Eidg. Technische Hochschule Zürich (ETH Zürich)
 Departement für Umweltsystemwissenschaften
 USYS TdLab
 Universitätstrasse 16
 8092 Zürich

Dr. Michael WINZELER
 Agroscope
 Institut für Nachhaltigkeitswissenschaften (INH)
 Biodiversität und Umweltmanagement
 Reckenholzstrasse 191
 8046 Zürich

Wirtschaft/Organisationen
 Sabine DÖBELI
 Swiss Sustainable Finance
 8000 Zürich

Sabine KRATTIGER
 Immark AG
 Bahnstrasse 142
 8105 Regensdorf

Dr. Markus LEHNI
 Corporate Environment and Energy Manager
 Novartis International AG
 4002 Basel

Dr. Adrian RÜEGSEGGER

TA-SWISS Centre for Technology Assessment
 Brunngasse 36
 3011 Bern

Bundesstellen

Dr. Sibyl ANWANDER
 Bundesamt für Umwelt (BAFU)
 Papiermühlestrasse 172
 3003 Bern

Herbert BRUNOLD
 Bundesamt für Gesundheit (BAG)
 Hessstrasse 27E
 3003 Bern

Alain DIETRICH
 Kommission für Technologie und Innovation (KTI)
 Einsteinstrasse 2
 3003 Bern

Dr. Markus LÖTSCHER
 Bundesamt für Landwirtschaft (BLW)
 Mattenhofstrasse 5
 3003 Bern

Dr. Daniel MARTI
 Staatssekretariat für Bildung,
 Forschung und Innovation (SBFI)
 Einsteinstrasse 2
 3003 Bern

Dr. Rolf SCHMITZ
 Bundesamt für Energie (BFE)
 Mühlestrasse 4
 3003 Bern

Sekretariat

Dr. Olivier JACQUAT
 Dr. Marie-Laure PESCH
 Daniel ZÜRCHER
 Bundesamt für Umwelt (BAFU)
 Papiermühlestrasse 172
 3003 Bern

> Literatur

BAFU 2011: Bundesamt für Umwelt BAFU (Hrsg.) 2011: Landschaftsstrategie BAFU. Bern: 25 S.

BAFU 2012a: Bundesamt für Umwelt BAFU (Hrsg.) 2012: Auswirkungen der Klimaänderung auf Wasserressourcen und Gewässer. Synthesebericht zum Projekt «Klimaänderung und Hydrologie in der Schweiz» (CCHydro). Bundesamt für Umwelt, Bern. Umwelt-Wissen Nr. 1217: 76 S.

BAFU 2012b: Bundesamt für Umwelt BAFU (Hrsg.) 2012: Forschungskonzept Umwelt für die Jahre 2013–2016. Bundesamt für Umwelt, Bern. Umwelt-Wissen Nr. 1206: 70 S.

BAFU 2013: Bundesamt für Umwelt BAFU (Hrsg.) 2013: Waldpolitik 2020. Visionen, Ziele und Massnahmen für eine nachhaltige Bewirtschaftung des Schweizer Waldes. Bundesamt für Umwelt, Bern: 66 S.

BFS 2014a: Bundesamt für Statistik BFS 2014: Wissenschaft und Technologie Indikator, Forschung und Entwicklung Aufwendungen der Privatwirtschaft. 20.10.2014 www.bfs.admin.ch/bfs/portal/de/index/themen/15/09/key/ind2.indicator.20205.202.html.

BFS 2014b: Bundesamt für Statistik BFS 2014: Wissenschaft und Technologie Indikator, Forschung und Entwicklung Aufwendungen des Bundes. 20.10.2014 www.bfs.admin.ch/bfs/portal/de/index/themen/15/09/key/ind2.indicator.20204.202.html.

Bundesrat 2012: Schweizerischer Bundesrat 2012: Botschaft zum Aktionsplan «Koordinierte Energieforschung Schweiz» – Massnahmen in den Jahren 2013–2016 (12.079). BBI 9017

Bundesrat 2013: Schweizerischer Bundesrat 2013: Bericht des Bundesrates über die Wirkung der Umwelttechnologieförderung für die Jahre 2007–2011 (2013–0281). BBI 8585

Bundesrat 2015: Schweizerischer Bundesrat (Hrsg.) 2015: Umwelt Schweiz 2015. Umwelt-Zustand: 144 S.

Dao et al. 2015: Dao H., Friot D., Peduzzi P., Chatenoux B., De Bono A. und Schwarzer S. 2015: Environmental limits and Swiss footprints based on Planetary Boundaries. UNEP/GRID-Genf und Universität Genf, Genf: 97 S.

DEZA 2014: Direktion für Entwicklung und Zusammenarbeit DEZA (Hrsg.) 2014: Schweizer Position zur Agenda für eine Nachhaltige Entwicklung post-2015. Direktion für Entwicklung und Zusammenarbeit und Departement für auswärtige Angelegenheiten, Bern: 26 S.

EC 2015: European Commission EC 2015: Environment Action Programme to 2020. 17.08.2015 <http://ec.europa.eu/environment/action-programme/index.htm>.

EUA 2015: Europäische Umweltagentur EUA (Hrsg.) 2015: Die Umwelt in Europa. Zustand und Ausblick 2015. Synthesebericht. Europäische Umweltagentur, Kopenhagen: 208 S.

Frischknecht et al. 2014: Frischknecht R., Nathani C., Büsser Knöpfel S., Itten R., Wyss F. und Hellmüller P. 2014: Entwicklung der weltweiten Umweltauswirkungen der Schweiz. Umweltbelastung von Konsum und Produktion von 1996 bis 2011. Bundesamt für Umwelt, Bern. Umwelt-Wissen Nr. 1413: 120 S.

Future Earth 2015: Future Earth 2015: Research for global sustainability. 17.08.2015 www.futureearth.org.

Global Footprint Network 2015: Global Footprint Network 2015: Advancing the Science of Sustainability. 17.08.2015 www.footprintnetwork.org/en/index.php/GFN.

Heldstab et al. 2013: Heldstab J., Leippert F., Biedermann R. und Schwank O. 2013: Stickstoffflüsse in der Schweiz 2020. Stoffflussanalyse und Entwicklungen. Bundesamt für Umwelt, Bern. Umwelt-Wissen Nr. 1309: 107 S.

Koordinationsausschuss-RF 2014: Interdepartementaler Koordinationsausschuss für die Ressortforschung des Bundes 2014: Qualitätssicherung in der Ressortforschung des Bundes. Richtlinien. Eidgenössisches Departement für Wirtschaft, Bildung und Forschung, Bern: 29 S.

KTI 2014: Kommission für Technologie und Innovation KTI 2014: Bewilligte Beiträge 2012

Massard et al. 2014: Massard G., Jacquat O. und Zürcher D. 2014: International survey on eco-innovation parks. Learning from experiences on the spatial dimension of eco-innovation. Bundesamt für Umwelt und ERA-Net ECO-Innovation, Bern. Umwelt-Wissen Nr. 1402: 310 S.

Präsidium des Steuerungsausschusses BFT 2010: Präsidium des Steuerungsausschusses Bildung, Forschung und Technologie BFT 2010: Evaluation der Umsetzung der Qualitätssicherungsrichtlinien und der Nutzung der Forschungsergebnisse in der Ressortforschung. Eidgenössisches Departement für Wirtschaft, Bildung und Forschung und Eidgenössisches Departement des Innern, Bern: 287 S.

Rockström et al. 2009: Rockström J., Steffen W., Noone K., Persson A., Chapin F. S., Lambin E. F., Lenton T. M., Scheffer M., Folke C., Schellnhuber H. J., Nykvist B., de Wit C. A., Hughes T., van der Leeuw S., Rodhe H., Sörlin S., Snyder P. K., Costanza R., Svedin U., Falkenmark M., Karlberg L., Corell R. W., Fabry V. J., Hansen J., Walker B., Liverman D., Richardson K., Crutzen P. und Foley J. A. 2009: A safe operating space for humanity. *Nature* 461: 472–475.

SBFI 2014: Staatssekretariat für Bildung, Forschung und Innovation SBFI 2014: Bewilligte Beiträge COST, EUREKA, FP7, Raumfahrtforschung 2012.

SCNAT 2013: Akademie der Naturwissenschaften Schweiz SCNAT (Hrsg) 2013: Jahresbericht 2012. SCNAT, Bern: 41 S.

SNF 2014: Schweizerischer Nationalfonds SNF 2014: Bewilligte Beiträge SNF 2012.

Steffen et al. 2015: Steffen W., Richardson K., Rockström J., Cornell S. E., Fetzer I., Bennett E. M., Biggs R., Carpenter S. R., de Vries W., de Wit C. A., Folke C., Gerten D., Heinke J., Mace G. M., Persson L. M., Ramanathan V., Reyers B. und Sörlin S. 2015: Planetary boundaries: Guiding human development on a changing planet. *Science* 347.

UNEP 2015: United Nations Environment Programme UNEP 2015: Annual report 2014. 66 S.

UVEK 2012: Eidgenössisches Departement für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation UVEK (Hrsg.) 2012: Departementsstrategie UVEK 2012. Bern: 32 S.

WBCSD 2010: World Business Council for Sustainable Development 2010: Vision 2050. 80 S.

> Verzeichnisse

Abkürzungen

ARAMIS

Administration Research Management Information System

ARE

Bundesamt für Raumentwicklung

ASTRA

Bundesamt für Strassen

BABS

Bundesamt für Bevölkerungsschutz

BAFU

Bundesamt für Umwelt

BAG

Bundesamt für Gesundheit

BASPO

Bundesamt für Sport

BFE

Bundesamt für Energie

BFS

Bundesamt für Statistik

BFT

Bildung-Forschung-Technologie (Steuerungsausschuss Bildung-Forschung-Technologie)

BGF

Bundesgesetz über die Fischerei (SR 923.0)

BGLE

Bundesgesetz über die Lärmsanierung der Eisenbahnen (SR 742.144)

BLN

Bundesinventar der Landschaften und Naturdenkmäler von nationaler Bedeutung

BLW

Bundesamt für Landwirtschaft

BoeB

Bundesgesetzes über das öffentliche Beschaffungswesen (SR 172.056.1)

BSV

Bundesamt für Sozialversicherungen

ChemG

Bundesgesetz über den Schutz vor gefährlichen Stoffen und Zubereitungen (SR 813.1)

CIP

Competitiveness and Innovation Programm

CKW

Chlorierte Kohlenwasserstoffe

CORE

Eidgenössische Energieforschungskommission

COST

European Cooperation in Science and Technology

DALY

Disability-adjusted life years

CSEM

Centre Suisse d'Electronique et de Microtechnique

DEZA

Direktion für Entwicklung und Zusammenarbeit

Eawag

Eidgenössische Anstalt für Wasserversorgung, Abwasserreinigung und Gewässerschutz

ECO-INNOVERA

Eco-Innovation in Research

EDA/PD

Eidgenössische Departement für auswärtige Angelegenheiten/Politische Direktion

EMEP

European Monitoring and Evaluation Programme

Empa

Eidgenössische Materialprüfungs- und Forschungsanstalt

EPFL

Ecole polytechnique fédérale de Lausanne

ERA-Net

European Research Area Networks

ERC

European Research Council (Europäischer Forschungsrat)

ETHZ

Eidgenössische Technische Hochschule Zürich

EU

Europäische Union

EUA

Europäische Umweltagentur

EUREKA

European Research Coordination Agency

FET Future and Emerging Technologies	LCA Life Cycle Assessment
FHG Bundesgesetzes über den eidgenössischen Finanzaushalt (SR 611.0)	METAS Eidgenössisches Institut für Metrologie
FHNW Fachhochschule Nordwestschweiz	MeteoSchweiz Bundesamt für Meteorologie und Klimatologie
FHO Fachhochschule Ostschweiz	Mo Motion
FiBL Forschungsinstitut für biologischen Landbau	NAQUA Nationale Grundwasserbeobachtung
FIFG Bundesgesetz über die Förderung der Forschung und der Innovation (SR 420.1)	NFB Neues Führungsmodell für die Bundesverwaltung
FLAG Führen mit Leistungsauftrag und Globalbudget	NFP Nationales Forschungsprogramm
GPK-N Geschäftsprüfungskommission des Nationalrates	NFS Nationaler Forschungsschwerpunkt
GschG Bundesgesetz über den Schutz der Gewässer (SR 814.20)	NHG Bundesgesetz über den Natur- und Heimatschutz (SR 451)
GTG Bundesgesetz über die Gentechnik im Ausserhumanbereich (SR 814.91)	NIS Nichtionisierende Strahlung
GVO Gentechnisch veränderte Organismen	OFU Beratendes Organ für Umweltforschung
HES-SO Haute école spécialisée de Suisse occidentale	PAK Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe
ICSU International Council for Science	PM10 Particulate Matter (Partikel mit einem aerodynamischen Durchmesser kleiner gleich 10 Mikrometer)
IPBES Intergovernmental Platform on Biodiversity and Ecosystem Services	PO pathogene Organismen
IPCC Intergovernmental Panel on Climate Change (Weltklimarat)	POP Persistent Organic Pollutants (persistente organische Schadstoffe)
ISSC International Social Science Council	ProClim Forum for Climate and Global Change
JSG Bundesgesetz über die Jagd und den Schutz wildlebender Säugetiere und Vögel (SR 922.0)	PSI Paul Scherrer Institut
Koordinationsausschuss-RF Interdepartementaler Koordinationsausschuss für die Ressortforschung	PSM Pflanzenschutzmittel
KTI Kommission für Technologie und Innovation	

SAGUF Schweizerische Akademische Gesellschaft für Umweltforschung und Ökologie	UTF Umwelttechnologieförderung
SAGW Schweizerische Akademie für Geistes- und Sozialwissenschaften	UVEK Eidgenössisches Departement für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation
SBFI Staatssekretariat für Bildung, Forschung und Innovation	V-FIFG Verordnung zum Bundesgesetz über die Förderung der Forschung und der Innovation (SR 420.11)
SCCER Swiss Competence Centers for Energy Research	VoeB Verordnung über das öffentliche Beschaffungswesen (SR 172.056.11)
SCNAT Akademie der Naturwissenschaften Schweiz	W+T Wissenschaft und Technologie
SDG Sustainable Development Goals	WaG Bundesgesetz über den Wald (SR 921.0)
SNF Schweizerischer Nationalfonds zur Förderung der wissenschaftlichen Forschung	WBCSD World Business Council for Sustainable Development
SR Systematisches Recht	WHFF Wald- und Holzforschungsfonds
SWIR Schweizerischer Wissenschafts- und Innovationsrat	WHO World Health Organization (Weltgesundheitsorganisation)
swisstopo Bundesamt für Landestopografie	WSL Eidgenössische Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft
Td-net Netzwerk für transdisziplinäre Forschung	ZHAW Zürcher Hochschule für angewandte Wissenschaften
TVA Technische Verordnung über Abfälle (SR 814.600)	
UBP Umweltbelastungspunkte	
UNECE CLRTAP United Nations Economic Commission for Europe Convention on long-range transboundary air pollution (Übereinkommen über weiträumige grenzüberschreitende Luftverunreinigung der UNO-Wirtschaftskommission für Europa)	
UNEP United Nations Environmental Programms	
UNESCO United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization	
UNO United Nations Organization	
USG Bundesgesetz über den Umweltschutz (SR 814.01)	

Abbildungen**Abb. 1**

Gegenüberstellung der im Forschungskonzept Umwelt 2013–2016 geplanten Mittel und der effektiven Verteilung der Forschungsmittel nach Schwerpunkten für die Periode 2013–2016, in %

10

Abb. 2

Schwerpunkte und Forschungsbereiche der Umweltforschung für die Periode 2017–2020. Eine detaillierte Beschreibung der Forschungsbereiche findet sich in Kapitel 3.2 (hellblaue Flächen: thematische Schnittstellen mit entsprechenden Schwerpunkten).

17

Tabellen**Tab. 1**

Finanzierung und Durchführung der Forschung im Umweltbereich 2012

13

Tab. 2

Finanzbedarf 2017–2020: pro Forschungsbereich in % des Gesamtbedarfs

46

Tab. 3

Die 20 wichtigsten Institutionen für die Umweltforschung im Hochschul- und Fachhochschulbereich

47

Tab. 4

Thematische Schnittstellen zu anderen Bundesstellen

52

Tab. 5

Kriterien zur Abgrenzung der Forschungs- und Entwicklungaktivitäten im BAFU.

54

Tab. 6

Überblick über die umweltrelevanten KTI-Projekte 2012

61

Bildnachweise**Projektbeispiel 1**

Gletsch mit Rhonegletscher, 2008. © E. Lehmann, BAFU

13

Projektbeispiel 2

Endmoränenzone bei Staffelbach. © BAFU

46

Projektbeispiel 3

Entwicklung der weltweiten Umweltauswirkungen der Schweiz.

© Meteosat/swisstopo, NPOC

47

Projektbeispiel 4

Biomasse-Kraftwerk, Trosa, Schweden. © Guillaume Massard

52

**Illustrationen zu den Forschungsbereichen
(Kapitel 3.2.1–3.2.18)****3.2.1 Grüne Wirtschaft**

Bundesrätin Doris Leuthard besucht einen Betrieb der Grünen Wirtschaft, die Elektronikrecycling-Firma Immark AG. © BAFU

3.2.2 Umweltkommunikation

Passagiere mit mobilen Geräten während einer Busfahrt. ©monkeybusinessimages

3.2.3 Umweltbildung

Zimmermann und Lernender in der Werkstatt. © Hero Images

3.2.4 Internationales

Umweltaktivistinnen und -aktivisten während der Klimakonferenz in Bali 2007. © Jewel Samad/AFP

3.2.5 Umweltbeobachtung

Felderhebungen im Wald. © BAFU

3.2.6 Umweltrecht

Umweltrecht ist ein zentrales Instrument zur Umsetzung der Umweltpolitik. © BAFU

3.2.7 Umwelttechnologie

Entwicklung eines Trägersystems zur Begrünung von Fassaden im Rahmen der Umwelttechnologieförderung (UTF-Nr. 397). © Robert Perroulaz, hepia/HES-SO Genève

3.2.8 Lärmbekämpfung und Ruheschutz

Lärmessungen am Bubenbergplatz in Bern. © BAFU

3.2.9 Schutz vor nichtionisierender Strahlung NIS

Prüfung einer neu errichteten Mobilfunkanlage auf dem Dach eines Hochhauses in Birsfelden. © BAFU

3.2.10 Altlasten

Beprobung eines Handling-Containers bei der Sanierung der Sondermülldeponie Kölliken. © SMDK Sondermülldeponie Kölliken

3.2.11 Luft

Smogkammer für atmosphärenchemische Untersuchungen am PSI.
© Paul Scherrer Institut PSI

3.2.12 Boden

Kartoffeln in der Braunerde. © Agroscope (Gabriela Brändle,
Urs Zihlmann), LANAT (Andreas Chervet)

3.2.13 Wasser

Aufweitung des Escherkanals im Zuge der Renaturierung des Linthwerks.
© BAFU

3.2.14 Biodiversität

Kreuzkröte (*Bufo calamita*) © Christophe Berney

3.2.15 Landschaft

Hochspannungsleitungen in der Landschaft. © BAFU

3.2.16 Wald und Holz

Velo- und Fussgängerbrücke über die Broye zwischen Ins und Bas-Vully
bei Sugiez (Seeland). © Hannes Henz, Zürich/Lignum

3.2.17 Abfall- und Rohstoffmanagement

Kehrichtverbrennungsanlage Weinfelden. © BAFU

3.2.18 Chemikaliensicherheit

Forschung im Bereich Nanotechnologie an der Universität Neuenburg.
© BAFU

3.2.19 Biosicherheit

Genforschung am ETH Institut für Pflanzenwissenschaften. © BAFU

3.2.20 Eindämmung und Bewältigung Klimawandel

Eingang zur Eisgrotte am Rhonegletscher (Furkapass-Belvédère VS).
© David Volken, BAFU

**3.2.21 Umgang mit Naturgefahren und technischen Risiken
(Störfällen)**

Hochwasser 2005 in Brienz, Berner Oberland. © BAFU

Panorama der Umweltforschung 2017–2020:**Beispiele von Forschungsthemen**

(Für eine detaillierte Beschreibung der Forschungsthemen siehe Kapitel 3.2)

1. Grüne Wirtschaft: Ziele und Messung einer Grünen Wirtschaft in der Schweiz (Fussabdruck)
2. Grüne Wirtschaft: Wege zu einem nachhaltigen Konsum
3. Umweltkommunikation: Wirkung der Kommunikation auf das Umweltverhalten und die Akzeptanz von Umweltlösungen
4. Umweltbildung: Analyse und Monitoring der Berufsbildung
5. Internationales: Internationale Umweltgouvernanz
6. Umweltbeobachtung: Systemwissen: Datenerhebung und datengestützte Modellierung
7. Umweltbeobachtung: Bevölkerungsexposition in Bezug auf Umweltbelastungen
8. Umweltrecht: Kohärenz des Umweltrechts
9. Lärmbekämpfung und Ruheschutz: Emissionsbegrenzung
10. Lärmbekämpfung und Ruheschutz: Erschütterungen
11. NIS: Auswirkungen von NIS auf die Gesundheit der Bevölkerung
12. NIS: Störwirkung von künstlichem Licht in der Umwelt
13. Altlasten: Untersuchungen von belasteten Standorten und anderen Bodenbelastungen
14. Altlasten: Sanierung und Überwachung
15. Luft: Auswirkungen von Luftschaadstoffen auf die Gesundheit der Bevölkerung und die Ökosysteme
16. Luft: Weiterentwicklungen von Massnahmen zur Reduktion der Luftbelastung
17. Boden: Beurteilung der biologischen und chemischen Belastungen
18. Wasser: Hydrologisches Systemverständnis und Gewässermonitoring
19. Wasser: Sauberes Wasser / Umweltverhalten und Auswirkungen von Schadstoffen
20. Wasser: Nachhaltige Nutzung von Wasser und Gewässern, Kälte- und Wärmenutzung von Gewässern
21. Wasser: Wirkungskontrolle von Revitalisierungsmassnahmen
22. Biodiversität: Erhaltung von genetischer Vielfalt, Arten und Lebensräumen
23. Landschaft: Landschaftsleistungen
24. Wald und Holz: Holznutzung und Waldwirtschaft
25. Wald und Holz: Waldschutz und Waldbiodiversität
26. Abfall- und Rohstoffmanagement: Abfallanlagen und Rückgewinnung von Wertstoffen
27. Abfall- und Rohstoffmanagement: Verwendung von Recyclingbaustoffen und Deponien der Zukunft
28. Abfall- und Rohstoffmanagement: Phosphor-Rückgewinnung
29. Abfall- und Rohstoffmanagement: Littering und Abfallvermeidung
30. Chemikaliensicherheit: Eintrag in die Umwelt, Abbaubarkeit und Umweltverteilung von Chemikalien, Bioziden, Pflanzenschutzmitteln
31. Chemikaliensicherheit: Ökotoxikologische Auswirkungen von Chemikalien, Bioziden und Pflanzenschutzmitteln
32. Biosicherheit: Einfuhr, Ausbreitung und Einsatz von pathogenen und gebietsfremden Organismen
33. Biosicherheit: Gentechnisch veränderte Organismen (GVO)
34. Eindämmung Klimawandel (Mitigation), Treibhausgasinventar
35. Auswirkungen des Klimawandels (Impacts)
36. Bewältigung Klimawandel (Adaptation)
37. Umgang mit Naturgefahren: Gefahren und Risiken umfassend kennen
38. Umgang mit Naturgefahren: Massnahmen ganzheitlich planen
39. Umgang mit Naturgefahren: Schutzbauten überlastbar auslegen
40. Umgang mit technischen Risiken: Störfallvorsorge

Panorama der Umweltforschung
Panorama de la recherche environnementale

2017-2020

