



# Forschungsprogramm des Umweltbundesamtes 2015-2017

Für Mensch & Umwelt

**Umwelt**   
**Bundesamt**

# Impressum

**Herausgeber:**

Umweltbundesamt  
Postfach 14 06  
06844 Dessau-Roßlau  
Tel: +49 340-2103-0  
info@umweltbundesamt.de  
Internet: www.umweltbundesamt.de

 /umweltbundesamt.de

 /umweltbundesamt

**Redaktion:**

Zentrale Steuerung (ZSt)

Publikationen als pdf:

<http://www.umweltbundesamt.de/publikationen/forschungsprogramm-des-umweltbundesamtes-2015-2017>

**Bildquellen:**

Titelbild: © Martin Stallmann / Umweltbundesamt

Stand: Oktober 2014

## Vorwort

Es ist Aufgabe des Umweltbundesamtes (UBA), sich umwelt- und gesundheitsrelevanter Problemlagen in der Gesellschaft anzunehmen und auf Lösungen hinzuwirken. Das UBA tut dies, indem es das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (BMUB) hinsichtlich Lösungsoptionen berät, die Öffentlichkeit über den aktuellen Umweltzustand informiert sowie im Rahmen der Vollzugsaufgaben Maßnahmen zur Verringerung von Umweltbelastungen umsetzt. Zur Wahrnehmung seiner Funktion als wissenschaftlicher Berater ist eine gesicherte Wissensbasis, die der Politikberatung und Aufklärungsarbeit zu Grunde liegt, unerlässlich. Um diese aufzubauen, zu erhalten und weiterzuentwickeln führt das UBA Ressortforschung durch.

Die Ressortforschung des UBA erarbeitet an der Schnittstelle zwischen Wissenschaft, Gesellschaft und Politik Lösungsbeiträge zu Umweltproblemen und unterstützt so das BMUB und andere Ministerien. Die Evaluation der Ressortforschungseinrichtungen des Bundes durch den Wissenschaftsrat seit 2004 hat dazu geführt, dass die von diesen Einrichtungen betriebene Ressortforschung und deren Spezifika stärker wahrgenommen werden. Im Konzept der Bundesregierung für eine moderne Ressortforschung von 2007 ist die Erarbeitung von Forschungsprogrammen für die einzelnen Ressortforschungseinrichtungen sowie deren regelmäßige Fortschreibung im Abstand von zwei Jahren vorgesehen. Dieser Verpflichtung kommt das UBA mit seinem zweiten Forschungsprogramm für den Zeitraum 2015 - 2017 nach.

Das vorliegende Forschungsprogramm gibt einen Überblick über Ressortforschungsaktivitäten des UBA mit besonderem Augenmerk auf den aktuellen und künftigen inhaltlichen Schwerpunkten. Es stellt dar, welches Wissen in den nächsten drei bis fünf Jahren voraussichtlich verfügbar sein muss, um zeitgerecht Antworten auf umweltpolitisch relevante Fragen geben zu können. Dabei sind zusätzlich die internen Forschungsschwerpunkte ausgewiesen, um auf den Fokus und die Stärken der internen, selbst durchgeführten Forschung des UBA hinzuweisen. Das Forschungsprogramm zeigt auf, dass die einzelnen Forschungsthemen disziplinäre und organisatorische Grenzen überschreiten. Damit trägt das UBA den Erfordernissen für die Bewältigung komplexer Umweltprobleme Rechnung und vermeidet Problemverlagerungen sowie unerwünschte Nebeneffekte.

Das Forschungsprogramm richtet sich an eine breite Zielgruppe aus Wissenschaft, Politik und Gesellschaft. Es stärkt die Transparenz hinsichtlich der gegenwärtigen und geplanten zukünftigen Umwelt- und Nachhaltigkeitsforschungsbeiträge des UBA und soll der besseren Koordinierung von Forschungsaktivitäten mit anderen Einrichtungen dienen. Zudem stellt es das zentrale Instrument für die strategische interne Forschungsplanung dar. Das Forschungsprogramm wird weiterhin regelmäßig fortgeschrieben.

# Inhaltsverzeichnis

<b>Abbildungsverzeichnis.....</b>	<b>6</b>
<b>Tabellenverzeichnis.....</b>	<b>6</b>
<b>Abkürzungen.....</b>	<b>7</b>
<b>1. Einleitung.....</b>	<b>10</b>
1.1 Die Bedeutung von Forschung für die Aufgaben des UBA.....	10
1.2 Forschungsverständnis des UBA.....	11
1.3 Qualitätssicherung der Forschung.....	14
<b>2. Aktueller und künftiger Forschungsbedarf des Umweltbundesamtes.....</b>	<b>18</b>
EXKURS: Beispiel für fachbereichsübergreifende Forschung: Die Wasserforschung des Umweltbundesamtes als Partner in der Water Science Alliance.....	19
2.1 Fachbereich Gesundheitlicher Umweltschutz, Schutz der Ökosysteme.....	21
2.1.1 Umwelthygiene (Umwelt und Gesundheit).....	21
2.1.2 Wasser und Boden.....	26
2.1.3 Trinkwasser- und Badebeckenwasserhygiene.....	33
2.1.4 Luft und Biodiversität.....	37
2.2 Fachbereich „Nachhaltige Produktion und Produkte, Kreislaufwirtschaft“.....	43
2.2.1 Nachhaltige Produkte und Konsummuster, Kommunale Kreislaufwirtschaft.....	43
2.2.2 Nachhaltige Produktion, Ressourcenschonung und Stoffkreisläufe.....	48
2.3 Fachbereich Umweltplanung und Nachhaltigkeitsstrategien.....	53
2.3.1 Nachhaltigkeitsstrategien, Ressourcenschonung und Instrumente.....	53
2.3.2 Klimaschutz und Energie.....	58
2.3.3 Verkehr, Lärm und räumliche Entwicklung.....	64
2.4 Fachbereich Chemikaliensicherheit.....	69
2.4.1 Internationales und Pestizide.....	69
2.4.2 Arzneimittel, Chemikalien und Stoffuntersuchungen.....	73
2.5 Fachbereich Emissionshandel, Deutsche Emissionshandelsstelle (DEHSt).....	77
2.5.1 Industrieanlagen, Klimaschutzprojekte, Kundenservice und Rechtsangelegenheiten.....	77
2.5.2 Energieanlagen, Luftverkehr, Register und ökonomische Grundsatzfragen..	80
2.6 Fazit.....	85

<b>3. Daten und Fakten</b> .....	<b>86</b>
3.1 Angaben zur Forschung.....	86
3.2 Forschungsinfrastruktur des UBA .....	88
3.2.1 Fließ- und Stillgewässer Simulationsanlage (FSA).....	88
3.2.2 Die Simulationsanlage für Ufer- und Langsamsandfiltration (SIMULAF) .....	89
<b>4. Anhang</b> .....	<b>91</b>
<b>Anhang 1: Organigramm</b> .....	<b>91</b>

**Abbildungsverzeichnis**

Abbildung 1: Kettenkompetenz des UBA.....	10
Abbildung 2: Leistungsbereiche wissenschaftlichen Arbeitens im UBA nach Böcher/Krott, Konzept Ressortforschung und UBA-Errichtungsgesetz...	13
Abbildung 3: Qualitätskriterien für die Forschung des UBA gemäß Hausanordnung 06/2011 .....	16
Abbildung 4: Aufgaben des UBA.....	18
Abbildung 5: Zusammenhänge und Verzahnung der Forschungsschwerpunkte der Abteilung „Nachhaltigkeitsstrategien, Ressourcenschonung und Instrumente“ .....	53

**Tabellenverzeichnis**

Tabelle 1: Abgeschlossene Promotionen am UBA im Zeitraum 2011-13.....	92
Tabelle 2: Abgeschlossene Abschlussarbeiten am UBA im Zeitraum 2011-13 .....	94

**Abkürzungen**

Abt.	Abteilung
AgBB	Ausschuss zur gesundheitlichen Bewertung von Bauprodukten
AUG	Gesetz zur Ausführung des Umweltschutzprotokolls zum Antarktisch-Vertrag
AuktVO	EU-Auktionsverordnung
AWZ	ausschließliche Wirtschaftszone
BAuA	Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin
BECCS	Bio-energy with carbon capture and storage
BfN	Bundesamt für Naturschutz
BfR	Bundesinstitut für Risikobewertung
BMUB	Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit
bspw.	beispielsweise
BVT	beste verfügbare Technik
bzgl.	bezüglich
CCS	Carbon Capture and Storage
CDM	Clean Development Mechanism
CLP-Verordnung	Classification, Labelling and Packaging-Verordnung
CNOSSOS-EU	Common Noise Assessment Methods in Europe (gemeinsame Lärmbewertungsmethoden in Europa)
CO <sub>2</sub>	Kohlenstoffdioxid
DAS	Deutsche Anpassungsstrategie an den Klimawandel
DEHSt	Deutsche Emissionshandelsstelle
DFG	Deutsche Forschungsgemeinschaft
d. h.	das heißt
DIN	Deutsches Institut für Normung
DWD	Deutscher Wetterdienst
EBD	Environmental Burden of Disease
ECHA	European Chemicals Agency
EEG	Erneuerbare-Energien-Gesetz
EFSA	European Food Safety Authority
EG	Europäische Gemeinschaft
EHEC	enterohämorrhagische Escherichia coli
EN	Europäische Norm
etc.	et cetera
EU	Europäische Union

EU-ETS	EU emissions trading system
EUR	Euro
FB	Fachbereich
FG	Fachgebiet
FSA	Fließ- und Stillgewässer-Simulationsanlage
FuE	Forschung und Entwicklung
GerES	Deutsche Umweltstudie zur Gesundheit von Kindern und Jugendlichen
ggf.	gegebenenfalls
GHS	Globally Harmonized System
GIZ	Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit
GLP	Gute Laborpraxis
GSBL	Gemeinsamer Stoffdatenpool Bund/Länder
HBM	Humanbiomonitoring
ICAO	International Civil Aviation Organization
ICS	Informationssystem Chemikaliensicherheit
IKT	Informations- und Kommunikationstechnik
inkl.	inklusive
IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change
ISO	International Organization for Standardization
IT	Informationstechnik
Jl	Joint Implementation
KIGGS	Kinder- und Jugendgesundheitssurvey
KOM	Europäische Kommission
KWK	Kraft-Wärme-Kopplung
LULUCF	Land use, land-use change and forestry
MENA-Region	Middle East & North Africa
Mio.	Millionen
MRO	maritime Raumordnung
MSRL	Meeresstrategie-Rahmenrichtlinie
MVOC	mycotic volatile organic compounds
NBS	Nationale Strategie zur Biologischen Vielfalt
NEC	National Emission Ceiling
OECD	Organisation for Economic Co-operation and Development
PBT-Stoffe	persistente, bioakkumulierende und toxische Stoffe
PCB	polychlorierte Biphenyle
Pkw	Personenkraftwagen
POPs	Persistent Organic Pollutants

PtG	Power to Gas
PtH	Power to Heat
PtL	Power to Liquid
REACH	Registration, Evaluation, Authorisation and Restriction of Chemicals
RWTH-Aachen	Rheinisch-Westfälische Technische Hochschule Aachen
s.	siehe
S.	Seite
SAICM	Strategischer Ansatz zum internationalen Chemikalienmanagement
SdT	Stand der Technik
SIMULAF	Simulationsanlage für Ufer- und Langsamsandfiltration
SUP	Strategische Umweltprüfung
SVOC	semi-volatile organic compounds
TrinkwV	Trinkwasserverordnung
u. a.	unter anderem
UBA	Umweltbundesamt
UFOPLAN	Umweltforschungsplan
UFORDAT	Umweltforschungsdatenbank
UFZ	Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung
UN	United Nations
UNECE	United Nations Economic Commission for Europe
UNFCCC	United Nations Framework Convention on Climate Change
UPB	Umweltprobenbank
usw.	und so weiter
UVP	Umweltverträglichkeitsprüfung
v. a.	vor allem
VCI	Verband der Chemischen Industrie
vgl.	vergleiche
VOC	volatile organic compounds
vPvB-Stoffe	sehr persistente und sehr bioakkumulierende Stoffe
WHO	World Health Organization
WSA	Water Science Alliance
z. B.	zum Beispiel
ZEMA	Zentrale Melde- und Auswertestelle für Störfälle und Störungen in verfahrenstechnischen Anlagen
z. T.	zum Teil

## 1. Einleitung

### 1.1 Die Bedeutung von Forschung für die Aufgaben des UBA

Das Umweltbundesamt (UBA) als Ressortforschungseinrichtung berät das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (BMUB) und auch andere Ministerien in Fragen des nationalen und globalen Umweltschutzes sowie zu gesundheitlichen Belangen des Umweltschutzes. Es hat die Aufgabe, Beeinträchtigungen des Menschen und seiner Umwelt sowie entsprechende Risiken frühzeitig zu erkennen und praktikable Vorschläge zur Verringerung und Vermeidung der Umweltbelastungen zu machen. An der Schnittstelle zwischen Wissenschaft, Politik und Gesellschaft formuliert das UBA zu realen Umweltproblemen Fragen an die Wissenschaft und transferiert Forschungsergebnisse in umsetzbare Lösungen. Dazu vernetzt das UBA sein Spezialwissen und bildet so seine Kettenkompetenz: Das UBA liefert Fakten über den Zustand der Umwelt, bewertet diese, identifiziert Belastungsursachen, leitet daraus Vorschläge zur Verbesserung des Umweltzustandes ab, setzt diese zum Teil selbst in den Vollzugsaufgaben um und beobachtet die Wirksamkeit dieser Maßnahmen. Entlang dieser Kettenkompetenz, die in Abbildung 1 dargestellt ist, sind die Fachbereiche mit ihren Abteilungen im fachlich zentralen Kapitel 2 dieses Forschungsprogramms („Aktueller und künftiger Forschungsbedarf des Umweltbundesamtes“) aufgereiht.

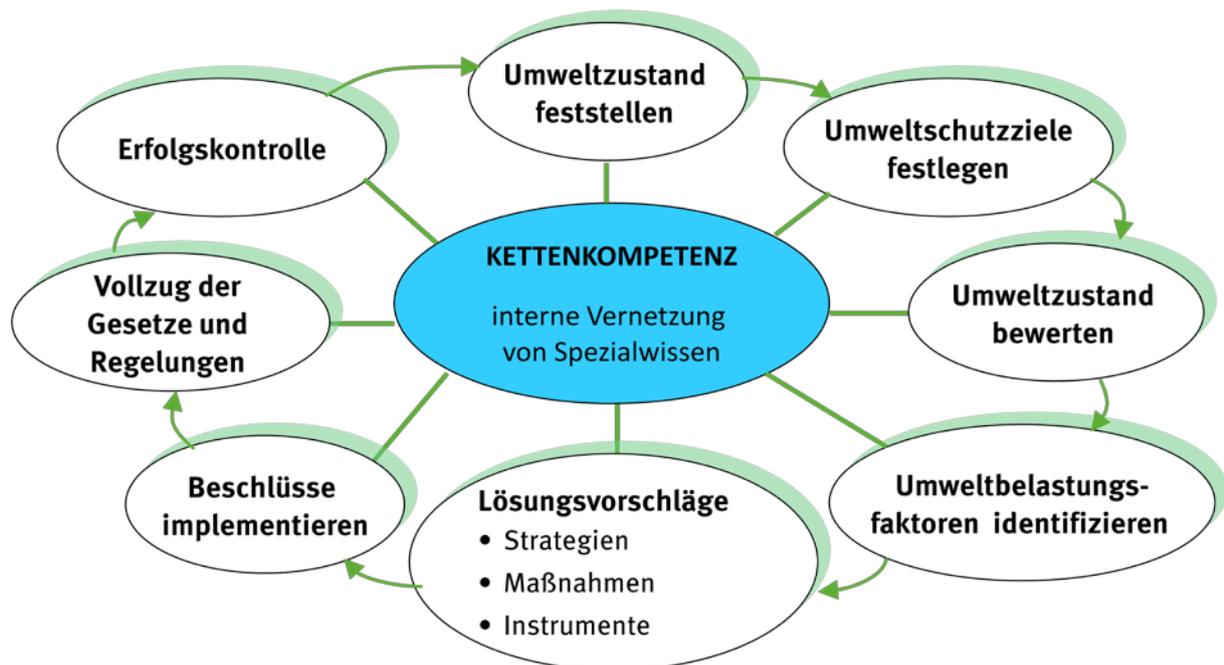


Abbildung 1: Kettenkompetenz des UBA

Um die ihm übertragenen Dienstleistungen wissenschaftsbasiert zu erbringen, führt das UBA Ressortforschung in zweifacher Weise durch:

- Es betreibt interne Forschung, teilweise auch drittmittelfinanziert sowie durch Promotionen, und

- es konzipiert, vergibt, betreut und bewertet extern durchgeführte Forschungsvorhaben hauptsächlich aus dem Umweltforschungsplan (UFOPLAN) des BMUB.

Ergänzend zu Forschung für aktuellen oder unmittelbar absehbaren Beratungsbedarf der Bundesregierung betreibt das UBA Vorlaufforschung, um seine Frühwarnfunktion zu stärken und die Politik in die Lage zu versetzen, rechtzeitig Maßnahmen zur Vermeidung künftiger Umweltbelastungen einzuleiten. Als Ressortforschungseinrichtung dient die Forschung des UBA – im Unterschied zur universitären und außeruniversitären Forschung – der Erfüllung der Ressortaufgaben. Die Forschungsthemen richten sich daher nach dem Bedarf des Umweltressorts.

Das Forschungsprogramm stellt den aktuellen und künftigen Forschungsbedarf des UBA für die nächsten drei Jahre dar und ist das zentrale Instrument für dessen strategische Forschungsplanung. Unter strategischer Forschungsplanung versteht das UBA ein kontinuierliches System der Festlegung prioritärer Forschungslinien sowie der Verständigung hinsichtlich der geeigneten – externen und/oder internen – Art der Forschungsdurchführung gemäß seiner Kernkompetenzen.

Dem im Forschungsprogramm in großen Linien aufgezeigten Forschungsbedarf wird mittels interner und externer Forschung nachgekommen. Dabei wird der Erkenntnisbedarf des UBA in wissenschaftliche Fragestellungen und ein geeignetes Projektdesign übersetzt. Anschließend erfolgt die Forschung des UBA intern oder durch externe Partner, häufig auch als Kombination interner und externer Forschung. Schließlich werden die Forschungsergebnisse durch UBA-Mitarbeitende bewertet und für die Verwertung im Ressort aufbereitet. Die Entscheidung darüber, ob die einzelnen Vorhaben intern oder extern durchgeführt werden, hängt davon ab, ob spezifischer externer Sachverstand notwendig ist, die kapazitativen und infrastrukturellen Voraussetzungen im UBA gegeben sind und wie eng die Verflechtungen zwischen Forschungsergebnissen und Verwertung (z. B. für den Vollzug) sind.

Die Themen externer Forschungsvorhaben werden im Wesentlichen über den jährlich aufgestellten und mit dem Beratungsbedarf des BMUB abgestimmten UFOPLAN konkretisiert. Das Forschungsprogramm bietet darüber hinaus eine Grundlage für die Ermittlung von drittmittelfinanzierten Forschungsmöglichkeiten, geeigneten Promotions-themen sowie der Identifizierung von Themen, die für nationale und internationale Forschungs- und Förderkooperationen geeignet sind. In diesem Kontext ermöglicht es auch einen leichteren Abgleich der UBA-Forschungsschwerpunkte mit denen anderer Forschungsprogramme wie z. B. den EU-Forschungsrahmenprogrammen.

## **1.2 Forschungsverständnis des UBA**

Umwelt- und nachhaltigkeitsbezogene Ressortforschung, wie sie das UBA durchführt, ist inter- und transdisziplinär angelegt. Gegenstand dieser Forschung sind aktuelle gesellschaftliche, umweltpolitisch relevante Probleme. Ziel ist es, mögliche Beiträge zur Bewältigung dieser Umweltprobleme zu erarbeiten, die – bedarfs- und zielgruppengerecht aufbereitet – in die Politikberatung oder den gesellschaftlichen Problem-

lösungsprozess einfließen. In der Forschungspraxis arbeiten die für eine Problemlösung erforderlichen Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler verschiedener Disziplinen sowie Praxisakteure, d. h. Anwender und Anwenderinnen der Lösungsvorschläge (z. B. kommunale Behörden, Zivilgesellschaft), zusammen. Wissenschaftlich abgesichertes Wissen und praktisches Erfahrungswissen werden in einem solchen Forschungsprozess integriert. Die qualifizierte Beteiligung der Bürgerinnen und Bürger erfordert eine sozialwissenschaftlich fundierte Erforschung von Bürgerbeteiligungsprozessen, des Umweltbewusstseins und der alltagsrelevanten Praktiken, um Anknüpfungspunkte für mehr Akzeptanz, erhöhtes Engagement und Möglichkeiten der Teilhabe an Umwelt- und Zukunftsgestaltung zu sichern. Die Forschung erfolgt auch unter Beachtung des Prinzips Gender Mainstreaming, indem die Genderrelevanz eines Themas festgestellt und die Geschlechterdimension entsprechend in die Forschung integriert wird.

Das Forschungsverständnis des UBA basiert auf dem Modell für Ressortforschung, das Böcher und Krott (2010) im Rahmen eines UFOPLAN-Vorhabens entwickelt haben<sup>1</sup>. Hiernach umfasst Ressortforschung an der Schnittstelle der Systeme Wissenschaft und Politik die drei Schritte „Forschung“ und „Integration“ und „Verwertung“.

- Dabei meint „Forschung“ Forschung im engeren Sinne, also die systematische, methodengestützte Generierung neuer Erkenntnisse und deren Veröffentlichung sowie die Dokumentation der Datengrundlagen. Die im Forschungsprozess angewendeten wissenschaftlichen Prinzipien, Methoden und Standards werden bei Bedarf mit Blick auf die praktische Anwendung von Methoden bspw. im Vollzug modifiziert (Methodenentwicklung). Forschung kann experimentell oder „am Schreibtisch“ durchgeführt werden. Das UBA forscht intern – finanziert durch Haushaltsmittel des UBA, des BMUB oder eingeworbene Drittmittel – oder durch Auftragsvergabe an externe Forschungsnehmer. Die inhaltliche Konzeption und fachliche Begleitung von UFOPLAN-Forschungsvorhaben wird dabei als Teil interner Forschung verstanden.
- „Integration“ ist sehr eng mit „Forschung“ verknüpft und meint die wechselseitige und iterative Rückkopplung zwischen Forschungsprozess und Verwertungsansprüchen während des gesamten Forschungsprozesses, um eine gute praktische Anschlussfähigkeit der Forschungsergebnisse zu gewährleisten (anwendungsorientierte Forschung). Dies umfasst die Übersetzung von Wissensbedarf im Ressort in Forschungsfragen und Projektdesigns sowie die Rückkopplung und unter Umständen gemeinsame Entwicklung von Forschungs(zwischen)ergebnissen mit den Verwertern.
- Die „Verwertung“ von Forschungsergebnissen im Ressort erfolgt in Form von Politikberatung, Informations- und Vollzugsdienstleistungen und gehört neben Forschung zur wissenschaftlichen Arbeit des UBA. Zudem ist eine wissenschaftliche Verwertung der Forschungsergebnisse durch Veröffentlichung (in angesehenen

---

<sup>1</sup> Vgl. Böcher, Michael/Krott, Max: Umsetzung des Konzepts einer modernen Ressortforschung im Geschäftsbereich des BMU, Dessau-Roßlau, 2010.

angewandten Fachpublikationen und in wissenschaftlichen Zeitschriften), Beiträge auf Fachtagungen etc. wichtig, in manchen Bereichen als Teil der externen Qualitätssicherung unabdingbar.

Wissenschaftliches Arbeiten im UBA setzt sich zusammen aus der Durchführung von Forschung und der Erbringung wissenschaftsbasierter Dienstleistungen (Beratungsleistungen, Vollzüge). Wegen der engen, für die Ressortforschung charakteristischen Verflechtung zwischen Forschung und Verwertung von Forschungsergebnissen für die Erbringung wissenschaftsbasierter Dienstleistungen kann eine Abgrenzung zwischen Forschung, Beratungsleistungen und Vollzügen häufig nur näherungsweise erfolgen.

Das Konzept der Bundesregierung für eine moderne Ressortforschung (2007) unterscheidet Forschung von wissenschaftsbasierten Leistungen und sieht drei Kategorien vor:

1. Forschungs- und Entwicklungsleistungen,
  2. Wissenschaftsbasierte Beratungs- und Informationsleistungen,
  3. Wissenschaftsbasierte Dienstleistungen wie Prüfung, Zertifizierung und Zulassung.
- Diese drei Kategorien sind mit dem Modell Ressortforschung von Böcher/Krott kompatibel (siehe Abbildung 2). Wegen der für die Ressortforschung charakteristischen und notwendigen engen Verflechtung zwischen den Schritten Forschung und Integration können diese zusammen als Forschung im weiteren Sinne betrachtet und dem Leistungsbereich „Forschung und Entwicklung“ des Konzepts Ressortforschung zugeordnet werden. Ebenfalls sollte hier die *wissenschaftliche* Verwertung von Forschungsergebnissen subsummiert sein. Beratungs- und Informationsleistungen sowie Vollzugsdienstleistungen stellen verschiedene Formen der *praktischen* Verwertung dar.

Die im Errichtungsgesetz des UBA verankerten Dienstleistungen des Amtes lassen sich den genannten Kategorien zuordnen. Umweltinformation und Politikberatung sind – im Gegensatz zur Einteilung im Konzept moderne Ressortforschung – zwei eigenständige Formen der Informations- und Beratungsleistungen und stellen, ebenso wie die Kategorie Vollzug, Formen der praktischen Verwertung von Forschungsergebnissen dar.

Forschung	Integration	Verwertung			(Böcher/ Krott)
		wissenschaftl.	praktisch		
Forschung und Entwicklung		wiss.basierte Beratungs- / Informationsleistungen		wiss. basierte Dienstleistungen wie Prüfung, Zertifizierung, Zulassung	(Konzept moderne Ressortforschung)
Forschung/Umweltdaten		Umweltinformation	Politikberatung	Vollzug	(UBA-Errichtungsgesetz)

*Abbildung 2: Leistungsbereiche wissenschaftlichen Arbeitens im UBA nach Böcher/Krott, Konzept Ressortforschung und UBA-Errichtungsgesetz*

Die skizzierte breite Palette an Ressortforschungsaktivitäten kann das UBA durch die ihm eigenen Merkmale und Kernkompetenzen wahrnehmen. Durch die Zuständigkeit für die verschiedenen Bearbeitungsschritte von der Feststellung des Umweltzustands bis hin zum Vollzug von Schutzmaßnahmen verfügt das UBA über Kettenkompetenz und die Möglichkeit, die erforderlichen Schritte optimal aufeinander abzustimmen. Dabei wird angestrebt, durch eine umweltmedien- und schutzgutübergreifende Betrachtungsweise die inhaltliche Kohärenz und Konsistenz sowie damit eine ganzheitliche Problemlösung sicherzustellen und eine Problemverlagerung zu vermeiden. Die Kombination aus der Auswertung und Weiterentwicklung langjähriger Monitorings und kurzfristig gefragter Forschung macht das UBA zum kompetenten Ansprechpartner für verschiedene Umweltfragen. Aus der institutionellen Zugehörigkeit des UBA als wissenschaftliche Fachbehörde zum Umweltressort resultiert eine direkte Kommunikationsschnittstelle zwischen Wissenschaft und Politik, die einen unmittelbaren Transfer von ministeriell-politischem Beratungsbedarf in die Wissenschaft und umgekehrt von wissenschaftlichen Erkenntnissen in die politische Umsetzung ermöglicht.

### **1.3 Qualitätssicherung der Forschung**

Die Ressortforschung des UBA ist nur dann eine verlässliche Grundlage für die umweltpolitische Beratung, wenn sie hohen wissenschaftlichen Ansprüchen genügt: Neben der wissenschaftlichen Exzellenz gehört dazu auch die praktische Verwertbarkeit für Ressortbelange und eine entsprechende Anschlussfähigkeit. Dafür ist eine systematische Qualitätssicherung der internen wie externen Forschung des UBA unerlässlich. Verschiedene Instrumente und Maßnahmen sind hierzu institutionalisiert und werden kontinuierlich angepasst und weiterentwickelt.

Die Mechanismen der Qualitätssicherung für Forschung und Entwicklung sind in der „Handlungsanleitung zur Sicherung der Qualität der Forschung des UBA“ (2003) und der Hausanordnung „Regeln zur Sicherung Guter Wissenschaftlicher Praxis im Umweltbundesamt“ (2011) definiert und greifen die in der UBA-Geschäftsordnung verankerte Systematische Qualitätssicherung des Amtes, insbesondere die Qualitätssicherung durch die Linienverantwortung, auf. Sie gelten für experimentelle wie für nicht-experimentelle Forschungsaktivitäten und für intern sowie durch Externe durchgeführte Forschung gleichermaßen. Um die Einhaltung der guten wissenschaftlichen Praxis zu unterstützen und wissenschaftlichem Fehlverhalten entgegenzuwirken, hat das Amt gemäß Empfehlung der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) zwei unabhängige Ombudsleute benannt, an die sich Mitarbeitende in Konfliktfällen wenden können.

Die Ressortforschung des UBA steht, unbenommen ihrer Ausrichtung auf die spätere Verwertung, im engen Bezug zur Wissenschaftslandschaft und wendet die Qualitätssicherungsmaßnahmen des Wissenschaftssystems an. Für große Vorhaben werden in der Regel Projektbegleitkreise gebildet und mit externen Experten und Expertinnen im Sinne des peer-review besetzt, um so Erkenntnisse und methodische Herangehensweisen regelmäßig mit der wissenschaftlichen Community rückzukoppeln. Zudem diskutieren die Wissenschaftler und Wissenschaftlerinnen des UBA (Zwischen-) Ergebnisse je nach Verwertungsintention in Fachgesprächen mit externen Wissenschaftlerinnen

und Wissenschaftlern und mit Praxispartnern oder in nationalen und internationalen Gremien mit Kollegen und Kolleginnen von Partnereinrichtungen. UBA-interne Kolloquien bieten darüber hinaus Raum, Schnittstellen zu anderen Forschungsvorhaben und Fragestellungen zu reflektieren. Die Forschungsergebnisse werden grundsätzlich öffentlich zugänglich gemacht. Dies erfolgt zum Beispiel auf den Internetseiten des UBA, über die Umweltforschungsdatenbank (UFORDAT) und über die UBA-Fachbibliothek. Abschlussberichte von Vorhaben des Umweltforschungsplans (UFOPLAN) werden zusätzlich über die Internetseiten des BMUB zur Verfügung gestellt. Zudem werden Ergebnisse auf Fachveranstaltungen oder in Fachpublikationen vorgestellt. Damit ist neben der Nutzung der Forschungsergebnisse durch Dritte auch die Möglichkeit einer öffentlichen Bewertung und wissenschaftlichen Diskussion gegeben. Zusätzlich hat das UBA zu ausgewählten Themenbereichen insgesamt zehn Fachkommissionen eingesetzt, die mit externen Expertinnen und Experten besetzt sind. Die Fachkommissionen leisten einen wichtigen Beitrag zur Vernetzung des UBA mit der wissenschaftlichen Gemeinschaft, erlauben eine Einschätzung der durch das UBA geleisteten Arbeit und geben Empfehlungen zu künftigen Themen.

Da Ressortforschung als Grundlage für die Politikberatung durchgeführt wird, ist die praktische Verwertung der Ergebnisse und die Verwertbarkeit für Ressortbelange ein wichtiges Qualitätskriterium für die Ressortforschung. Für die Verwertbarkeit ist unter anderem entscheidend, dass Ergebnisse – gemessen am Verwertungskontext – zeitgerecht fertig gestellt werden und belastbares, anschlussfähiges Wissen liefern, mit dem konkrete Probleme gelöst werden können. Der Dialog vor allem mit Praxispartnern stellt ein wichtiges Element der Integration dar, die die Anschlussfähigkeit von Forschungsergebnissen sicherstellen und so zu einer optimalen Verwertung führen soll. Entscheidend ist die Sicherstellung der Ergebnisoffenheit von Forschung, damit Forschungsergebnisse glaubwürdig sind. Voraussetzung ist die Einhaltung der oben genannten Grundsätze zur guten wissenschaftlichen Praxis und die zwar verwertungsorientierte, aber nicht interessengeleitete und damit unabhängige Forschung. Die Orientierung am Ressortinteresse und die Forderung nach wissenschaftlicher Neutralität schließen sich deshalb nicht aus, sondern bedingen einander.

Die Laboratorien des UBA haben darüber hinaus für ihre wissenschaftliche Arbeit spezielle Regeln zur Qualitätssicherung und zum Qualitätsmanagement festgelegt. Das Prüflabor zur Prüfung der Wirksamkeit von Mitteln zur Bekämpfung von Gesundheitsschädlingen ist zertifiziert nach DIN EN ISO 17025. Im April 2014 hat auch das Labor des Fachgebietes „Mikrobiologie des Trink- und Badebeckenwassers“ die Überprüfung zur Akkreditierung nach DIN EN ISO 17025 bestanden. Für das Labor „Überwachungsverfahren, Abwasserentsorgung“ ist die Akkreditierung vorbereitet und wird noch in 2014 erfolgen. Das Labor im Fachgebiet „Wassergefährdende Stoffe – Ökotoxikologie-labor“ ist seit April 2006 als behördlich anerkannter Anwender der Guten Laborpraxis (GLP-Labor) etabliert und führt ökotoxikologische Prüfungen im Rahmen des Vollzugs des Chemikaliengesetzes durch. Im April 2009 und Juni 2013 wurden Folgeinspektionen durch die zuständige Behörde (GLP-Bundesstelle) erfolgreich bestanden.

Neben den Möglichkeiten zur Zertifizierung als Prüflabor nach DIN EN ISO 17025 oder zur formellen Akkreditierung als GLP-Labor hat die Amtsleitung alle Labore zur Schaffung eines einheitlichen Qualitätsmanagements und zur Einhaltung bestimmter Mindestanforderungen an Technik und Management verpflichtet, die in einem Qualitätsmanagementhandbuch festgelegt sind. Die technischen Anforderungen umfassen die Erstellung von Standardarbeitsanweisungen, die Überwachung von Messgeräten sowie Prüf- und Kalibriergegenständen, die Validierung von Methoden und die Ergebnissicherung (beispielweise Ringversuche). Zu den Managementanforderungen zählen Schulungspläne für Personal, der Einsatz von Qualitätsmanagementbeauftragten, die regelmäßige Durchführung interner Audits, die Etablierung eines Prozesses kontinuierlicher Verbesserung und die Durchführung eines Management-Review-Prozesses mit Berichterstattung an die zuständige Leitung (Fachbereichsleitung).

Abbildung 3 zeigt wesentliche Qualitätskriterien, die der UBA-Forschung zu Grunde liegen. Diese berücksichtigen bereits Vorschläge für Qualitätskriterien aus dem FuE-Vorhaben von Böcher/Krott (siehe Fußnote 1, Seite 12).

Qualitätskriterien für die Forschung des UBA
1. Kontinuierliche Erfassung des Stands des Wissens und Kenntnis der Forschungslandschaft
2. Einbindung in nationale und internationale Fachgremien und Netzwerke
3. Erkennung und Einbindung interner und externer wissenschaftlicher Potentiale
4. Einschätzung notwendiger Ressourcen für die Forschungstätigkeit
5. Identifikation von für das Ressort relevanten Wissenslücken, z. B. durch Fachgespräche oder interne forschungsbezogene Arbeitskreise
6. Dokumentation der Quellen, Methoden und Resultate zur Nachvollziehbarkeit
7. kritisches Hinterfragen der Ergebnisse interner und externer Forschung, z. B. durch Fachgespräche mit externen Fachleuten aus Wissenschaft und Praxis
8. Ehrlichkeit bei der Nutzung von Quellen
9. Vorrang von Originalität und Qualität vor Quantität bei der Bewertung wissenschaftlicher Arbeit
10. Veröffentlichung der Ergebnisse der wissenschaftlichen Arbeit
11. Einhaltung der rechtlichen Vorgaben für die Vergabeverfahren bei externer Forschung
12. Begleitung und Steuerung der externen Forschung mit Blick auf die Verwertbarkeit für das Ressort
13. Sicherung und Aufbewahrung von Primärdaten für mindestens 10 Jahre

*Abbildung 3: Qualitätskriterien für die Forschung des UBA gemäß Hausanordnung 06/2011*

Verantwortlich für die Durchführung von Forschungsvorhaben ist das wissenschaftliche Personal im UBA. Die Konzeption erfolgt mit Blick auf die spätere Verwertung und unter Berücksichtigung des aktuellen Stands von Wissenschaft und Forschung. Wenn Dritte mit der Durchführung von Forschungsprojekten beauftragt werden, müssen sie die Kriterien Fachkunde, Zuverlässigkeit und Leistungsfähigkeit erfüllen. Ausschlaggebend für die Vergabeentscheidung ist die Wirtschaftlichkeit, also das Preis-Leistungs-Verhältnis. Bei der Bewertung der Leistung spielt die fachliche Qualität des Angebots eine besonders große Rolle. Externe Partner sind vertraglich verpflichtet, bei der Bearbeitung von Vorhaben die Regeln guter wissenschaftlicher Praxis einzuhalten. UBA-Mitarbeitende begleiten die Durchführung der Vorhaben, steuern bei Bedarf gegen und nehmen schließlich die Forschungsergebnisse ab.

Dies setzt entsprechende Qualifikationen und Kompetenzen bei den Mitarbeitenden voraus, die im Rahmen der Personalentwicklung aufgefrischt und weiter ausgebaut werden. Die Personalentwicklung wird durch Kooperationen mit Forschungseinrichtungen, Wissenschaftler/-innenaustausch oder der Betreuung von Dissertationen ergänzt.

## 2. Aktueller und künftiger Forschungsbedarf des Umweltbundesamtes

Das UBA befasst sich mit der Regelung von Mensch-Umwelt-Interaktionen. Diese finden auf der Grundlage natürlicher Güter (Wasser, Boden, Luft, Biodiversität, Klima, Gesundheit, Ressourcen) statt, die für die Befriedigung menschlicher Bedürfnisse genutzt werden oder als Senken für die durch die Nutzung entstehenden Auswirkungen fungieren. Die Nutzung erfolgt in Form von Produkten und den zugehörigen Produktionsprozessen, bei denen Stoffe (Chemikalien, Nährstoffe, Treibhausgase) zum Einsatz kommen oder entstehen, die beim Verbleib in der Umwelt z. T. schädliche Wirkungen auf einzelne Schutzgüter haben können. Zur Erfüllung gesellschaftlicher Bedürfnisse (z. B. Mobilität, Bauen und Wohnen, Informations- und Kommunikationstechnologien, Konsum) wird darüber hinaus eine komplexe Ver- und Entsorgungsinfrastruktur (z. B. Wasserver- und -entsorgung, Abfallwirtschaft, Energieversorgung, Verkehr) aufrecht erhalten, die Umwelt- und Gesundheitskosten mit sich bringt. Kern der Arbeit des UBA ist es zu ermitteln, bis zu welchen Grenzen natürliche Güter für die Befriedigung menschlicher Bedürfnisse als Ressource oder Senke genutzt werden können, ohne dass eine Übernutzung und dadurch eine Gefährdung der natürlichen Güter stattfindet. Die menschlichen Nutzungen sind an diesen Kapazitätsgrenzen zu orientieren. Für die Wechselwirkungen zwischen Nutzung und Schutzgut gilt es daher, Regelungen zu schaffen und diese über verschiedene Instrumente operationalisierbar und deren Einhaltung überprüfbar zu machen.

### Aufgaben des UBA:

#### Regelung von Mensch-Umwelt-Interaktionen

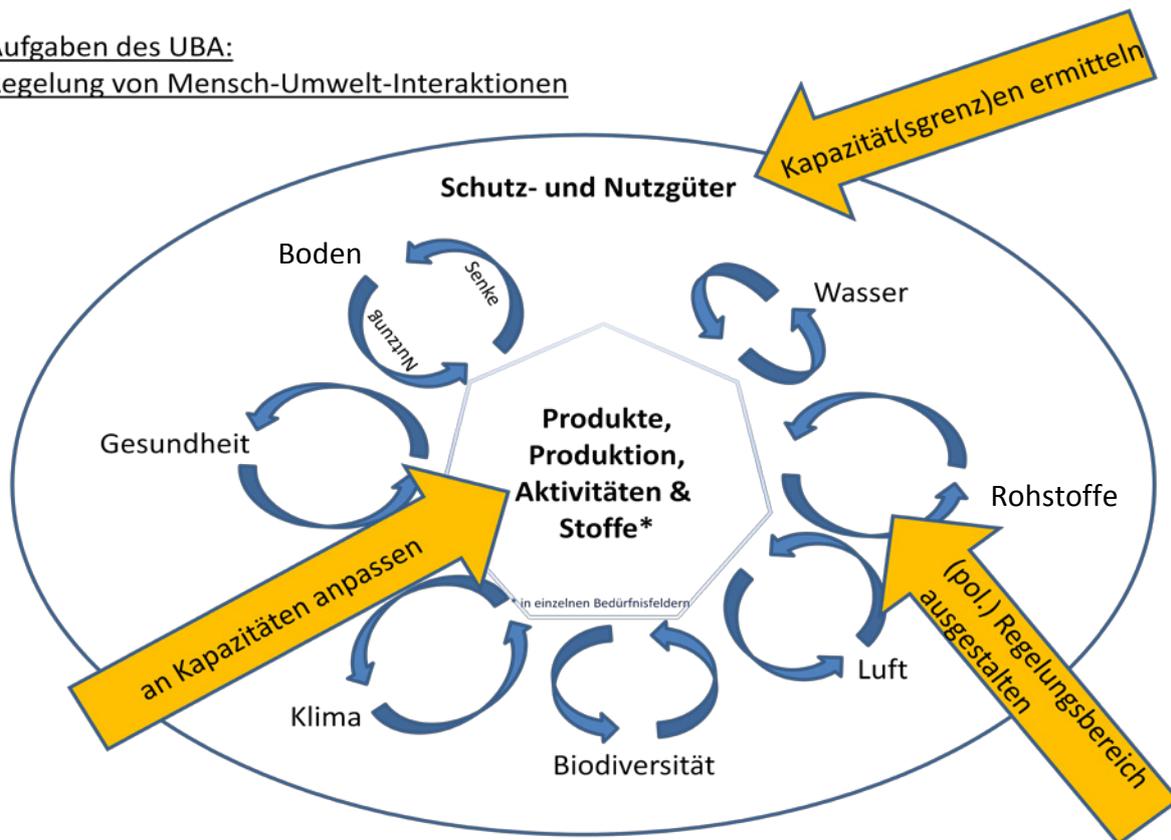


Abbildung 4: Aufgaben des UBA

Die im Folgenden dargestellten aktuellen und künftigen Forschungsschwerpunkte des UBA orientieren sich an dessen Organisationsstruktur (Organigramm siehe Anhang 1, Seite 91). Je nach Zuschnitt der einzelnen Abteilung gruppieren sich die Forschungsaktivitäten um Einwirkungen auf einzelne Schutzgüter oder Auswirkungen menschlicher Nutzungen. Im Fachbereich „Gesundheitlicher Umweltschutz, Schutz der Ökosysteme“ stehen einzelne Schutzgüter, deren Belastungs- und Nutzungsgrenzen sowie die jeweiligen Stressoren im Zentrum der Betrachtung. Der Fachbereich „Nachhaltige Produktion und Produkte, Abfallwirtschaft“ befasst sich schwerpunktmäßig mit der umwelt- und gesundheitsverträglichen Produktions- und Produktgestaltung über den gesamten Produktlebenszyklus. Die Erarbeitung politischer Strategien und Instrumente für umweltpolitisch prioritäre Sektoren ist Kernaufgabe des Fachbereichs „Umweltplanung und Nachhaltigkeitsstrategien“. Der Fachbereich „Chemikaliensicherheit“ sorgt durch Erarbeitung und Anwendung wirkungsvoller Vollzugsinstrumente dafür, dass umweltbelastende Stoffe in möglichst geringem Umfang in die Umwelt gelangen. Zur Reduktion der Treibhausgasemissionen vollzieht der Fachbereich „Emissionshandel, Deutsche Emissionshandelsstelle“ die Regelungen des europäischen Emissionshandels sowie zu den Kyoto-Klimaschutzprojekten (Clean Development Mechanism /CDM, Joint Implementation/JI) und wirkt an deren Weiterentwicklung mit.

Es liegt in der Natur komplexer Umweltprobleme, dass zwischen einzelnen Themen Wechselwirkungen bestehen. Durch hausinterne Zusammenarbeit der verschiedenen Fachexperten sowie Kooperation mit externen Partnern stellt das UBA sicher, dass auch diese Wechselwirkungen in den Blick genommen und Problemverlagerungen so vermieden werden. Auf wesentliche Schnittstellen zwischen den dargestellten Forschungslinien wird in den folgenden Abschnitten hingewiesen.

**EXKURS: Beispiel für fachbereichsübergreifende Forschung:  
Die Wasserforschung des Umweltbundesamtes als Partner in der Water  
Science Alliance**

Die Wasserforschung in Deutschland war bislang stark fragmentiert. Eine vom Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung GmbH (UFZ) durchgeführte, vom BMBF finanzierte Studie ergab 2012 451 Organisationseinheiten in 152 Einrichtungen, die in Deutschland zum Thema „Wasser“ forschen. Die Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) kritisierte, die deutsche Wasserforschung sei „nicht angemessen strukturiert... um als international wettbewerbsfähiger Wissenschaftsakteur zu agieren“. Die Antwort war 2013 die Gründung der Water Science Alliance (WSA), zunächst durch 17 Professorinnen und Professoren aus deutschen Universitäten sowie von der Helmholtz- und der Leibniz-Gemeinschaft. Als „eine von der Basis organisierte, selbstverwaltete Vertretung der deutschen Wasserforschung mit offenem Zugang für Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler sowie für Interessenten aus Verbänden, Behörden, der Wirtschaft und von Betreibern“ soll die WSA gemeinsame Ziele identifizieren, Kompetenzen bündeln und verschiedene Disziplinen bzw. Forschungskonzepte verknüpfen. Somit soll ein langfristiger Rahmen effizienter Strukturen für integrierte Forschung sowie eine

kritische Masse zur Bearbeitung komplexer Probleme entstehen. Zu den Zielen zählt ferner eine gute Kooperation, unter anderem in Verbundprojekten, auch zwecks optimaler Nutzung teurer Infrastruktur wie Großgeräte und Technika.

Das UBA ist 2014 der Water Science Alliance beigetreten und hat den stellvertretenden Vorsitz übernommen. Mit seinen Technika insbesondere auf dem Versuchsfeld Berlin-Marienfelde kann das UBA einen maßgeblichen Beitrag zur WSA leisten. Ferner laufen im UBA wesentliche Fragen aus der Praxis zusammen, die Forschungsbedarf definieren, den die Mitglieder der WSA – u. a. in Verbundprojekten – aufgreifen können. Die an der Wasserforschung beteiligten Facheinheiten des UBA können somit in der WSA einen wesentlichen Beitrag leisten; sowohl im Voranbringen von Forschungsfragen als auch hinsichtlich der Kooperation an einigen der Technika des UBA, die primär der Wasserforschung dienen.

Für den Beitritt zur WSA haben sich die Einheiten des UBA, die Wasserforschung betreiben, eng abgestimmt. Beteiligt sind die Facheinheiten „Mikrobiologie, Parasitologie“, „Labor für Wasseranalytik“, „Überwachungsverfahren, Abwasserentsorgung“, „Abwassertechnikforschung“ und die Abteilung „Trink- und Badebeckenwasserhygiene“ insbesondere mit dem Fachgebiet „Trinkwasserressourcen und Wasseraufbereitung“. Die Intensivierung der Kooperation dient der engen, internen Zusammenarbeit an Forschungsfragen, die den Wasserkreislauf betreffen.

Drängende Forschungsfragen sind zur Zeit die Abwasseraufbereitung als eine entscheidende Komponente zur Vermeidung von Belastungen der Gewässer und des daraus gewonnenen Trinkwassers, denn Schadstoffe und Krankheitserreger, die mit dem Ablauf von Klärwerken in die Gewässer gelangen, können die aquatischen Ökosysteme schädigen. Ferner erzeugen sie bei der Gewinnung von Trinkwasser aus Flusswasser ggf. erheblichen Aufwand für die Entfernung in der Trinkwasseraufbereitung. Effektive Forschung zur Beherrschung dieses Belastungspfades muss diese Komponenten des Wasserkreislaufs in ihrem Zusammenspiel gemeinsam betrachten, wenn es gilt, das Verhalten von Stoffen und Erregern gegenüber den Abbau- und Retentionsprozessen im Klärwerk, in der natürlichen Umwelt sowie in der Trinkwassergewinnung und -aufbereitung zu verstehen und zu bewerten. Beispiele sind der EHEC-Ausbruch im Sommer 2012 sowie die hohe Infektiösität und Persistenz mancher Viren und Parasiten, für die es zu klären gilt, unter welchen Bedingungen mit welcher Rate diese Erreger im Abwasser und im Gewässer inaktiviert werden. Ferner gelangen neuartige Stoffe wie Nanomaterialien und Mikroplastik auch über Abwasser in die Umwelt und werfen Fragen auf, wie technische Verfahren der (Ab-)wasseraufbereitung und naturnahe Verfahren der Trinkwassergewinnung (Ufer- und Langsandsandfiltration) diese entfernen können.

## **2.1 Fachbereich Gesundheitlicher Umweltschutz, Schutz der Ökosysteme**

### **2.1.1 Umwelthygiene (Umwelt und Gesundheit)**

Die Umwelt des Menschen hat sich in den letzten Jahrzehnten tiefgreifend gewandelt. Aufgrund industrieller Innovationen leben Menschen heute in einer völlig neuartigen chemischen Umwelt. Klimawandel, gestiegene Mobilität und neue Technologien verändern die biologische, mikrobiologische und chemische Umwelt. Die gebaute Umwelt des Menschen wandelt sich schneller als jemals zuvor. Die hieraus resultierenden neuen gesundheitlichen Risiken stehen im Mittelpunkt des Forschungsinteresses der Abteilung Umwelthygiene. Ziel der Forschung ist es, gesundheitsgefährdende Einflüsse und umweltbedingte Erkrankungen zu identifizieren, das Gefährdungspotential für die Gesundheit einschließlich der möglichen wirtschaftlichen Kosten zu untersuchen und zu bewerten und Grenzwerte und Beurteilungsrichtlinien abzuleiten. Die Forschungsergebnisse bilden die Grundlage für die Entwicklung von Anforderungen in verschiedenen umweltpolitischen Regelungsbereichen, in denen schädliche Umweltauswirkungen relevant sind.

Umwelt und Gesundheit ist ein Querschnittsthema. Die Bearbeitung dieses Themenfeldes erfolgt daher in enger Abstimmung mit verschiedenen Abteilungen und Fachgebieten in allen Fachbereichen des UBA.

Wir werden in den kommenden Jahren weitere Untersuchungen durchführen, um die Auswirkungen aktueller technischer Entwicklungen im Hinblick auf neue, gesundheitlich bedenkliche chemische oder mikrobiologische Belastungen, denen die Bevölkerung ausgesetzt ist, zu charakterisieren. Dazu ist es erforderlich, die neuen Quellen zu identifizieren, zu bewerten, Nachweismethoden zu entwickeln und zu verbessern. Repräsentative Daten über das Ausmaß der Belastung des Menschen können durch Humanbiomonitoring, Expositionsmodellierung oder Schätzung der umweltbedingten Krankheitslast gewonnen werden. Die Belastung besonders empfindlicher Gruppen, wie Ungeborener, Kinder und alter Menschen, sind uns besonders wichtig.

Dabei verfolgen wir das Ziel, praxistaugliche Strategien und Maßnahmen zur Vermeidung und Minderung von Umweltbelastungen zu entwickeln und diese zielgruppengerecht zu kommunizieren. Umwelt- und Klimaschutz müssen auch der Gesundheit der Menschen dienen. Zielkonflikte sollen frühzeitig erkannt und Lösungsstrategien entwickelt werden.

#### **Forschungsschwerpunkte**

##### *Identifizierung neuer gesundheitlicher Risiken*

Derzeit beobachten wir in Deutschland steigende Krebsinzidenzen, abnehmende Reproduktionsgesundheit und Zunahme von Allergien sowie von Herz- und Kreislaufkrankungen. Dies sind Beispiele für negative gesundheitliche Entwicklungen, die durch Umwelteinflüsse ausgelöst oder begünstigt werden können. Für diese gilt es, die umweltbedingten Ursachen zu erforschen und gegebenenfalls Gegen- und Vorsorgemaßnahmen zu entwickeln. Besonderes Augenmerk gilt denjenigen Bevölkerungs-

gruppen, die von den verschiedenen gesundheitsrelevanten Umwelteinflüssen jeweils besonders betroffen sind (Risikogruppen).

Ein künftiger Forschungsschwerpunkt ist die Identifizierung neuer Belastungen. Dazu zählen die Risiken der Anwendung neuer Produkte, die Erfassung und Bewertung der Belastung des Menschen mit gesundheitsrelevanten Schadstoffen einschließlich der Ermittlung der Wirkungen von ultrafeinen Partikeln und Nanomaterialien, Bioaerosolen und Innenraumschadstoffen. Die Quellenidentifikation und Freisetzung im Innenraum und der wohnnahen Umgebung stehen dabei im Vordergrund. Im Bereich der Schwebstäube bedarf das Zusammenwirken chemischer und biologischer Staubbestandteile der Aufklärung, dies gilt insbesondere für Partikel. Hinsichtlich der Wirkungen auf den menschlichen Organismus kommt der Zusammensetzung von Feinstäuben eine hohe Bedeutung für die Forschung des UBA zu. Nicht nur die Anzahl, sondern auch die Größe und die chemische Zusammensetzung der Partikel in der Luft bestimmen die gesundheitlichen Wirkungen. Hier spielt die Vernetzung der Arbeiten innerhalb der Abteilung „Umwelthygiene“ und ebenfalls mit der Abteilung „Luft“ eine wichtige Rolle. In enger Zusammenarbeit mit dem Fachgebiet „Experimentelle Untersuchungen zur Luftgüte“ werden hierzu Fragestellungen beantwortet.

Die gesundheitlichen Folgen des Klimawandels werden verstärkt zu bewerten sein. Große Wissenslücken bestehen insbesondere bei den Mechanismen klimawandelbedingter Allergien und bei geeigneten Monitoringsystemen für neu auftretende (nicht-infektiöse) Erkrankungen (siehe auch Seite 41 und Abschnitt 2.3.2 Klimaschutz und Energie). Die Abteilung „Umwelthygiene“ ist in diesem Aufgabengebiet sehr gut intern, z. B. mit der Abteilung „Internationales und Pestizide“ sowie mit dem Fachgebiet „KomPass – Klimafolgen und Anpassung in Deutschland“, als auch extern, z. B. mit dem Pollen-Informationsdienst an der Charité Berlin, mit anderen Bundesoberbehörden wie dem Deutschen Wetterdienst (DWD) und dem Julius-Kühn-Institut sowie mit dem universitären klinischen Bereich, z. B. mit der Universitätsklinik der RWTH-Aachen, vernetzt.

Im Bereich neuer chemischer Substanzen liegt ein Schwerpunkt auf der Identifikation neuer Belastungen im Innenraum, zum Beispiel durch Phthalatersatzstoffe und neue flüchtige organische Verbindungen. Bei der Lärmwirkungsforschung stehen zukünftig auch bisher wenig betrachtete Phänomene wie Infraschall und spezifische Formen des Lärms (Baulärm, Freizeitlärm) im Vordergrund, ebenso wie die synergistische Wirkung von Lärm und Luftverunreinigungen. Die Abteilung „Umwelthygiene“ arbeitet bei der umweltmedizinischen Wirkungsbetrachtung dieser Lärm-Themen eng mit der Abteilung „Verkehr, Lärm und räumliche Entwicklung“ zusammen. In die internationale Forschungslandschaft bestehen über den international renomierten Lärmwirkungsforscher Wolfgang Babisch sehr gute Kontakte, gerade auch zur WHO, die sich in den letzten Jahren intensiv des Lärm-Gesundheitsproblems angenommen hat.

Hygienische Probleme sind aufgrund neuer technischer Entwicklungen und neuer Umweltbedingungen weiterhin ein wichtiges Thema des Umweltschutzes. Dabei stehen Strategien zum Schutz des Menschen vor Belastungen mit Mikroorganismen und die Bestimmung von Infektionsrisiken im Vordergrund. Im Trink-, Bade- und Abwasserbe-

reich sind zur Überwachung hygienischer Belastungen stabile Nachweismethoden für Viren zu entwickeln und zu validieren. Die Leistungsfähigkeit von Desinfektionsverfahren zur Inaktivierung von Viren wird in den nächsten Jahren ermittelt werden. Ferner müssen Wirkstoffe für die Trinkwasserdesinfektion auf ihre Effizienz gegenüber Biofilmen und Legionellen in Hausinstallationen untersucht werden und Methoden zum Nachweis von Legionellen in Kühl-, Oberflächen- und Abwasser vereinheitlicht werden. Die Abteilungen „Umwelthygiene“ und „Trinkwasser- und Badebeckenwasserhygiene“ sowie „Wasser und Boden“ arbeiten zu diesen Themen eng zusammen.

Prüfkriterien für eine einheitliche gesundheitliche Bewertung von VOC- und SVOC-Emissionen aus Bauprodukten werden in Deutschland im "Ausschuss zur gesundheitlichen Bewertung von Bauprodukten" (AgBB) erarbeitet und rechtlich etabliert. Die Bearbeitung erfolgt im Fachgebiet „Innenraumhygiene, gesundheitsbezogene Umweltbelastungen“ in Zusammenarbeit mit dem Fachgebiet „Stoffbezogene Produktfragen“ und anderen Behörden. Die Übertragbarkeit der Ergebnisse aus Prüfkammermessungen auf den realen Innenraum mit vielfältigen Schadstoffquellen gilt es zu verifizieren. Als weiteres Kriterium werden objektive Prüfparameter für Geruchsemissionen zur Produktbewertung entwickelt.

Weitere Forschungsschwerpunkte mit Beispielcharakter betreffen "gesunde" Schulen sowie die Zertifizierung "gesunder" Gebäude.

#### *Humanbiomonitoring in epidemiologischen Studien*

Humanbiomonitoringstudien (HBM) geben Auskunft über die reale Belastung der Bevölkerung und besonders belasteter Gruppen mit toxikologisch relevanten, gesundheitsgefährdenden Stoffen. Sie machen deutlich, in welchen Bereichen die Umweltpolitik in den letzten Jahrzehnten eine Senkung der Belastungen erreicht hat, identifizieren neue bzw. bisher unterschätzte Risiken durch Schadstoffe und zeigen so auf, wo weiterer Handlungsbedarf zum Schutz der menschlichen Gesundheit besteht.

Eine enge Zusammenarbeit erfolgt mit dem Fachbereich „Chemikaliensicherheit“, speziell mit dem Fachgebiet „Chemikalien“, und hausweit mit den Fachgebieten „Labor für Wasseranalytik“, „Binnengewässer“, „Übergreifende Angelegenheiten der Schwimm- und Badebeckenwasserhygiene“, „Toxikologie des Trinkwassers und des Badebeckenwassers“ und „Stoffbezogene Produktfragen“.

Der Forschungsansatz in der Deutschen Umweltstudie zur Gesundheit von Kindern und Jugendlichen (GerES, früher: 5. Umweltsurvey) kombiniert Humanbiomonitoring mit Umgebungsmonitoring und umfangreichen Befragungen zu belastungsrelevanten Verhaltensweisen. Die Lebensbedingungen der Menschen, ihre gesundheitliche Situation und soziodemographischen Lebensbedingungen sollen auf Zusammenhänge mit der Schadstoffbelastung des Menschen und deren Quellen untersucht werden. GerES ist eine bevölkerungsrepräsentative Querschnittsuntersuchung, die für alle in Deutschland lebenden Menschen gültige Informationen liefert. Im Humanbiomonitoring-System des UBA werden diese bevölkerungsrepräsentativen Belastungsdaten mit Trenduntersuchungen zur Ab- bzw. Zunahme von Schadstoffbelastungen an Proben aus dem Humanteil der Umweltprobenbank (UPB) kombiniert. Der dritte Baustein be-

steht in der Forschungskooperation von BMUB und VCI zur Entwicklung neuer HBM-Analyse-Methoden für aus Sicht der wissenschaftlichen Bundesoberbehörden BfR, BAuA und UBA bisher potentiell unterschätzte toxikologisch und expositionsrelevante Schadstoffe. Diese Methoden werden an Proben aus der GerES und der Umweltprobenbank weltweit erstmalig erprobt. Mit toxikologischen Bewertungen entwickelt das UBA geeignete Beurteilungswerte als Maßstab für die Beurteilung, ob eine individuelle Belastung über dem Durchschnitt liegt, gesundheitlich bedenklich ist und ob regulatorische Risikominderungsmaßnahmen zum Schutz der Bevölkerung von Nöten sind. Um diese Aufgabe mit international verteilten Lasten zu bewältigen und Daten anderer Länder für die Bewertungen des UBA nutzbar zu machen, arbeiten wir in einem Europa- und weltweiten Netzwerk mit und tauschen Daten, Methoden und Ergebnisse aus.

Die Durchführung der Deutschen Umweltstudie zur Gesundheit von Kindern und Jugendlichen (GerES) in enger wissenschaftlicher Kooperation mit dem Kinder- und Jugendgesundheitsurvey (KIGGS) des Robert Koch-Instituts bildet auch in den kommenden Jahren einen großen Forschungsschwerpunkt. Eine besondere Herausforderung besteht darin, Fortschritte bei der toxikologischen Bewertung von realen Vielfachbelastungen mit kombiniert wirkenden Schadstoffen zu machen. Ein erster Schritt soll die Gruppenbewertung von Weichmachern sein.

Die gesundheitlichen Folgen von Umweltbelastungen bedürfen dringend der weiteren Erforschung. Hier setzen wir die Schwerpunkte bei der Ermittlung von Zusammenhängen zwischen prä- und postnatalen Umweltbelastungen und gesundheitlichen Wirkungen, Wirkungen auf das Immunsystem wie Allergien und rheumatischen Erkrankungen, die Fortpflanzungsfähigkeit sowie Wirkungen von Umwelteinflüssen auf die Genetik und die Epigenetik. Der Aufbau eines Perinatalarchivs von Nabelschnur-, Plazenta- und Muttermilchproben innerhalb der Umweltprobenbank ist unser Ziel.

### *Belastung einzelner Bevölkerungsgruppen*

Viele mikrobielle, chemische und physikalische Noxen sind in ihrer Wirkung gut untersucht, ihre Wirkungsschwellen sind bekannt und gut belegt. Oft liegen diese Daten aber nur für die Durchschnittsbevölkerung vor und nicht für empfindliche Gruppen. Bekannt ist z. B., dass sozial benachteiligte Gruppen (Bildung, Einkommen etc.) oftmals stärker belastet sind. Zudem haben diese Bevölkerungsgruppen häufig einen geringeren Zugang zu gesundheitsfördernden Umweltressourcen (z. B. Grünflächen, Parks). Hier setzen wir einen Schwerpunkt bei der Entwicklung von wissenschaftlichen Grundlagen für Strategien und Maßnahmen zur Vermeidung sozialräumlicher Konzentrationen gesundheitsrelevanter Umweltbelastungen und zur Gewährleistung eines gerechten Zugangs zu gesundheitsfördernden Umweltressourcen vor allem in urbanen Räumen. Hierzu besteht eine enge Zusammenarbeit u. a. mit der Abteilung „Nachhaltigkeitsstrategien, Ressourcenschonung und Instrumente“, v. a. mit den Fachgebieten „Wirtschafts- und sozialwissenschaftliche Umweltfragen, nachhaltiger Konsum“ und „KomPass – Klimafolgen und Anpassung in Deutschland“ (siehe Abschnitt 2.3.1), mit der Abteilung „Verkehr, Lärm und räumliche Entwicklung“ (siehe Abschnitt 2.3.3) und mit dem Fachgebiet „Grundsatzfragen der Luftreinhaltung“ in der Abteilung „Luft“ (siehe Abschnitt 2.1.4).

Die Verbesserung der Datengrundlage zur Bewertung der umweltbedingten Exposition der Bevölkerung, d. h. die Klärung, welche Teile der Bevölkerung besonders hoch belastet sind und aus welchem Grund, liefert die Grundlage für eine effiziente Reduktion der Belastung. Die Methodik soll am Beispiel ausgewählter Luftschadstoffe wie Feinstaub und Stickstoffdioxid sowie an der Stoffgruppe der Weichmacher weiterentwickelt werden. Einen wichtigen Indikator, um gesundheitliche Effekte in ihrer relativen Bedeutung miteinander zu vergleichen und zu priorisieren, ermöglicht das WHO-Konzept „Environmental Burden of Disease“ (EBD), das wir anwenden und optimieren, d. h. besser auf die Verhältnisse in Deutschland abstimmen wollen. Die Entwicklung erfolgt in enger Abstimmung z. B. mit den Facheinheiten zur Luftqualität in der Abteilung „Luft“, zu Umweltkosten mit dem Fachgebiet „Wirtschafts- und sozialwissenschaftliche Umweltfragen, nachhaltiger Konsum“ sowie zum Verkehr und zum Lärm mit der Abteilung „Verkehr, Lärm und räumliche Entwicklung“.

Für die nachgewiesenen gesundheitlichen Effekte bei Bewohnern feuchter Wohnungen benötigen wir Wirkungsanalysen sowie moderne (molekularbiologische und biochemische) Methoden zum Nachweis der Exposition mit Bioaerosolen. Zu klären ist in diesem Zusammenhang auch die Bedeutung einzelner oder potentiell synergistischer Wirkungen von u. a. Schimmelpilzen, Bakterien, MVOC, Mykotoxinen und Endotoxinen.

#### Interne Forschungsschwerpunkte

Große Teile der Methodenentwicklung und Analysen, die im Rahmen der GerES durchgeführt werden, werden in den Laboren des UBA vorgenommen. Dazu gehören Analysen des Hausstaubes, der Wohnungsluft und in Kooperation mit anderen Labors des Hauses ausgewählte Analysen von Körpermaterialien. Die eigene Laboranalytik stärkt die Kompetenz bei der Bewertung gesundheitsgefährdender Einflüsse und bildet die Grundlage für zielgruppenspezifische Kommunikation und unsere Politikberatung. Um diesen Ansprüchen zu genügen werden alle Forschungsaktivitäten der Labore einer systematischen Qualitätssicherung unterworfen. Ein Labor der Abteilung Umwelthygiene befindet sich hinsichtlich der Zertifizierung als Prüflabor in der Akkreditierungsphase. Neben der Ressortforschung wird Drittmittelforschung meist eng vernetzt mit anderen Institutionen sowie anderen Abteilungen und Fachgebieten des UBA durchgeführt. So werden zwei Forschungsprojekte zur Risikobewertung wasserbürtiger Infektionen in enger Zusammenarbeit mit der Trinkwasserabteilung (siehe Abschnitt 2.1.3) durchgeführt.

Als Ergänzung der GerES sollen im Rahmen eines Drittmittel-Projekts neue Erkenntnisse über den Einfluss von Umweltstressoren auf Gesundheit und Wohlbefinden der Bevölkerung in Deutschland generiert und relevante Wechselwirkungen mit sozialen, geschlechtsbezogenen, altersbezogenen und ökonomischen Faktoren auf der Basis aktueller und bevölkerungsrepräsentativer Daten analysiert werden. Besonderes Augenmerk liegt dabei auf der Schätzung der umweltbedingten Krankheitslasten durch verschiedene Luftschadstoffe in Wohnungsinnenräumen und in der Außenluft, auf Schwermetallen sowie auf ausgewählten organischen Verbindungen wie Phthalaten und PCB.

## 2.1.2 Wasser und Boden

### Gewässerschutz

Die Forschungsschwerpunkte im Bereich Gewässerschutz ergeben sich aus den Fragestellungen, wie ein guter ökologischer und chemischer Zustand der Gewässer langfristig zu erreichen oder zu erhalten ist und wie ggf. Gewässernutzungen diesem Ziel anzupassen sind. Damit soll sichergestellt werden, dass die naturraumtypischen Lebensgemeinschaften allenfalls geringfügige Veränderungen aufweisen und alle nachhaltigen Nutzungen, darunter v. a. die Gewinnung von Trinkwasser (zu Trinkwasser siehe Abschnitt 2.1.3), problemlos möglich sind. Der gute Umweltzustand der Meere erfordert darüber hinaus weitere Reduzierungen der Stoff-, Müll- und Lärmeinträge. Beim Müll sind vor allem die Plastikmaterialien von Bedeutung, die für Meerestiere durch Aufnahme als vermeintliche Nahrung bzw. strangulierende Wirkung oftmals tödliche Folgen haben. Daneben wird die ökologische Bedeutung des sogenannten Mikroplastiks diskutiert, das sich in diversen Gebrauchsgütern findet, u. a. auch in Kosmetika und Zahnpasta; sein Schädigungspotential ist noch weitgehend unklar. Auch die Fischerei führt zu erheblichen Beeinträchtigungen des aquatischen Lebens im Meer, insbesondere durch Überfischung von Zielarten, Beifang von Nichtzielarten und Schädigung benthischer Lebensräume. Für die Eutrophierung der Meeres- und der Binnengewässer und für die Grundwasserverschmutzung steht die Landwirtschaft als Hauptverursacher im Fokus. Während der gute mengenmäßige Zustand des Grundwassers in Deutschland überwiegend bereits erreicht ist, gilt dies nicht für seinen chemischen Zustand. Nitrateinträge aus der Landwirtschaft sind hier die Hauptursache der Verfehlung des Ziels eines flächendeckend guten chemischen Zustands des Grundwassers.

Der Schutz vor giftigen Stoffen, vor Schadstoffen mit hoher Persistenz und hoher Anreicherung im Nahrungsnetz, vor Nährstoffen und sauerstoffzehrenden Stoffen waren in der Vergangenheit die wichtigsten Themen des Gewässerschutzes. Erst in den 1990er Jahren hat die Fachwelt das Ausmaß und die Intensität hydromorphologischer Belastungen erkannt (Begradigungen, Wehre, Profilveränderungen, Erosion und die Trennung von Fluss und Landschaft), die Lebensräume verändern oder zerstören und deshalb heute die Hauptursachen für das Verfehlen des „guten ökologischen Zustands“ von 90% der Bäche und Flüsse sind. Die Nährstoffeinträge sind für 40% der Seen sowie für alle Küstengewässer ursächlich für ein Verfehlen des „guten ökologischen Zustands“.

Neue Themen im Gewässerschutz sind die unkonventionelle Gasgewinnung aus tiefen Erdschichten mit Hilfe des „Fracking“, die Geothermie, der Tiefseebergbau und die Verbringung von abgefangenem Kohlendioxid in unterirdischen Kavernen (Carbon Capture and Storage, CCS). Es treten Nutzungskonkurrenzen im Untergrund auf, z. B. mit der Trinkwassergewinnung aus Grundwasser und mit der Speicherung erneuerbarer Energien. Um Schäden im Grundwasser, in Böden oder in der Meeresumwelt zu verhindern, müssen ökologische Leitplanken zur Nutzung dieser Techniken entwickelt werden. Zudem sind geplante marine Geoengineering-Maßnahmen ökologisch zu bewer-

ten. Für ihre umweltverträgliche Durchführung sind internationale Regelungskonzepte vorzubereiten.

## **Forschungsschwerpunkte**

### *Verfahren zu Analyse und Bewertung*

Unsere Forschung gilt der Entwicklung geeigneter Analysemethoden und Monitoringstrategien zur Umsetzung der Wasserrahmenrichtlinie und ihrer Tochterrichtlinien. Die Überwachung von Umweltqualitätsnormen in Biota ist dabei ein neuer Schwerpunkt. Wir erforschen wissenschaftliche Grundlagen zur Bewertung des Gewässerzustands.

Zur Umsetzung der Meeresstrategie-Rahmenrichtlinie (MSRL) erforschen wir, ob und wie die für Binnengewässer entwickelten Methoden und Bewertungsansätze übertragen werden können und/oder weiterentwickelt werden müssen. Neu zu entwickeln sind Bewertungsansätze für Meeresmüll (Plastik) aus Quellen an Land und auf See sowie für Energieeinträge wie Lärm, der vom Bau von Windkraftanlagen und vom Betrieb von Schiffen ausgeht. So ist z. B. eine Lärmkartierung deutscher Meeresgebiete erforderlich. Schließlich sind für alle für den Menschen relevanten Belastungen Konzepte zur Vermeidung zu entwickeln.

Im Bereich der Biologie fokussieren wir auf die Entwicklung qualitätsgesicherter biologisch-ökologischer Untersuchungsverfahren für Oberflächengewässer (Flüsse, Seen, Meeresgewässer) sowie ein Bewertungskonzept für die Grundwasserbiologie.

Schwerpunkte unserer zukünftigen Forschung betreffen die stoffliche Gewässerqualität und die Identifizierung der Hauptproblemstoffe. Dazu gehören die Prüfung der Ökotoxizität potentiell relevanter Schadstoffe und die Ableitung von Umweltqualitätsnormen ebenso wie die Entwicklung statistischer Anforderungen an ihre Überprüfung – wann ist eine Norm „sicher“ überschritten und wann „sicher“ eingehalten – und die Festlegung von Anforderungen an Zuverlässigkeit und Genauigkeit von Überwachungsdaten. Eine effektive Überwachung der Umweltqualitätsnormen erfordert auch die Überprüfung der Messnetze des Bundes und der Länder und die Weiterentwicklung von Messtechniken.

### *Nutzungsbedingte Belastungen*

Wassernutzungen bringen Auswirkungen auf die Gewässer mit sich. Wir analysieren die Auswirkungen relevanter Wassernutzungen wie Kühlwassernutzung, Schifffahrt, Wasserkraft, Off-shore Windenergie, Hochwasserschutz, Landwirtschaft (Landentwässerung) und Urbanisierung. Wir entwickeln Konzepte für die umweltverträgliche Nutzung.

Eine neue Forschungsthematik ergibt sich aus der Entwicklung von Technologien, die in den Untergrund eingreifen. Zu klären ist insbesondere, welche Gefährdungen von neuen Technologien (Geothermie, Fracking, Carbon Capture and Storage (CCS)) für das Grundwasser ausgehen (siehe auch die Ausführungen zu Bodenschutz auf Seite 29 sowie die Abschnitte 2.3.2 und 2.5.1).

### *Instrumente zur umweltverträglichen Nutzung und Beschränkung von Belastungen*

Wir werden in den kommenden Jahren die Instrumente der neuen EU Gewässerpolitik implementieren und die dafür notwendigen Entwicklungen vorantreiben. Neue Anforderungen an den ökologischen und chemischen Zustand der Gewässer erfordern umfangreiche methodische Entwicklungen auf fachlich-technischer und organisatorischer Ebene. Dazu gehören auch wirtschaftliche (z. B. Kostendeckung, Kosteneffizienz, Bewertung von Nutzen und Kosten) und rechtliche (Regelungsregime, Normschnittstellen und -kollisionen) Fragestellungen sowie Fragen einer transparenten Einbindung der Öffentlichkeit. Grundsätzlich sind Vermeidungsmaßnahmen einer „end of the pipe“ Technologie vorzuziehen. Bei Umweltchemikalien, die bewusst über ihre Anwendung in die Umwelt gelangen, wie Arzneimittel, kann aber auch die Einführung einer weiteren 4. Reinigungsstufe bei Kläranlagen eine mögliche Option sein. Konzepte für die Entwicklung von Maßnahmenkombinationen unter Kosten-/Nutzensgesichtspunkten sind Gegenstand zukünftiger Forschungsprojekte.

Für die Beurteilung der Effektivität verschiedener Maßnahmen ist zu klären, wie sich die Gewässerqualität in den kommenden Jahren aufgrund der Klimaänderung und der Emissionstrends entwickeln wird und welchen Einfluss spezifische Minderungen hydromorphologischer Belastungen, wie bessere Durchgängigkeit oder Zulassen der Entwicklung natürlicher Lebensräume auf die Gewässerqualität haben. Dabei ist auch Kostenoptimierung gefordert, um den guten Zustand der Gewässer am kostengünstigsten zu erreichen. Dazu bedarf es der Entwicklung methodischer Grundlagen für Kosten-Nutzen-Analysen bei Folgenabschätzungen von Maßnahmen.

#### *Entwicklung ressourcenschonender Technologien*

Bei den wissenschaftlichen Grundlagen zu Effizienzsteigerungen in Wasserversorgung und Abwasserbeseitigung gilt es, den Energie- und Ressourcenbedarf zu reduzieren. Zur Flankierung der Modernisierungsstrategie für die Deutsche Wasserwirtschaft besteht Forschungsbedarf u. a. bei der Identifizierung von Trends für den mittelfristigen Bedarf nach technologischen und konzeptionellen Lösungen in verschiedenen Regionen der Welt sowie der Analyse der Entwicklung auf relevanten Auslandsmärkten. Die hohe Attraktivität fortschrittlicher deutscher Produkte und Managementmethoden im Ausland ist dabei ein wichtiger Gewinn (zu Umwelttechnologietransfer siehe auch Abschnitt 2.2.2 und zu Ressourcenschonung auch Abschnitt 2.3.1).

#### **Bodenschutz**

Die Forschungsschwerpunkte im Bereich Bodenschutz resultieren aus der Zielsetzung, den Boden als Lebensgrundlage für die naturraumtypischen Lebensgemeinschaften und als Produktionsfaktor für die Erzeugung von Nahrungsmitteln langfristig zu erhalten und zu entwickeln.

Unsere Forschung bezieht sich auf alle relevanten Funktionen, die der Boden für unterschiedliche Nutzungen hat, und die notwendigen Maßnahmen, um gesunde Böden zu erhalten oder wieder herzustellen. Wir erbringen Forschungsleistungen, die die Belastung des Bodens mit gefährlichen, langlebigen Stoffen aufklären, um wesentliche Eintragspfade und Qualitätsziele zu erarbeiten sowie geeignete Kenngrößen zur Beurtei-

lung möglicher Beeinträchtigungen der Bodenfruchtbarkeit zu entwickeln. Zum Schutz der naturraumtypischen Lebensgemeinschaften gilt es, den „guten ökologischen Bodenzustand“ zu charakterisieren sowie maßgebliche Stressoren zu identifizieren, die ihn beeinflussen. Dabei stehen auch Klimaänderungen im Fokus.

Die genannten Ziele sind verbunden mit dem Leitgedanken, dass Boden eine nicht vermehrbare Ressource ist und Beeinträchtigungen nur mit hohem Aufwand oder gar nicht rückgängig zu machen sind.

### **Forschungsschwerpunkte**

Derzeit stehen die alternativen Nutzungsmöglichkeiten der nicht erneuerbaren natürlichen Ressource Boden zueinander unter einem hohen Konkurrenzdruck. Es gilt daher im besonderen Maße, Regelungen zum Schutz der Bodenfunktionen zu überprüfen und ggf. fortzuschreiben.

#### *Qualitätsziele für Böden*

Wir entwickeln Qualitätsziele zum Schutz der Böden vor stofflichen und nichtstofflichen Belastungen und für die Sanierung kontaminierter Standorte als materielle Grundlage für das Bundesbodenschutzgesetz und seine Verordnungen.

Fragen, die das UBA in den kommen Jahren durch Forschung klären wird, betreffen die die Bodenqualität zukünftig gefährdenden wesentliche Belastungen. Dabei stellt sich die Frage, ob die gefährlichen Stoffe bisher ausreichend und vollständig geregelt sind, auch im Hinblick auf die potentielle Gefährdung von Lebensmitteln über die Nahrungskette. Um die Prioritäten richtig zu setzen, sind Herkunftspfade aufzuklären und Entwicklungstrends zu verfolgen. Damit werden auch die Grundlagen für die Verbesserung und Fortschreibung des Bodenschutzrechts verbessert. Wichtiges Augenmerk ist die Vollzugstauglichkeit und ein sinnvolles Verhältnis zwischen Aufwand und Nutzen.

Trotz langjähriger Erfahrung mit der Beurteilung von Altlasten und Sanierungstechniken besteht auch weiterhin Forschungsbedarf in Bezug auf die Entwicklung neuer Managementkonzepte für großräumige und komplexe Altlasten und Schadensfälle, die Entwicklung komplexer Sanierungsstrategien sowie die Beurteilung innovativer Verfahren (z. B. in-situ-chemische Oxidation, Nanotechnologie) zur Verbesserung der Effektivität von Boden- und Grundwassersanierungen.

#### *Umweltverträgliche Bodennutzungen*

Wir bewerten den Zustand der Böden und entwickeln Anforderungen an die Umweltverträglichkeit von Flächennutzungen, insbesondere der Landwirtschaft. Im Fokus stehen Erosion, Kohlenstoffverluste, Verdichtung, Versiegelung, Verlust an Biodiversität in Böden und Flächenverbrauch (siehe auch Seite 67, Nachhaltige Raumentwicklung und Umweltprüfungen).

Potentielle Gefährdungen durch neue Technologien im Untergrund (wie Geothermie, Fracking, CCS) sind weiter zu erforschen. Im Kontext mit Grundwasserschutz und der Nutzung von Ersatzbaustoffen geht es um die Entwicklung von Kriterien, potentielle

Umweltgefährdungen zu vermeiden. Es sind „ökologische Leitplanken“ für den Schutz der Böden zu erarbeiten (siehe S. 27 sowie S. 60 und S. 78).

Aufgrund der zunehmenden Nachfrage nach Biomasse und Intensivierung der Pflanzenproduktion sind die Maßnahmen der „Guten fachlichen Praxis“ in der Landwirtschaft weiter zu entwickeln und festzuschreiben. Kritische Parameter sind insbesondere Erosion und Humusversorgung, deren Mechanismen und Bedeutung noch unzureichend erforscht sind. Dabei sind die zu erwartenden Klimaveränderungen mit einzubeziehen und durch Anpassungsmaßnahmen aufzufangen.

#### *Entwicklung von Bewertungskriterien und Messverfahren*

Für andere Belastungen (z. B. Bodenverdichtung, Erosion) fehlen bisher weitgehend Bewertungskriterien. Hier sind Messtechniken zu entwickeln bzw. zu optimieren, die eine Bewertung und die Festlegung von Anforderungen erlauben.

Zur Verbesserung der Datenlage bedarf es der Entwicklung von Kriterien zur Optimierung von Messstrategien sowie der Entwicklung geeigneter Messtechniken, um Qualitätsziele überprüfen zu können. Dazu gehören auch Screeningverfahren für neue Stoffe.

Schädliche Auswirkungen von Bodenveränderungen entwickeln sich nur langsam. Sie zu erforschen ist jedoch eine drängende Aufgabe, nicht nur für Ackerböden, sondern gleichermaßen für Waldböden. Dies betrifft die Prüfung der Ökotoxizität potentiell relevanter Schadstoffe sowie die Veränderung der Bodenbiozönose durch andere Bodenbelastungen einschließlich Klimaveränderungen.

Weitere wichtige Fragestellungen sind ferner die Untersuchung des Transfers von Schadstoffen, die über den Luftpfad oder direkte Einbringung in Böden gelangen, in das Grundwasser und Futterpflanzen und über diese in Nutztiere. Dies betrifft insbesondere hoch akkumulierbare Stoffe wie Schwermetalle oder Dioxine.

#### **Antarktis und Arktis**

Das UBA ist die Genehmigungsbehörde für alle von Deutschland ausgehenden oder organisierten Aktivitäten in der Antarktis auf der Basis des Ausführungsgesetzes zum Umweltschutzprotokoll des Antarktis-Vertrages (AUG). Dazu werden wissenschaftliche Grundlagen und Methoden zur Prognose und Bewertung der Umweltauswirkungen von Tätigkeiten in der Antarktis auf die Schutzgüter erarbeitet. Als deutsche Kontaktstelle des Umweltausschusses der Antarktisvertragsstaaten nimmt das UBA internationale Fachaufgaben zur Umsetzung des Umweltschutzprotokolls wahr und bringt neueste Erkenntnisse in die nationale Genehmigungspraxis ein. Zur Umsetzung dieser Aufgaben sind Forschungsaktivitäten erforderlich.

Für den Bereich Arktis koordiniert das UBA umweltrelevante Grundsatzfragen und Themenfelder, insbesondere die übergreifenden fachlichen und rechtlichen Angelegenheiten zum Schutz der Arktis. Das UBA erarbeitet aufbauend auf den Auswirkungen auf die Umwelt mithilfe von Forschungsvorhaben die fachlich-strategischen Anforderungen an eine friedliche und ökologisch nachhaltige wirtschaftliche Nutzung der Ark-

tis mit hohen Umweltstandards. Dafür sind die wissenschaftlichen Grundlagen zur Bewertung der Auswirkungen menschlicher Tätigkeiten (z. B. Schifffahrt, Forschung, Wirtschaft, Fischerei oder Tourismus) auf die arktische Umwelt sowie deren Folgenabschätzung Schritt für Schritt zu erarbeiten.

## **Forschungsschwerpunkte**

### *Schutz der Antarktis*

Die zur Erfüllung der Aufgaben zum Schutz der Antarktis erforderlichen künftigen Forschungsaktivitäten beinhalten als einen Schwerpunkt ein Umweltmonitoring, um Veränderungen der Land- und Meeresumwelt der Antarktis und ihrer terrestrischen und marinen Ökosysteme durch menschliche Aktivitäten oder durch den Klimawandel zu registrieren. Hierzu zählen beispielsweise das Monitoring von Pinguinen mithilfe der Fernerkundung, die Erfassung von Auswirkungen unbemannter Fluggeräte auf die antarktische Avifauna oder eine Schallkartierung des natürlichen Hintergrundlärms im Südozean. In die Antarktis eingeschleppte, nicht heimische Organismen müssen erkannt und deren Folgen für das Ökosystem registriert werden. Weiterhin ist es erforderlich, Maßnahmen zur Vermeidung oder Verringerung der durch menschliche Aktivitäten verursachten schädlichen Umweltwirkungen zu entwickeln und eine Umweltzustandserhebung als Grundlage zur Ausweisung besonders geschützter oder verwalteter Gebiete durchzuführen. Hierzu sind systematisch Daten zu Vorkommen und Verbreitung mariner antarktischer Säugetiere oder der Vegetation zu erheben, der Einfluss von Unterwasserschall zu bewerten und ein spezifisches Schallschutzkonzept zu entwickeln. Zum Schutz der intrinsischen Werte des „Naturreservats“ sind international anerkannte und rechtlich verbindliche Kriterien – auch in unberührten oder besonders schützenswerten Gebieten – zu entwickeln. Dabei gilt dem Antarktistourismus – vor allem dem Individual- und Abenteuer-tourismus – besondere Aufmerksamkeit, um deren Auswirkungen weitgehend zu minimieren oder zu vermeiden.

### *Schutz der Arktis*

Die durch den Klimawandel bedingte zunehmende Eisfreiheit arktischer Land- und Meeresgebiete wird zur verstärkten anthropogenen Nutzung (z. B. Rohstoffabbau, Schifffahrt, Fischfang, Tourismus) dieser Gebiete führen. Es bestehen jedoch erhebliche Wissenslücken über die Auswirkungen anthropogenen Handelns auf die Arktis. Forschung zum besseren Verständnis der Ökosysteme der Arktis ist erforderlich, um ökologische Leitplanken (Umweltstandards zu einer ökologisch nachhaltigen wirtschaftlichen Nutzung arktischer Ressourcen) zu erarbeiten. Dies geht einher mit der Verbesserung der Datenbasis über arktische Spezies, Habitate und besonders sensitive Ökosysteme. Die Kenntnisse der Auswirkungen anthropogener Belastungen auf temperierte Ökosysteme sind nur begrenzt auf das als hoch empfindlich einzustufende Ökosystem Arktis übertragbar. Zur Abschätzung der Folgen, die durch menschliche Tätigkeiten ausgelöst werden (wie Abwasser, Abfall, Versauerung der Ozeane, Ferntransport von Schadstoffen, Lärm auf Meeressäuger, Tourismus), ist eine Bestandsaufnahme von bestehenden und geplanten Nutzungen sowie Aktivitäten, das Screening und Monitoring von Umweltauswirkungen sowie die Erstellung von Zu-

standsberichten von Bedeutung. Diese Umweltforschung sollte zu Empfehlungen führen, welcher Nutzungsdruck als ökologisch tolerierbar angesehen werden kann. Darauf aufbauend sind ökologisch sensiblen Gebiete zu identifizieren und unter Schutz zu stellen, Erfordernisse für Gefahrenvorsorge und –abwehr zu formulieren und Haftungsregelungen zu entwickeln.

#### Interne Forschungsschwerpunkte

Für die Überwachung von neuen Umweltschadstoffen entwickeln wir im Wasserlabor geeignete Analyseverfahren und arbeiten an der Standardisierung dieser Verfahren im Rahmen der Normung. In einem Drittmittelprojekt entwickelt das UBA gemeinsam mit anderen europäischen Laboren eine rückführbare Methode zur Bestimmung von bromierten Flammschutzmitteln in schwebstoffhaltigem Oberflächenwasser.

Aufgrund unserer Expertise bei der Analyse organischer neuer Umweltschadstoffe arbeiten wir mit anderen Abteilungen des UBA zusammen und führen Messungen für die Umweltprobenbank, die Fließ- und Stillgewässer Simulationsanlage (FSA) und die Deutsche Umweltstudie zur Gesundheit von Kindern und Jugendlichen (GerES) durch.

### 2.1.3 Trinkwasser- und Badebeckenwasserhygiene

Unsere Forschung gilt der Entstehung von Gesundheitsgefährdungen aus den natürlichen und technischen Bedingungen in der Trinkwasser-Versorgungskette:

*Wasserressource → Gewinnung → Aufbereitung und Verteilung → Installation im Gebäude*

durch Mikroorganismen, deren Stoffwechselprodukte sowie anthropogen und natürlich vorkommende Stoffe. Für Badebeckenwasser gilt dies ähnlich; allerdings für eine kürzere Kette:

*Beckenfüllwasser + Badegast → Aufbereitung.*

Als „Lebensmittel Nr. 1“ ist Trinkwasser ein besonders sensibles Thema in der öffentlichen Wahrnehmung, das bei auftretenden Fragen zum Vorkommen von Noxen und Verunreinigungen rasche Klärung erfordert.

Um das hohe hygienische Sicherheitsniveau in Deutschland zu halten, gilt es, mögliche Verschlechterung infolge neuer Krankheitserreger, Schadstoffe, Materialien und Verfahren rechtzeitig zu erkennen und Abwehrstrategien zu entwickeln. Diese liefern die wissenschaftlichen Grundlagen für die Weiterentwicklung und zum Teil auch für den Vollzug des Trinkwasser- und Badebeckenwasserrechts, um bundeseinheitliche Vorgaben für die Bewertung und Regulierung zur Verfügung zu stellen.

Forschungsfragen entstehen insbesondere aus

- dem Wandel, dem Wasserressourcen unterliegen, z. B. durch Änderung des Klimas, des Trophiestatus von Oberflächengewässern, des Wasserdargebots sowie durch Einwanderung von Organismen und durch neue anthropogene Belastungen. Dazu zählt z. B. eine Verschiebung hin zu anderen pathogenen Mikroorganismen mit anderer Persistenz in der Umwelt;
- dem chemisch-technischen Fortschritt, d. h. durch zahlreiche neue technische Verfahren und Stoffe zur Trinkwasseraufbereitung und Desinfektion sowie neue Materialien für Rohrleitungen und andere Bauteile in der Trinkwasserverteilung;
- dem Methodenfortschritt: Neue chemische und mikrobiologische Analysemethoden detektieren Krankheitserreger und Stoffe im Rohwasser, Badebeckenwasser und im Trinkwasser, die dort vorher entweder noch nicht vorkamen, noch nicht analysierbar waren oder noch nicht als Problem wahrgenommen wurden – z. B. Viren, Naturstoffe wie Chrom (VI) oder Cyanobakterientoxine, lange bekannte Industriechemikalien, die aufgrund neuer Screening-Untersuchungen im Trinkwasser auffällig werden, und Desinfektionsnebenprodukte (aktuell (Reaktionsprodukte des Brom im Schwimmbeckenwasser));
- weiteren als relevant erkannten Stoffwirkungen – derzeit endokrine und allergene, die neue Bewertungen des Stoff-Vorkommens auch geringer Konzentrationen erfordern.

### **Interne Forschungsschwerpunkte**

Die Forschung der Abteilung „Trinkwasser- und Badebeckenwasserhygiene“ ist fast ausschließlich interne Forschung im Labor, Technikum und Feld. Das UBA verfügt mit den Technika in Berlin-Marienfelde über sehr gute experimentelle Bedingungen. Darüber hinaus ermöglicht eigene Forschung rasche Antworten auf neue Qualitätsfragen. Durch eine gute Integration in den aktuellen nationalen und internationalen Forschungsdiskurs erhalten wir frühzeitig (insbesondere aus Forschungsk Kooperationen mit Partnern aus Hochschulen und Praxis) Informationen und neue Erkenntnisse. Auf diese Weise kommt das UBA dem Auftrag des Infektionsschutzgesetzes nach, „Konzeptionen zur Vorbeugung, Erkennung und Verhinderung der Weiterverbreitung von durch Wasser übertragbare Krankheiten zu entwickeln“.

Konkret erforschen wir, ob Stoffe oder Mikroorganismen, die im Rohwasser zur Trinkwassergewinnung oder im Badebecken auffällig werden, gesundheitsrelevant sind, wie gut sie durch natürliche und technische Barrieren zurückgehalten oder abgebaut werden, ob neue Verfahren und Stoffe für die Wasseraufbereitung und Desinfektion hinreichend wirkungsvoll und kontinuierlich verlässlich sind, ob neue Trinkwasser-Installationsmaterialien problematische Stoffe an das Wasser abgeben oder ob sie das Bakterienwachstum in den Leitungen fördern, wie relevant neue oder neu erkannte Mikroorganismen und Stoffe im Wasser sind und wie verlässlich und vollzugstauglich neue Analyseverfahren sind. Übergeordnete Klammer für diese Themen ist der Bedarf an Daten und Ergebnissen zur quantitativen Risikoabschätzung, d. h. zur Bewertung des Vorkommens von Noxen (Krankheitserreger wie Schadstoffe) im Hinblick auf die Effizienz natürlicher und technischer Barrieren zu ihrer Rückhaltung.

#### *Trinkwasserressourcen und -gewinnung*

Schwerpunkt der Forschung im Bereich Trinkwasserressourcen und -gewinnung ist die Klärung von Vorkommen und Relevanz natürlicherweise vorkommender Toxine (aktuell Chrom VI) sowie der Effizienz von Langsandsfiltration, Boden- und Sedimentpassage, Uferfiltration, Uferstrandstreifen und künstlicher Feuchtgebiete in der Rückhaltung von Noxen (d. h. Krankheitserreger sowie Stoffe) in Abhängigkeit unterschiedlicher Randbedingungen. Dazu sind neue Konzepte zur Bewertung der Trinkwassergängigkeit von Kontaminanten zu erproben, insbesondere anhand einiger der tausenden neuer Stoffe, die im Rahmen von REACH-Zulassungen in den Wasserkreislauf gelangen und je nach ihren chemischen Eigenschaften angereichert werden können, insbesondere wenn Kreislaufanteile in der Wassernutzung steigen. Im Fokus stehen dabei unter anderem Viren, perfluorierte Verbindungen und Nanomaterialien. Ferner sind mögliche Auswirkungen der erwarteten Klimaänderung auf die Rohwasserqualität zu prognostizieren. Dazu zählt das Vorkommen von toxischen Cyanobakterien im Rohwasser und von Krankheitserregern wie z. B. Campylobacter, Parasitendauerformen und antibiotikaresistente Bakterien.

### *Trinkwasseraufbereitung*

Schwerpunkt der Forschung im Bereich der Trinkwasseraufbereitung ist die Sicherheit neuer Desinfektionsverfahren und ihre Wirkung insbesondere auch auf Biofilme (die an Rohrwänden unvermeidlich sind und unter ungünstigen Bedingungen neben vorwiegend harmlosen Mikroorganismen auch Krankheitserreger beinhalten können). Als ein weiterer Schwerpunkt ist ab 2015 die Klärung der Elimination von Chrom (VI) durch ein biologisches Aufbereitungsverfahren geplant.

### *Trinkwasser-Installation*

Forschungsschwerpunkt im Bereich der Trinkwasserverteilung ist die Wirkung von Installationsmaterialien auf die Trinkwasserqualität. Wir prüfen die Stoffabgabe von Rohrmaterialien, untersuchen auf ggf. toxische Wirkungen und entwickeln Kriterien zur Prüfung der Metallabgabe durch Armaturen. Ein Fokus wird dabei auf Antioxidantien liegen, die in Kunststoffmaterialien enthalten sind. Ferner entwickeln wir objektivierbare Verfahren zur Überwachung der Wirkung von organischen Installationsmaterialien auf den Geruch und Geschmack des Trinkwassers, da diese sensorischen Parameter ebenfalls in der Trinkwasserverordnung geregelt und für die Akzeptanz von Trinkwasser als Lebensmittel entscheidend sind.

### *Methoden zu Nachweis, Analyse, Bewertung und Reduzierung von Noxen*

Forschungsschwerpunkt im Bereich der mikrobiellen Belastungen des Trink- und Badebeckenwassers sind das Vorkommen von Viren, Legionellen, Amöben, *Pseudomonas aeruginosa* und Parasitendauerformen, d. h. Untersuchungen ihrer Quellen und der Bedingungen, die zu ihrem Vorkommen oder gar ihrer Vermehrung führen, sowie die Weiterentwicklung der erforderlichen Nachweismethoden. Im Vordergrund stehen dabei die Legionellen, da ihr Vorkommen im Trinkwasser nachweislich zu – teils tödlichen – Lungenentzündungen führt, jedoch die für eine Infektion erforderliche Legionellenmenge noch ungeklärt ist („Dosis-Wirkungs-Paradoxon“) und diese Kenntnislücke die Umsetzung von technischen Maßnahmen zu ihrer Bekämpfung noch behindert. Dazu zählt auch die Klärung der regulatorischen Verwendbarkeit molekularer Nachweismethoden für Krankheitserreger im Wasser u. a. für die Legionellenüberwachung und zur Auswertung der Wirksamkeit der Neuregelung der TrinkwV.

Unsere Forschung im Bereich der zahlreichen Stoffe, die in das Wasser gelangen können, gilt der Bereitstellung von Methoden zu ihrer gesundheitlichen Bewertung und zur Ermittlung duldbarer Konzentrationen insbesondere im Trinkwasser. Schwerpunkte der Methodenentwicklung sind die Prognose humantoxischer Wirkungen aufgrund der chemischen Struktur eines Stoffes, die Normung von Screeningverfahren zur Bewertung der endokrinen Wirkung von Stoffen im Trinkwasser (suborganismische Bioassays), die Entwicklung von Kriterien für Präkursor-Ereignisse (z. B. Entzündungsmechanismen) in deren Folge mögliche chronische Erkrankungen (z. B. Krebs, Asthma) entstehen, sowie von Biomarkern (z. B. Mikrokerne in der Mund- und Nasenschleimhaut), mit deren Hilfe das Auftreten von Langzeitwirkung prognostiziert werden kann. Ziel ist Bereitstellung von in vitro-Testverfahren zur qualitativen Bewertung nicht identifizierter Stoffe in Trink- und Badebeckenwasser.

Für neue, als relevant erkannte Schadstoffe müssen für Wasser geeignete Analysemethoden entwickelt und genormt werden, so z. B. für Bromnebenprodukte in Badebeckenwasser sowie für Chrom (VI), einige Cyanotoxine (Cylindrospermopsin) in Trinkwasserressourcen, Badegewässern und im Uferfiltrat, oder für Gemische perfluorierter Tenside.

## 2.1.4 Luft und Biodiversität

### Luftreinhaltung

Die Forschungsschwerpunkte im Bereich Luftreinhaltung haben zum Ziel, die wissenschaftlichen Grundlagen für die Ursachen der Luftbelastung und ihre Auswirkungen auf terrestrische Ökosysteme und die Gesundheit der Bevölkerung weiter zu verbessern und die richtigen Maßnahmen zur Behebung der Defizite zu identifizieren. Ausgangspunkt für eine zielorientierte Luftreinhaltungspolitik ist die ausreichende Kenntnis der Belastungsart und des Belastungsgrades durch Luftschadstoffe, die eine Beurteilung der heutigen und zukünftigen Luftqualität anhand geeigneter Kenngrößen ermöglicht. Die Beobachtung auch bisher unregelter Luftinhaltsstoffe gibt Aufschluss über die Belastung und ermöglicht die frühzeitige Bewertung ihrer Einflüsse auf Umwelt und Gesundheit. Um die Qualität der Messung und Modellierung von Luftschadstoffen sicherzustellen, müssen Messmethoden (weiter-)entwickelt und Modelle evaluiert werden.

Eine weitere Grundlage zur nachhaltigen Sicherung der terrestrischen Ökosysteme ist zudem die bessere Kenntnis der Grenzen der Belastbarkeit insbesondere gegenüber dem Eintrag von Luftschadstoffen im Zusammenspiel mit anderen Stressoren sowie ihrer Resilienz. Bei sehr mobilen und reaktiven Stoffen ist eine sektor- und medienübergreifende Betrachtungsweise erforderlich um zu verhindern, dass Maßnahmen zum Schutz eines Mediums (z. B. der Luft) die Belastungen für andere Medien erhöhen.

### **Forschungsschwerpunkte**

#### *Zustand und Entwicklung der Luftbelastung*

Wir verfügen über Daten zur Entwicklung der Luftqualität in den vergangenen zwei bis drei Dekaden und kennen die „hausgemachten“ und ferntransportierten Anteile an der Luftbelastung. Uns ist bewusst, dass die relative Bedeutung des hemisphärischen Schadstofftransports zunimmt und der Klimawandel zu geänderten Schadstoffregimen führen kann. Wir kennen sektorbezogen die Entwicklung der gesamten deutschen Emissionen seit Anfang der 1990er Jahre. Uns liegen Szenarien zur Emissions- und Immissionsentwicklung bis 2020 vor, die es uns ermöglichen, Minderungspotentiale zu quantifizieren. Wir kennen die Belastung terrestrischer Ökosysteme durch Stickstoff, Schwefel und Ozon sowie einige Schwermetalle. Wir wissen, dass Stoffeinträge eine der Hauptursachen für die Gefährdung der Funktionalität terrestrischer Ökosysteme sind.

Eine unabdingbare Voraussetzung für die strategische Luftreinhaltung ist die Erforschung des Einflusses einer veränderten Klima- und Energiepolitik auf die Emissionen konventioneller Schadstoffe für die kommenden Dekaden. Auf dieser Grundlage sind Abschätzungen und Bewertungen zur Eignung möglicher emissionsreduzierender Maßnahmen vorzunehmen (siehe auch Abschnitt 2.3.2). Dabei sind auch die Synergien unterschiedlicher Maßnahmen zu ermitteln und in Kosteneffizienzuntersuchungen zu bewerten.

Dringender Forschungsbedarf besteht bei der Entwicklung von für die Schadstoffausbreitung und den Zustand der Ökosysteme relevanten Klimaparametern für die kommenden Dekaden. Für beide Aspekte ist die Quantifizierung der Unsicherheiten in den Aussagen erforderlich.

Um die Relevanz des hemisphärischen Transports beurteilen zu können, muss schadstoffspezifisch untersucht werden, welche Prozesse den Austausch zwischen höheren Luftschichten und der bodennahen Atmosphäre bestimmen.

#### *Messtechnik und Messnetze*

Wir wissen um die Möglichkeiten und Grenzen der Messtechnik und der Chemie-Transport-Ausbreitungsmodellierung, die Luftbelastung zu ermitteln. Wir verfügen über validierte Modelle unterschiedlicher Komplexität zur Beschreibung des Stoffhaushalts terrestrischer Ökosysteme und haben eine quantitative Vorstellung davon, wie sich Veränderungen von Standortfaktoren auf die Luftbelastung auswirken.

Zur Optimierung der Messnetze ist zu ermitteln, welche neuen Mess- und Modellierungstechniken in der Entwicklung und welche anwendungsreif sind. Zudem muss beurteilt werden, welche Informationen aus Satellitenbeobachtungen zu erwarten sind und wie diese mit Bodenmessungen zu verknüpfen sind.

#### *Untersuchung neuer Luftschadstoffe*

Hinsichtlich neuer Luftschadstoffe kennen wir Untersuchungen zur Wirkung von Ultrafeinstäuben auf die menschliche Gesundheit und wissen, dass künstliche Nanomaterialien auch im Außenbereich eingesetzt werden. Uns ist bewusst, dass die Konzentrationen bisher weniger beachteter, direkt und indirekt das Klima beeinflussender Spurengase in der Atmosphäre ansteigen. Wir kennen die wichtigsten Pools und Flüsse des deutschen Stickstoffkreislaufs sowie die Wirkungen reaktiven Stickstoffs in den einzelnen Umweltmedien.

Im Hinblick auf Ultrafeinstäube sind deren standortabhängige Anzahl-Größen-Verteilung und die chemische Zusammensetzung an repräsentativen Standorten zu untersuchen. Die Unsicherheit der verwendeten Beobachtungsmethoden ist zu ermitteln. Darüber hinaus ist zu untersuchen, durch welche Maßnahmen sich Ultrafeinstäube mindern lassen und ob sich diese von den Maßnahmen zur Minderung von Feinstäuben unterscheiden.

Um künstliche Nanomaterialien in der Außenluft nachweisen zu können, ist eine Weiterentwicklung geeigneter Methoden erforderlich.

Die Einstufung bisher weniger beachteter Treibhausgase in der Atmosphäre erfordert deren Messung an repräsentativen Standorten, um die Treibhauswirkung in ihrer räumlichen und zeitlichen Verteilung (Quellen, Senken) zu erfassen.

### *Stoffkreisläufe und schädliche Einflüsse auf Umweltmedien*

Wichtige Prozesse in den Stoffkreisläufen, vor allem bzgl. Stickstoff und Kohlenstoff, müssen besser verstanden und quantifiziert werden. Es gilt, nachhaltige Sollzustände für nationale Stoffkreisläufe (z. B. Stickstoff) abzuleiten.

Zur Erfassung der komplexen Stoffumsetzungsprozesse in terrestrischen Ökosystemen ist ein Konzept zur Verbesserung der medienübergreifenden Umweltbeobachtung zu entwickeln. Auf der Grundlage der vorhandenen medienübergreifenden Umweltbeobachtungsdaten müssen Eintrags- und Wirkungsmodelle sowie das Konzept der Ökosystemintegrität weiterentwickelt und validiert werden.

### Interne Forschungsschwerpunkte

Interne Forschungsschwerpunkte sind vor allem der nationale Stickstoffkreislauf und die Betrachtung neuer Luftschadstoffe sowie die Entwicklung geeigneter Messmethoden.

### Biodiversität

Der Schutz der Biodiversität ist eine übergreifende gesamtgesellschaftliche Aufgabe. Gemeinsam mit dem Bundesamt für Naturschutz hat das UBA Forschungsschwerpunkte für die Umsetzung der nationalen Strategie zur biologischen Vielfalt erarbeitet<sup>2</sup>. Die Forschungsschwerpunkte des UBA zur Biodiversität sind integrativer Bestandteil der Forschung zu denjenigen sektoralen Umweltthemen, die als wichtigste direkte Triebkräfte für den Wandel der Biodiversität gelten. Das Millennium Ecosystem Assessment (2005) ist nach wie vor aktuell. Es macht deutlich, dass insbesondere der Flächenverbrauch (Habitatwandel), der Klimawandel, die Einschleppung invasiver Arten, die Übernutzung und die Nährstoffbelastung der terrestrischen und aquatischen Lebensräume die wesentlichen Treiber der Biodiversitätsgefährdung sind. Der Umweltschutz liefert einen entscheidenden Beitrag, um die Ziele der Nationalen Strategie zur Biologischen Vielfalt (NBS) von 2007, die abgestuft bis spätestens 2050 verwirklicht werden sollen, zu erreichen. Der Beitrag des Umweltschutzes ist es, die erkannte Defizite in den Bereichen Ressourcenverbrauch, Verlust von natürlichem Lebensraum, stoffliche Belastungen, strukturelle Veränderungen sowie Klimawandel anzugehen und durch politische und rechtliche Maßnahmen zu beheben. Ziel ist, dass der Schutz der Biodiversität zukünftig in allen Bereichen der Umweltpolitik integrativer Bestandteil bei der Entwicklung und beim Vollzug von Gesetzen sowie bei Entscheidungen (in Politik und Gesellschaft) wird.

---

<sup>2</sup> Unbeschadet der Zuständigkeiten im Einzelnen wird nachfolgend das gesamte Spektrum des Forschungsbedarfs im Rahmen der integrierten Strategie zur biologischen Vielfalt betrachtet.

Forschungsbedarf besteht vorrangig aus der Notwendigkeit, für identifizierte Problemlagen tragfähige, d. h. wissenschaftlich abgesicherte, Lösungen zu entwickeln. Als Voraussetzung wissenschaftlicher Entscheidungsfindungen ist demzufolge in erster Linie Handlungswissen gefragt: umfassendes und vorausschauendes Wissen über Maßnahmen zur Lösung von „Biodiversitätsproblemen“ einschließlich ihrer Wirkungen und unbeabsichtigten Nebenwirkungen. Forschung, die der Umsetzung der (Ziele der) NBS dient, sollte daher ebenfalls primär umsetzungsorientiert und damit komplementär zur (multi-)disziplinären Grundlagenforschung sein. Ferner müssen die NBS-Ziele stets mit dem aktuellen Stand der Wissenschaft abgeglichen und ggf. fachlich weiter fundiert werden.

### **Forschungsschwerpunkte**

Der Forschungsbedarf im Bereich der Biodiversitätsforschung lässt sich in sechs Schwerpunkte unterteilen.

#### *Verbesserung der ökologischen Grundlagen und Konzepte*

Die Verbesserung der ökologischen Grundlagen und Konzepte betrifft den gesamten Bereich der Analyse des Zustands der aquatischen und terrestrischen Lebensräume (siehe auch Abschnitt 2.1.2) und die Veränderung der lebensraumtypischen Besiedlung. Über die Reaktion von Arten und Ökosystemen auf multiple Einflussfaktoren ist bislang wenig bekannt. Forschungsbedarf besteht daher hinsichtlich der Gefährdungsursachen für Arten und Biotopen in Verknüpfung mit Aussagen über die Verursacher, wie beispielsweise Land- und Forstwirtschaft, Verkehr, Industrie und Fischerei.

Zur Bewertung des ökologischen Zustands müssen Bewertungskonzepte und praxistaugliche Methoden verbessert und harmonisiert werden. Ein wichtiges Fundament dafür stellt die Entwicklung eines allgemein anwendbaren Konzepts von Referenzzuständen dar, welches die Dynamik von Ökosystemen berücksichtigt. Zur Beurteilung der Integrität sowie des Gefährdungspotentials unterschiedlicher Belastungen sind integrierte Ansätze und geeignete Indikatoren erforderlich. Ein großes Defizit besteht vor allem im Hinblick auf die terrestrischen Ökosysteme, auch im Hinblick auf genutzte Flächen. Insbesondere die Rolle von Klein- und Mikrolebewesen sowie der physikalisch-chemischen Heterogenität ist bisher nur unzureichend untersucht.

#### *Nachhaltige Nutzung von Naturgütern*

Der zweite Schwerpunkt betrifft die nachhaltige Nutzung von Naturgütern. Die direkte Nutzung von Arten, vor allem aber die Modalität und Intensität der Landnutzung sowie die Übernutzung der Meere stellen eine der Hauptursachen für den Verlust an biologischer Vielfalt dar. Im Bereich der agrarischen Nutzung müssen neben den nationalen auch die globalen Intensivierungstrends stärker in die Betrachtung einbezogen und das Verständnis für die Ressource Boden vertieft werden (siehe auch Abschnitt 2.1.2). In Bezug auf die Meere stellen nicht nachhaltige Fischereimethoden, aber beispielsweise auch die zunehmende Verlärmung eine Gefährdung der biologischen Vielfalt dar, über deren tatsächliches Ausmaß jedoch noch wenig bekannt ist.

### *Stoffliche Belastungen und Stoffkreisläufe*

Aus globaler Sicht sind die Grenzen der Belastung von Ökosystemen vor allem durch Nährstoffeinträge und durch den Klimawandel bereits überschritten. Auf nationaler Ebene gilt es daher, die Kenntnis über dynamische Stoffkreisläufe zu verbessern; besonders die Akkumulation von Stoffen in den Umweltmedien sowie deren Wirkungen auf die Ökosystemintegrität müssen besser verstanden und erfasst werden.

Die Landwirtschaft arbeitet in einem offenen System: Nährstoffe, Pestizide (siehe auch Abschnitt 2.4.1) oder andere Fremdstoffe (z. B. Arzneimittelverbindungen) werden in natürliche und naturnahe Lebensräume ausgetragen. Die resultierenden Wirkungen, effektive Minderungsmaßnahmen und Möglichkeiten zu deren Umsetzung gilt es zu erforschen und abzuleiten.

Spezielles Augenmerk gilt der Zunahme der Konzentrationen von persistenten, sich in Biota anreichernden und toxischen Verbindungen in der Umwelt, denen mit geeigneten Minderungsmaßnahmen begegnet werden muss. Es gilt, die vorhandenen Optimierungspotentiale zu erkennen und zu nutzen. Für den Vollzug und die Weiterentwicklung von Regularien des Chemikalienrechts muss das Schutzgut Biodiversität operationalisiert werden.

### *Biodiversität und Klimawandel*

Ein weiterer wichtiger Forschungsschwerpunkt ist das Thema Biodiversität und Klimawandel (zum Thema Klimawandel siehe auch Abschnitt 2.3.2). Dabei geht es dem UBA weniger um die Frage, wie sich die Lebensbedingungen von Pflanzen und Tieren verändern, sondern eher darum, welche Folgen für menschliches Leben und Wirtschaften die Verschiebung bestimmter Arten (z. B. Infektionserreger und Vektoren, siehe auch Abschnitt 2.1.1, S. 22) und Kulturformen haben werden sowie um die Wirkungen der biologischen Vielfalt auf das Klimasystem (Speicherfunktion für CO<sub>2</sub> von Böden, Meeren und Wäldern; Hydrologie, etc.).

### *Sozioökonomische Rahmenbedingungen und das gesellschaftliche Bewusstsein*

Auch die sozioökonomischen Rahmenbedingungen und das gesellschaftliche Bewusstsein sind wesentliche Stellschrauben bei der Erhaltung der Biodiversität (siehe auch Abschnitt 2.3.1). Den ökonomischen Wert von Dienstleistungen der Natur zu erforschen, schafft nicht nur Bewusstsein, sondern auch die notwendige Argumentationsgrundlage für gesellschaftliche Abwägungsprozesse

### *Monitoring*

Schließlich sehen wir weiteren Forschungsbedarf im Bereich Monitoring. Bestehende Konzepte weisen eine eigene Historie auf und dienen in der Regel sektoralen Zwecken. Integrierte ökologische Ansätze wie die der Wasserrahmenrichtlinie sind eher die Ausnahme. Die Entwicklung weiterer flächendeckender Monitoringprogramme, die auf vorhandene Programme aufbauen und diese integrieren, ist also nötig. Die gemeinsame Bewertung von Ergebnissen biologischer Kartierungen bzw. Effekterhebungen und der medialen Umweltbeobachtungsprogramme (Boden, Luft, Pestizide) muss weiter

vorangetrieben werden. In diesem Zusammenhang ist auch die Entwicklung aussagekräftiger und anschaulicher Indikatoren von Bedeutung.

### Interne Forschungsschwerpunkte

Der Schwerpunkt der internen Forschung liegt vor allem darauf, eine Bewertungsgrundlage für die Ökosystemintegrität zu schaffen.

## **2.2 Fachbereich „Nachhaltige Produktion und Produkte, Kreislaufwirtschaft“**

### **2.2.1 Nachhaltige Produkte und Konsummuster, Kommunale Kreislaufwirtschaft**

Die Forschungsschwerpunkte zu nachhaltigen Produkten und Konsum resultieren aus der Zielsetzung, die Umweltauswirkungen von Produkten zu identifizieren und die (Weiter-) Entwicklung und Marktdurchdringung von Produkten voranzubringen, die über den gesamten Lebensweg die Umwelt und die Gesundheit des Menschen möglichst wenig belasten.

Unsere Forschung bezieht sich auf alle Teilschritte des Produktzyklus. Wir erbringen Forschungsleistungen für eine nachhaltige Produktgestaltung, bei der umwelt- und gesundheitsgefährdende Stoffe möglichst weitgehend vermieden, Ressourcen effizient und sparsam genutzt werden und möglichst viele Recyclingmaterialien zum Einsatz kommen. Die Produkte sollen in der Nutzungsphase wenig Energie verbrauchen, langlebig sowie am Ende ihrer Lebenszeit gut verwertbar und zu entsorgen sein. Umwelt- und sozialverträglich hergestellte Produkte sind noch in zu geringem Umfang das Ergebnis von Innovationen, die sich erfolgreich im Marktwettbewerb und in der Gesellschaft durchgesetzt haben. Darum erarbeiten wir wissenschaftliche Konzepte, um die Marktdurchdringung dieser Produkte zu verbessern. Mit Hilfe von Wissenstransfer und Verbraucheraktivierung wollen wir wirksame Rahmenbedingungen für nachhaltigen Konsum schaffen. Dabei sind sowohl Hersteller, Einzelhandel wie auch Verbraucher Gegenstand unserer Forschung

Die genannten Ziele sind verbunden mit dem Leitgedanken, die Abfallwirtschaft möglichst weitgehend zu einer Kreislaufwirtschaft weiterzuentwickeln. Ganz im Sinne der Abfallhierarchie gilt es, Abfälle zu vermeiden und die hochwertige Wiederverwendung von Produkten zu fördern oder für eine spätere Wiedereingliederung in den Wirtschaftskreislauf vorzubereiten. Die verbleibenden Abfälle sind gemeinwohlverträglich zu entsorgen. Zur Unterstützung dieser Ziele ist die abfallwirtschaftliche Produktverantwortung der Hersteller auszubauen.

Angesichts der sehr vielen Quellen (Produkte) und Akteure stellen Bestandsaufnahmen und Analysen der Problemfelder sowie die nachhaltige Gestaltung der Produkt- und Konsummuster eine besondere Herausforderung dar. Es bedarf eines in sich abgestimmten Bündels von Maßnahmen und Instrumenten, bei dem angebots- und nachfrageorientierte Ansätze ausgewogen berücksichtigt werden.

## Forschungsschwerpunkte

### *Umweltfreundliche Produktgestaltung*

Wir entwickeln wissenschaftliche Grundlagen für Produkthanforderungen im Rahmen internationaler, europäischer und nationaler Regelungen bei der verpflichtenden und freiwilligen Produktkennzeichnung und für die umweltfreundliche öffentliche Beschaffung. Hierzu erarbeiten wir Kriterien und Methoden, um Produkte und Dienstleistungen in einem ganzheitlichen Ansatz unter Umweltaspekten beschreiben und bewerten zu können, und entwickeln Benchmarks und Standards.

Zur Ausgestaltung der Ökodesign-Richtlinie und der Energieverbrauchspflichtkennzeichnung entwickeln wir ambitionierte und alle wesentlichen Umweltaspekte erfassende Anforderungen und Kennzeichnungsstandards. Unsere wissenschaftliche Bewertung der Umweltentlastung und Innovativität von Projekten der Informations- und Kommunikationstechnik (IKT) ermöglicht es uns, einen hohen technischen Standard einzusetzen, um Energieeffizienzpotentiale im Bereich der IKT-Struktur, aber auch von IKT-Endgeräten zu realisieren. Außerdem kommen nach wie vor besonders umwelt- und gesundheitsbelastende Chemikalien wie verschiedene Flammschutzmittel, Weichmacher und Lösemittel in Produkten (Bauprodukte, Einrichtungsgegenstände, Ausstattungsmaterialien usw.) zum Einsatz, für die an umwelt- und gesundheitsverträglichen Alternativen geforscht wird (siehe auch Abschnitt 2.1.1).

In den kommenden Jahren werden wir die wissenschaftlichen Grundlagen erarbeiten, um die Instrumente des produktbezogenen Umweltschutzes, wie die Ökodesign-Richtlinie, Umweltkennzeichnung und umweltfreundliche Beschaffung insbesondere im Hinblick auf Klima-, Ressourcen- und Gesundheitsschutz weiterzuentwickeln. Mit diesen Instrumenten und dem wissenschaftlich fundierten Bundespreis Ecodesign wollen wir Innovationen fördern und ihre breitenwirksame Einführung zur Reduzierung von Umweltbelastungen unterstützen.

Bei den wissenschaftlichen Arbeiten zur nachhaltigen Produktgestaltung geht es verstärkt darum, die Materialeffizienz zu verbessern. Hierzu sind die wissenschaftlichen Grundlagen für Benchmarks zu entwickeln. Diese sollten vor allem genutzt werden, um die Vorgaben der EU-Ökodesignrichtlinie auf Ressourcenschutzaspekte auszudehnen sowie die Produktkennzeichnung – insbesondere durch das Umweltzeichen Blauer Engel – unter Ressourcenschutz Gesichtspunkten voranzutreiben.

Das Umweltzeichenprogramm Blauer Engel ist ein wichtiger Impulsgeber bei der Entwicklung von Umweltstandards für Produkte. Um seine Sichtbarkeit für Verbraucherinnen und Verbraucher zu erhöhen, werden derzeit verstärkt Umweltzeichen für Alltagsprodukte entwickelt. In Forschungsarbeiten zur Informations- und Kommunikationstechnik (IKT) ist neben der Energieeffizienzsteigerung die Verbesserung der Materialeffizienz vermehrt in den Blick zu nehmen. Neue Entwicklungen wie Cloud computing sollen auf ihre Umweltauswirkungen hin untersucht werden, ebenso wie der Einfluss nachhaltiger IKT auf die Umweltinanspruchnahme von Produkten und Dienstleistungen.

Einen weiteren Schwerpunkt bilden die Bauprodukte, die volkswirtschaftlich und auch aus Umwelt- und Gesundheitssicht von zentraler Bedeutung sind (siehe auch die Abschnitte 2.1.1 und 2.2.2). Bauen muss nachhaltiger werden. Hierzu sind die wissenschaftlichen Grundlagen für innovative Bauprodukte (z. B. schadstoffarme Dämmsysteme, emissionsarme Fußböden, ressourcenschonender Rohbau) zu entwickeln, die den Boden, das Grundwasser und die Innenraumluft praktisch nicht belasten. Gleichzeitig sollen diese Produkte eine geringe Ressourceninanspruchnahme sowohl bei der Herstellung als auch bei der Nutzung aufweisen. Die wissenschaftliche Basis für anerkannte Bewertungsmaßstäbe für nachhaltiges Bauen über den gesamten Lebensweg von Bauprodukten soll weiterentwickelt werden. Über die gesamte Lebensdauer von Gebäuden verwendbare Kommunikationsformate (z. B. Gebäudepass) sind zu entwickeln.

Im Bereich des Klimaschutzes fokussieren wir weiterhin insbesondere die Kälte- und Klimaanlage. Sie belasten das Klima weltweit durch die stark zunehmende Verwendung fluorierter Treibhausgase und den steigenden Energieverbrauch. Wir erarbeiten Entlastungspotentiale und -möglichkeiten. Dies gilt auch für andere Anwendungen fluorierter Treibhausgase wie in Wärmepumpen, Schaltanlagen, Schaumstoffen und als Ätzgas in der Elektronik.

### *Nachhaltiger Konsum*

Unsere wissenschaftliche Arbeit für mehr nachhaltigen Konsum zielt auf die Entwicklung und Forcierung einer (neu)ausgerichteten ökologischen Verbraucherpolitik ab. Durch neue Informationsinstrumente und Kommunikationsstrategien wollen wir es dem Verbraucher ermöglichen, die mit dem Kauf und der Nutzung von Produkten verbundenen ökologischen Auswirkungen besser in die Kaufentscheidung einbeziehen zu können. Durch die Aufbereitung wissenschaftlich-fundierter Erkenntnisse und Integration in den Verbraucherratgeber des UBA „Umweltbewusst leben“ geben wir dem Verbraucher eine wichtige Orientierung in verschiedenen Bedürfnisfelder, Produktgruppen und zu Nutzungsalternativen. Eine weitere wichtige Orientierungshilfe hierbei die Produktkennzeichnung, z. B. mit dem Blauen Engel.

Zukünftig werden wir zudem verstärkt daran forschen, wie strategisches Verbraucherverhalten entsteht und wie wir damit Märkte für umweltentlastende Produkte gestalten können. Hierbei sollen auch neue sozialökologische Forschungsansätze, wie die Untersuchung in Reallaboren, und neue Gestaltungsmöglichkeiten sozialer Innovationen für nachhaltigen Konsum genutzt werden. Wir wollen Ansatzpunkte für die Kommunikation von Umweltinformationen über die bisher bestehende Produktkennzeichnung hinaus entwickeln. Dabei werden wir die Einflussmöglichkeit verschiedener Gesellschaftsgruppen (z. B. Großverbraucher) und Marktakteure (z. B. Einzelhandel) beschreiben und die Vorbildfunktion öffentlicher Einrichtungen nutzen.

### *Abfallvermeidung und Kreislaufwirtschaft*

Abfallwirtschaft dient dem Ressourcenschutz. Dementsprechend stehen Forschungsfragen zur verstärkten Abfallvermeidung sowie zur verbesserten Kreislaufführung von Ressourcen im Vordergrund. Bei den wissenschaftlichen Arbeiten zur Abfallvermeidung

(einschließlich der Lebensmittelabfälle) sollen Konzepte und gute Praxisbeispiele zur Abfallvermeidung evaluiert und weiterentwickelt werden. Außerdem sind Konzepte zur Wiederverwendung und zur Vorbereitung der Wiederverwendung zu erarbeiten.

Für die Transformation der Abfall- zur Kreislaufwirtschaft bedarf es vor allem wissenschaftlicher Arbeiten zur Verwertung. Insbesondere geht es um eine Optimierung der Sammlung und Verwertung von Wertstoffen aus Haushalten und Gewerbebetrieben. Ziele sind die Erhöhung der Sammelmengen sowie die verstärkte hochwertige stoffliche Verwertung. Zur Verbesserung der stofflichen Verwertung ist auch die abfallwirtschaftliche Produktverantwortung der Hersteller weiterzuentwickeln. Diejenigen, die Erzeugnisse entwickeln, herstellen, be- und verarbeiten oder vertreiben, sollen die Erzeugnisse möglichst so gestalten, dass schon bei deren Herstellung und in der Nutzung Abfälle vermieden sowie das hochwertige Recycling sichergestellt werden. Dieser Ansatz der Produktverantwortung soll geprüft und fortentwickelt werden unter anderem mit Blick auf neue Produkte wie Verpackungen mit elektronischen Funktionen.

Die Steigerung der hochwertigen stofflichen Verwertung von Kunststoffen stellt eine besondere Herausforderung dar. Wir wollen daher Maßnahmen und Instrumente zur Förderung des Einsatzes von Sekundärrohstoffen insbesondere bei der Kunststoffproduktion entwickeln.

Immer kürzere Innovationszyklen bei Produkten führen zu sich verändernden Abfallströmen, ohne dass die Abfallwirtschaft bisher strategische, darauf ausgerichtete Konzepte entwickeln oder in daran angepasste Recyclingtechnologien investieren konnte. So werden beispielsweise zurzeit vermehrt Seltene-Erden-Magnete in Festplatten durch neue Speichermedien substituiert. Auch aus der erwarteten Zunahme der Elektromobilität ergibt sich zudem die besondere Herausforderung, neue Recyclingtechniken zur Rückgewinnung von Lithium aus Elektroaltgeräten und Batterien weiterzuentwickeln. Für Produkte mit strategischen Metallen sollen Anreize und Konzepte entwickelt werden, optimale Entsorgungskonzepte zur Rückgewinnung und Kreislaufschließung auch von Rohstoffen in geringer Konzentration aber hohen ökologischen Rucksäcken zu fördern. Nachdem sich die Verwertungsanstrengungen in der Vergangenheit vor allem auf Massenwerkstoffe konzentrierten, wird deshalb ein verstärktes Augenmerk auf die in geringen Mengen eingesetzten Metalle (z. B. Edelmetalle und Seltene Erden) gelegt.

Für Stoffe und Materialien, die aufgrund ihrer Umweltschädlichkeit und Gefährdung der Gesundheit dauerhaft aus der Biosphäre auszuschleusen sind oder durch entsprechende Behandlung zerstört werden müssen (persistente organische Schadstoffe, z. B. bestimmte Flammhemmer), sind wissenschaftliche Grundlagen für entsprechende Entsorgungskonzepte, -methoden und -techniken zu erarbeiten (siehe auch den folgenden Abschnitt 2.2.2).

Voraussetzung für die Arbeiten zur Abfallvermeidung und Kreislaufwirtschaft sind die solide Ermittlung der Sammel- und Verwertungsmengen verschiedener Abfallarten. Eine zuverlässige Datenbasis ermöglicht uns die Ist-Analyse der Abfallentsorgung, die Identifizierung von Handlungsbedarf und die Kontrolle durchgeführter Maßnahmen.

### Interne Forschungsschwerpunkte

Regelmäßig erforscht das UBA Fragestellungen zur nachhaltigen Produktgestaltung, zum nachhaltigen Konsum und zur Kreislaufwirtschaft selbst. In den nächsten Jahren werden dies insbesondere folgende Themen sein:

- Welche politischen Wirkungen gehen von individuellen Konsumententscheidungen aus?
- Mathematische Modellierung der Auslaugung aus Bauprodukten;
- Ermittlung der Relevanz persistenter organischer Schadstoffe (POPs) in Abfällen und Recyclingprodukten und Bewertung von Techniken zur umweltgerechten Entsorgung POP-haltiger Abfälle;
- Rechtswissenschaftliche Entwicklung eines praxistauglichen Konzepts für die Wiederverwendung von Elektro- und Elektronik-Altgeräten;
- Entwicklung von Behandlungsanforderungen für die stoffliche Verwertung von Elektro- und Elektronik-Altgeräten;
- Ökologischer Vergleich von Demontage versus Post-Schredderverwertung von Kunststoff und Glas im Bereich der Altfahrzeuge;
- Weiterentwicklung von Konzepten zur Einstufung von Abfällen gemäß den Gefährlichkeitskriterien auf Grundlage chemikalienrechtlicher Vorgaben (CLP-Verordnung) und von Risikobetrachtungen;
- Weiterentwicklung statistischer Methoden bei der grenzüberschreitenden Abfallverbringung.

## 2.2.2 Nachhaltige Produktion, Ressourcenschonung und Stoffkreisläufe

Ausgangspunkt für die Forschungsaktivitäten zu nachhaltigen, ressourcenschonenden Produktionsprozessen ist die gesetzliche Anforderung an alle Branchen der Industrie einschließlich der Abfallbehandlung und der Abwasserbeseitigung, die beste, verfügbare Technik (BVT/SdT) hinsichtlich aller Umweltmedien im Sinne eines möglichst hohen Schutzniveaus für die Umwelt insgesamt einzuhalten.

So werden beispielsweise die Metallgewinnung und -verarbeitung, die Steine-Erden-Industrie, die chemische Industrie, der Maschinenbau, das Bauhauptgewerbe, das Verpackungswesen und viele andere Bereiche aus Industrie, Handwerk und Handel bezüglich ihrer Auswirkungen auf Luft- und Wasserqualität, ihres Abfall- und Abwasseraufkommens, ihres Energie- und Rohstoffverbrauchs sowie der Unfallvorsorge analysiert, medienübergreifend bewertet und entsprechende Anforderungen in bundeseinheitlichen rechtlichen Regelungen vorgeschlagen.

Dabei werden die national und international verfügbaren Informationen genutzt, um den Stand der Technik zu ermitteln und gemeinsam mit Unternehmen, Wissenschaft und anderen Behörden national, europäisch und international weiter zu entwickeln. Hierbei werden innovative Entwicklungen aus der Forschung z. B. über das Umweltinnovationsprogramm und ihr Scaling-Up über Demonstrationsprojekte gefördert. Im Vordergrund stehen Lösungen, bei denen unerwünschte Stoffeinträge in die Umwelt möglichst von vornherein vermieden oder weitgehend vermindert werden: Ein weitgehender produktions- und produktintegrierter Umweltschutz ist das Ziel dieser Arbeit.

Fachleute des UBA arbeiten dafür in vielen nationalen und internationalen Gremien mit, insbesondere in Arbeitsgruppen der Europäischen Union, der OECD und der UNECE und in Projekten mit der GIZ, um die in Deutschland erreichten Erkenntnisse und daraus abgeleiteten fortschrittlichen Lösungen auch in anderen Staaten bekannt zu machen und dort anwenden zu helfen. Ein wichtiges Ziel ist die Europäisierung oder Internationalisierung anspruchsvoller Standards auf hohem Umweltschutzniveau. Vorlaufende Forschung und Erkenntnisgewinn ist ebenso wichtig, wie eine harmonisierte Methodik für Vollzug und Monitoring. Ein bundeseinheitlicher ordnungs- und abgaberechtlicher Vollzug wird erst durch die wissenschaftliche Entwicklung, Optimierung und Normung von Mess- und Analyseverfahren gewährleistet. Die Verfahren sind im untergesetzlichen Regelwerk verbindlich vorgeschrieben. Anforderungen an die Qualitätssicherung sind konkretisiert, in europäischen Regelungen berücksichtigt und durch DIN EN ISO-Normen hinterlegt.

Ein wesentlicher Teil dieser Forschungsaktivitäten zielt auch auf die Weiterentwicklung des Standes der Sicherheitstechnik und des Sicherheitsmanagement, einschließlich des anlagenbezogenen Gewässerschutzes. Dafür werden national und international auftretende Störfälle erfasst und analysiert, um technische und organisatorische Maßnahmen zu deren künftiger Vermeidung oder zumindest Begrenzung mit Hilfe von Wissenschaft und Forschung zu entwickeln und so den Stand der Sicherheitstechnik fortzuschreiben.

Ein weiterer wichtiger Schwerpunkt in den Forschungsaktivitäten bildet die Weiterentwicklung des Standes der Technik bei der Abfallbehandlung und in der Abwasserwirtschaft. Neben der Minderung des Entstehens klimarelevanter Gase in diesen Bereichen (z. B. Methan) stehen die Reduzierung des Rohstoffeinsatzes insgesamt und die Erhöhung der Rohstoffeffizienz sowie energetisch optimierte Verfahren im Mittelpunkt.

## **Forschungsschwerpunkte**

### *Ressourcenschonung und Kreislaufwirtschaft*

Vor diesem Hintergrund konzentrieren sich unsere diesbezüglichen Forschungsaktivitäten auf Fragen der Ressourcenschonung in ausgewählten Bedürfnisfeldern. Hier ist die Informations- und Kommunikationstechnik ebenso zu nennen wie der Bereich des Bauen und Wohnens. Im zweiten Feld stehen neben Potentialermittlungen zur Größe des nutzbaren „anthropogenen Lagers“ im Gebäude- und Infrastrukturbereich vor allem technische Fragen im Mittelpunkt, beispielsweise zur Optimierung des Rückbaus und Abbruchs von Gebäuden zur Rückgewinnung und Aufbereitung von Baustoffen unter Einbeziehung der Schadstoffentfrachtung. Ziel dieser Untersuchungen sind eine stärkere Wiederverwendung von Bauteilen und eine höhere Verwertung von mineralischen Abfällen durch das Recycling von Baustoffen im Hochbau.

Mit dem Aspekt der Schonung natürlicher Ressourcen ist auch der Kenntnisgewinn über die „ökologischen Rucksäcke“ von relevanten Metallen wie die seltenen Erden verknüpft, die wegen ihres vielfältigen Einsatzes in den verschiedensten Technikbereichen einen immer höheren Verbrauch bei zugleich schwankender Versorgungssicherheit verzeichnen. Die Frage ihrer Wiedergewinnung und Aufbereitung ist daher von großem Interesse. Ebenso wird die Frage nach der dissipativen Verteilung in der Umwelt und mögliche damit verbundene Probleme an Wichtigkeit gewinnen und damit ebenfalls die Frage nach Erfassbarkeit und Rückgewinnung dieser Metalle.

Die Evaluierung neuer Techniken (z. B. der Nanotechnologien) im Hinblick auf ihr Potential zur Schonung natürlicher Ressourcen ist in den vergangenen Jahren Gegenstand von Forschungsvorhaben gewesen. Diese Untersuchungen sollen zukünftig fortgesetzt und um den Aspekt der Entsorgung nanomaterialhaltiger Abfälle erweitert werden.

Zukünftige Forschungsbedarfe ergeben sich in der Ermittlung bislang ungenutzter Ressourcenschonungspotentiale (beispielsweise der mineralischen Abfälle, des Altöls, der Stahlgewinnung oder der neuartigen Baustoffe) und vor allem in der Entwicklung von Instrumenten zur Umsetzung einer nachhaltigen Ressourcenpolitik in den jeweiligen Branchen und Bedürfnisfeldern. Dies muss zur Vermeidung von Zielkonflikten in Koordination und Abstimmung mit anderen, umweltpolitischen Themenfeldern (z. B. dem Klimaschutz) geschehen. Im Speziellen geht es zum Beispiel darum, die ressourcenrelevanten Beiträge und Potentiale der Abfallwirtschaft zu ermitteln und darzustellen (beispielsweise durch Bewirtschaftung von urbanen anthropogenen Lagern) sowie die umweltschutzbezogenen Auswirkungen der Ressourcennutzung bei Produktion und durch Produkte (wie der Photovoltaik) entlang der gesamten Wertschöpfungskette zu ermitteln und zu reduzieren. Zusätzlicher Forschungsbedarf ergibt sich zudem aus dem

vom UBA mitinitiierten und mitformulierten Deutschen Ressourceneffizienzprogramm „ProgRess“ des Bundes.

Schon in den vergangenen Jahren spielte die Erforschung des Beitrags der Abfallwirtschaft zum nationalen und internationalen Klimaschutz eine wichtige Rolle. So wird beispielsweise durch die Ermittlung der Emissionssituation bei der Behandlung von Bioabfällen und dem Emissionsverhalten von Bioabfallvergärungsanlagen die Grundlage für eine weitere Erhöhung des Beitrags der Abfallwirtschaft zum Klimaschutz gelegt. Die Forschungsergebnisse fließen in internationale Gremien ein und sollen darüber hinaus dazu beitragen, deutsche Technik in andere Länder zu exportieren.

#### *Beste verfügbare Techniken in den Branchen und in der kommunalen Abwasserbehandlung*

Im Hinblick auf die Arbeit in internationalen Gremien ist die Kenntnis über den Stand der Technik einzelner Branchen und der Höhe ihrer Emissionen von großer Bedeutung. Zu diesem Zweck wird weiterhin ein Schwerpunkt der Forschung die Bereitstellung einer qualitätsgesicherten Datengrundlage zur Umsetzung internationaler Luftreinhalte- und Klimaschutzvereinbarungen für ausgewählte Industriezweige sein.

Darüber hinaus besteht ein fortgesetzter Forschungsbedarf bei der Formulierung und Weiterentwicklung des Standes der Technik. Gerade vor dem Hintergrund der Überschreitung der Umweltqualitätsstandards bei Feinstaub und Parametern der NEC-Richtlinie wird die Notwendigkeit der Weiterentwicklung besonders deutlich, da nur mit emissionsbegrenzenden und effizienzsteigernden Maßnahmen die Umweltqualitätsstandards des nationalen und internationalen Klima- und Gesundheitsschutzes erreichbar sind (siehe auch in Abschnitt 2.1.4 ab Seite 37 zur Luftreinhaltung). Bei der Weiterentwicklung des Standes der Technik in der Abwasserbehandlung sind die Gewährleistung der Einhaltung der Umweltqualitätsnormen des Gewässerschutzes (siehe auch in Abschnitt 2.1.2 ab Seite 26 zum Gewässerschutz) sowie die Reduzierung des Energie- und Ressourcenbedarf der Abwasserbeseitigung wichtige Anliegen.

#### *Energieeffizienzpotentiale von Industrieanlagen*

Die Erreichung des 40 %-CO<sub>2</sub>-Reduktionszieles der Bundesregierung bis zum Jahr 2020 ist gefährdet. Daher bedarf es weiterer Anstrengungen zur Senkung der CO<sub>2</sub>-Emissionen. Im Bereich der Industrieanlagen gibt es noch erhebliche Energieeffizienzpotentiale, die bisher nicht gehoben werden konnten. Daher besteht Forschungsbedarf vor allem zur Erschließung der Abwärme aus Produktionsprozessen aber auch zur Entwicklung bzw. Weiterentwicklung energieeffizienter Produktionsverfahren.

#### *Anlagensicherheit*

Das kontinuierliche Lernen aus Unfällen und Beinahe-Unfällen (Ereignissen) ist ein wichtiger Baustein eines Sicherheitsmanagements und der Weiterentwicklung des Standes der Sicherheitstechnik. Dies erfordert Methoden für die Ereignisanalyse und –dokumentation sowie Hilfsmittel, die Betreibern und Behörden die Anwendung dieser Verfahren erleichtern.

Mit der „Zentralen Melde- und Auswertestelle für Störfälle und Störungen in verfahrenstechnischen Anlagen“ (ZEMA) erfolgt eine systematische Erfassung und datentechnische Aufarbeitung aller meldepflichtigen Ereignisse in Deutschland durch das UBA. Die ZEMA-Angebote werden an die heutigen Bedürfnisse und Erwartungen der Nutzerinnen und Nutzer dieser Angebote angepasst, um sie noch besser für die für die Weiterentwicklung des Standes der Sicherheitstechnik nutzen zu können.

Die Auswirkungen des Klimawandels (z. B. Hochwasser, Starkregen, Sturm, Schnee) auf Anlagen mit hohem Gefährdungspotential stellen einen Forschungsschwerpunkt im Bereich der Störfallvorsorge dar.

Mindestanforderungen gemäß dem Stand der Sicherheitstechnik werden exemplarisch für einzelne, besonders relevante Anlagenarten konkretisiert (z. B. Biogasanlagen, Galvanikindustrie). In internationalen Kooperationen und Projekten werden Leitlinien und Hilfen erarbeitet, um die internationale Harmonisierung des Standes der Sicherheitstechnik zu befördern. Die Integration der Anlagensicherheit in Konzepte zur nachhaltigen Entwicklung (z. B. inhärente Sicherheit von Produktionsanlagen) wird die Forschung im Bereich der Störfallvorsorge zukünftig prägen.

### *Abwassertechnikforschung*

Der Bereich Abwassertechnikforschung wurde im Jahr 2013 im UBA neu etabliert. Er ist auf dem Versuchsfeld in Marienfelde angesiedelt und ergänzt dort die existierenden Laboreinheiten der Wasserforschung. Mit der Re-Installation dieses Bereiches wurde die bestehende Lücke in der aktiven wissenschaftlichen Bearbeitung des „kleinen Wasserkreislaufes“ geschlossen.

Abwassertechnik umfasst Technologien im Umgang mit verunreinigtem Wasser. Diese Querschnittsaufgabe umfasst verschiedene Wissenschaftsgebiete und lässt sich keinem Forschungsbereich eindeutig zuweisen.

Nachdem früher insbesondere die Entfernung von Stoffen aus dem verunreinigten Wasser im Vordergrund stand, ist es notwendig Abwasser als Ressource zu verstehen und die hier enthaltenen Potentiale zu nutzen. Hierzu sollen entsprechende Forschungsarbeiten durchgeführt werden (Beitrag des Abwassersektors zur Energiewende und zum Ressourcenschutz).

Darüber hinaus werden auch weiterhin neue Forschungsfelder bearbeitet, wie z. B. zu Mikroplastik und Nanomaterialien, deren Vorkommen und Verhalten im Behandlungsprozess sowie deren Wirkungen in verschiedenen Umweltmedien noch unzureichend geklärt sind.

### Interne Forschungsschwerpunkte

Regelmäßig werden Forschungsfragen zur nachhaltigen Produktion, insbesondere der Material- und Energieeffizienz in der Produktion, der Weiterentwicklung des Standes der Sicherheitstechnik sowie der nachhaltigen Rohstoffgewinnung in der Abteilung „Nachhaltige Produktion, Ressourcenschonung und Stoffkreisläufe“ selbst bearbeitet.

Hierbei bestehen Schnittstellen zu den Abteilungen „Klimaschutz und Energie“, „Luft“, und zur Deutschen Emissionshandelsstelle im UBA (DEHSt).

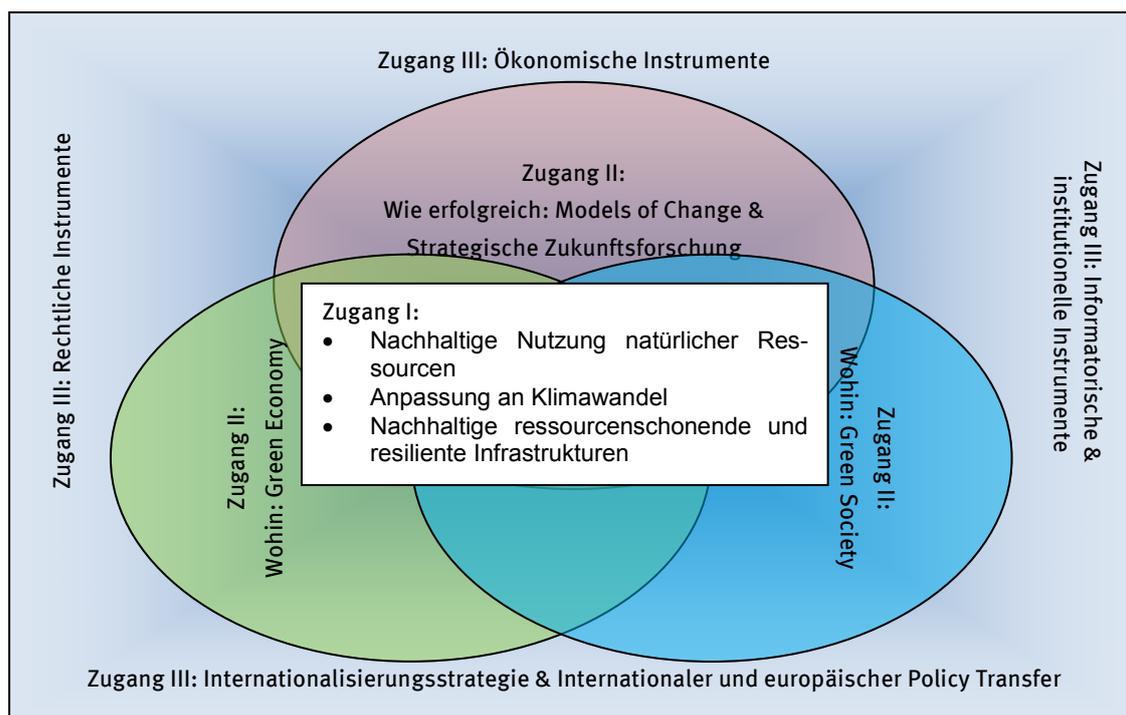
Der Bereich Abwassertechnikforschung wird derzeit neu etabliert. Neben der Erprobung neuer Abwasserbehandlungstechniken sollen in den nächsten Jahren vor allem Forschungsfragen zur Nutzung des Abwassers als Ressource bearbeitet werden – ein Beitrag des Abwassersektors zur effizienten Energienutzung und zur Stoffrückgewinnung. Darüber hinaus werden neue Forschungsfelder – wie z. B. Mikroplastik und Nanomaterialien sowie deren Vorkommen und Verhalten im Behandlungsprozess – bearbeitet. Hierbei bestehen Schnittstellen zu den Abteilungen „Wasser und Boden“ und „Trinwasser- und Badebeckenwasserhygiene“ (siehe auch Exkurs zur Wasserforschung des UBA als Partner in der Water Science Alliance, Seite 19).

## 2.3 Fachbereich Umweltplanung und Nachhaltigkeitsstrategien

### 2.3.1 Nachhaltigkeitsstrategien, Ressourcenschonung und Instrumente

Die Abteilung „Nachhaltigkeitsstrategien, Ressourcenschonung und Instrumente“ verknüpft zentrale Nachhaltigkeitsthemen, die sich durch starke Vernetzungen und systemische Zusammenhänge auszeichnen (Zugang I) mit der Fragestellung, wie die notwendigen Veränderungen dann auch erfolgreich umgesetzt werden können (Zugang II), mit Instrumentenanalysen und dem wissenschaftsbasierten Instrumentendesign (Zugang III).

Die folgende Abbildung 5 zeigt schematisch die Zusammenhänge und Verzahnung der Forschungsschwerpunkte. Die Forschungsfragen wurden in Forschungslandkarten entwickelt, die aufeinander aufbauen und kontinuierlich fortgeschrieben werden und Basis für die Mehrjahresplanung sind. Die Umsetzung erfolgt einerseits über UFOPLAN- und Sachverständigengutachten und andererseits in Eigenforschung.



*Abbildung 5: Zusammenhänge und Verzahnung der Forschungsschwerpunkte der Abteilung „Nachhaltigkeitsstrategien, Ressourcenschonung und Instrumente“*

## Forschungsschwerpunkte

### *Zugang I: Zentrale Themen mit starker Vernetzung und breitem Nachhaltigkeitsbezug*

Kernfragestellungen der drei Forschungsschwerpunkte „Nachhaltige Nutzung natürlicher Ressourcen“, „Anpassung an Klimawandel“ und „Nachhaltige ressourcenschonende und resiliente Infrastrukturen“ sind: die Analyse der stark interdependenten, hoch dynamischen und mit einem breiten Akteursfeld verknüpften Systeme und des interagierenden Umfelds, die Forschung zu den möglichen Gestaltungsoptionen (Politik, Wirtschaft, Gesellschaft) und deren Interdependenzen sowie der Wirkungsanalyse / Evaluation des Instrumentendesigns. Die zentralen Forschungsschwerpunkte mit starker Vernetzung und breitem Nachhaltigkeitsbezug sind:

- Nachhaltige Nutzung natürlicher Ressourcen: Fläche als Ressource in der Umweltpolitik; Entwicklung eines umfassenden Ressourcenschutzrechts (mit Schwerpunkt Untertägige Raumordnung, Umweltschonendes Bergrecht) sowie Vorschläge zur rechtlichen Operationalisierung des Ressourcenschutzes in Umweltprüfungen (UVP/SUP); Ressourcenschonendes und treibhausgasneutrales Deutschland; Handlungsempfehlungen zur Verringerung von Rebound-Effekten am Beispiel Ressourcen;
- Anpassung an Klimawandel: Konzeption eines multikriteriell bewerteten DAS Policy Mix für die Bundesebene, Sicherung dessen Passfähigkeit im Mehrebenensystem sowie Vorschläge zu seiner Umsetzung und Evaluation; Analyse und Bewertung von Risiken und Vulnerabilität durch Klimawandel (und nicht-klimatische Veränderungen) sowie von Anpassungsoptionen / Gegenmaßnahmen;
- Nachhaltige ressourcenschonende und resiliente Infrastrukturen: Analyse und Bewertung von Zielen, Leitbildern, Entwicklungspfaden und Gestaltungsprinzipien für gegenwärtige sowie klimaresiliente, demographiefeste, ressourcenschonende und nachhaltige Infrastrukturen; Vorschläge für technische und soziale Innovationen, Entwicklung von Vorschlägen für einen Policy Mix.

### *Zugang II: Die notwendigen Veränderungen erfolgreich umsetzen*

Es reicht für eine erfolgreiche Nachhaltigkeitsstrategie nicht aus, ausschließlich zu dem "Was soll sich verändern" bzw. „Wohin die Entwicklung gehen soll“ zu forschen. Gerade in einer Zeit des Umbruchs stellt sich außerdem verstärkt die Forschungsfrage: Was sind die zentralen Erfolgsfaktoren für gesellschaftliche Veränderungen? Wie lassen sich ökologische, ökonomische und soziale Ziele erfolgreich miteinander verknüpfen? Gesellschaftliche Umbrüche sind oft so komplex, dass einfache Vorstellungen zu den Zusammenhängen zwischen Ursache und Wirkung versagen. Viele Beteiligte wirken mit, Veränderungsprozesse lassen sich nur schwer überblicken und die zeitlichen Muster von Veränderungsprozessen sind hoch komplex. Deshalb verpuffen gute Forschungsergebnisse in der Praxis und greifen die darauf aufbauenden Veränderungsversuche zu kurz. So verfehlen die Verantwortlichen aus Politik, Unternehmen oder

anderen gesellschaftlichen Bewegungen den erwünschten Erfolg und die Akteure aus Wissenschaft und Forschung haben auf deren Probleme zu wenig Antworten.

An den Fragen „Was soll sich verändern“ bzw. „Wohin soll die Entwicklung gehen“ und „Was sind die zentralen Erfolgsfaktoren für gesellschaftliche Veränderungen“ setzen die Forschungsschwerpunkte „Erfolgsfaktoren für gesellschaftliche Veränderungsprozesse & Strategische Zukunftsforschung“, „Wirtschaftlicher Wandel in Richtung Nachhaltigkeit & Green Economy“ und „Gesellschaftlicher Wandel in Richtung Nachhaltigkeit“ an; sie verbinden dabei Forschungsfragen nach den zentralen Herausforderungen mit Forschungsfragen zu den zentralen Erfolgsbedingungen. Wichtige Forschungsfragen sind:

- Erfolgsfaktoren für gesellschaftliche Veränderungsprozesse & Strategische Zukunftsforschung: Models of Change Forschung / Analyse von Erfolgs- und Misserfolgskriterien für gesellschaftliche Veränderungsprozesse und den Wandel von Strukturen und Prozessen; Diskursanalyse und Politikempfehlungen zum Spannungsfeld von Effizienz, Suffizienz, Konsistenz und Resilienz; Analyse der Potentiale der Citizen Science; Systemische und Szenarienanalyse zur Bewertung und Weiterentwicklung von Umweltpolitiken; Horizon Scanning;
- Wirtschaftlicher Wandel in Richtung Nachhaltigkeit & Green Economy: Förderung grüner Zukunftsmärkte und von Umweltinnovationen; Finanzierung der grünen Transformation; Vorschläge zur umweltschutzbezogenen Qualifizierung und zur Verknüpfung von Umweltschutz und Beschäftigung; Politiken zur ökonomisch sinnvollen Gestaltung der Energiewende und eines effektiven Klimaschutzes;
- Gesellschaftlicher Wandel in Richtung Nachhaltigkeit: Bürgerbeteiligung: Passgenaue Beteiligungsverfahren, bessere Planungs- und Beteiligungskultur sowie besseres Verfahrensrecht zur Aktivierung der Zivilgesellschaft zur Unterstützung der Umweltpolitik; soziale Flankierung der Energiewende und einer forcierten Ressourcenschonungspolitik.

### *Zugang III: Ökonomische, rechtliche, informatorische und institutionelle Instrumente sowie zielgruppenorientierte Umweltinformationen im Mehrebenensystem*

Die Forschungsschwerpunkte „Ökonomische Instrumente / Anreizsysteme“, „Bessere (Umwelt-)Rechtsetzung inklusive Fach-, Planungs-, Verfahrens-, Umweltprüfungsrecht“, „Informatorische und institutionelle Instrumente sowie zielgruppenorientierte Umweltinformationen“ und „Umsetzung Internationalisierungsstrategie und Transfer erfolgreicher Ansätze deutscher Umweltpolitik in andere Staaten“ beschäftigen sich mit der Analyse, Entwicklung, Verbreitung und Evaluation von Instrumenten und Policy Mixes in konkreten Politikfeldern und deren Wechselwirkungen zwischeneinander und auf den unterschiedlichsten Politikebenen. Wichtige Forschungsfragen sind:

- Ökonomische Instrumente / Anreizsysteme: Abbau umweltschädlicher Subventionen; Weiterentwicklung der EU-Strukturfondsförderung; Weiterentwicklung der Methodenkonvention zur Schätzung von Umweltkosten;

- Bessere (Umwelt-)Rechtsetzung inkl. Fach-, Planungs-, Verfahrens-, Umweltprüfungsrecht: Stärkung von Umwelt- und Ressourcenschutzbelangen im internationalen, europäischen und nationalen (Umwelt-)Recht; Verbesserung des Verfahrensrechts und des Rechtsschutzes für den Umweltschutz;
- Informatorische und institutionelle Instrumente sowie zielgruppenorientierte Umweltinformationen: Konzeptionierung Kernindikatorensystem (als politische Steuerungsgröße) und Umweltbarometer 2.0 (als öffentlichkeitswirksames Instrument der Berichterstattung); Indikatoren zur Prüfung der Entwicklung und Zielerreichung; Open Data Plattform im Bereich Ressourcenschutz; Vernetzung von Umwelt- und Geoinformationssystemen;
- Umsetzung Internationalisierungsstrategie & Transfer erfolgreicher Ansätze deutscher Umweltpolitik in andere Staaten: Gestaltung von Sustainable Development Goals und der Post 2015 Development Agenda; Weiterentwicklung der Alpenkonvention; Policy Transfer (mit dem Schwerpunkten EU, Mittel- und Osteuropa, Kaukasus, Zentralasien, MENA-Region, ausgewählte Schwellen- und Entwicklungsländer).

### Interne Forschungsschwerpunkte

Die interne Forschung wird entlang der eben dargestellten Forschungsschwerpunkte strukturiert vorgestellt. Wichtige intern bearbeitete Forschungsfragen sind:

- Nachhaltige Nutzung natürlicher Ressourcen: Entwicklung eines umfassenden Ressourcenschutzrechts; Ressourcenschonendes und treibhausgasneutrales Deutschland;
- Anpassung an Klimawandel: Konzeption eines multikriteriell bewerteten DAS Policy Mix für die Bundesebene, Sicherung dessen Passfähigkeit im Mehrebenensystem sowie Vorschläge zu seiner Umsetzung und Evaluation; Analyse und Bewertung von Risiken und Vulnerabilität durch Klimawandel (und nicht-klimatische Veränderungen);
- Nachhaltige ressourcenschonende und resiliente Infrastrukturen: Analyse und Bewertung von Zielen, Leitbildern, Gestaltungsprinzipien und Entwicklungspfade für gegenwärtige sowie klimaresiliente, demographiefeste, ressourcenschonende und nachhaltige Infrastrukturen; Entwicklung von Vorschlägen für einen Policy Mix;
- Erfolgsfaktoren für gesellschaftliche Veränderungsprozesse & Strategische Zukunftsforschung: Models of Change Forschung / Analyse von Erfolgs- und Misserfolgsfaktoren für gesellschaftliche Veränderungsprozesse und den Wandel von Strukturen und Prozessen; Systemische und Szenarienanalyse zur Bewertung und Weiterentwicklung von Umweltpolitiken;
- Wirtschaftlicher Wandel in Richtung Nachhaltigkeit und Green Economy: Politiken zur ökonomisch sinnvollen Gestaltung der Energiewende und eines effektiven Klimaschutzes;

- Gesellschaftlicher Wandel in Richtung Nachhaltigkeit: Bessere Planungs- und Beteiligungskultur sowie besseres Verfahrensrecht zur Aktivierung der Zivilgesellschaft zur Unterstützung der Umweltpolitik; Soziale Flankierung der Energiewende und einer forcierten Ressourcenschonungspolitik;
- Ökonomische Instrumente / Anreizsysteme: Abbau umweltschädlicher Subventionen; Weiterentwicklung der Methodenkonvention zur Schätzung von Umweltkosten;
- Bessere (Umwelt-)Rechtsetzung inkl. Fach-, Planungs-, Verfahrens-, Umweltprüfungsrecht: Stärkung von Umwelt- und Ressourcenschutzbelangen im internationalen, europäischen und nationalen (Umwelt-)Recht;
- Informatorische und institutionelle Instrumente sowie zielgruppenorientierte Umweltinformationen: Konzeptionierung Kernindikatorensystem und Umweltbarometer 2.0; Indikatoren zur Prüfung der Entwicklung und Zielerreichung; Vernetzung von Umwelt- und Geoinformationen im nationalen und europäischen Umfeld.

### 2.3.2 Klimaschutz und Energie

Der Klimawandel ist die zentrale Herausforderung unserer Gesellschaft in Gegenwart und Zukunft. Sowohl auf nationaler als auch auf europäischer und globaler Ebene sind große Anstrengungen nötig, wenn Klimaschutz ernstgenommen wird. Die Energiewende ist ein wichtiger Beitrag dazu und wird mit großer Aufmerksamkeit weit über die Grenzen Deutschlands hinaus verfolgt. Mit ihr sollen vorrangig und zugleich die energie- und klimapolitischen Ziele der Bundesregierung (Versorgungssicherheit, Bezahlbarkeit, Klima- und Umweltverträglichkeit) erreicht werden.

Der Klimaschutz ist nur dann zu meistern, wenn die weltweite Energieversorgung langfristig auf erneuerbare Energien ausgerichtet und gleichzeitig eine bessere Energieeffizienz erreicht wird. Diese Transformation erfordert die Berücksichtigung politischer, ökonomischer, sozialer, ethischer und ökologischer Belange.

In diesem Kontext entwickeln wir nationale Klimaschutzkonzepte und Klimaschutzszenarien, insbesondere für die Sektoren Verkehr, Industrie, Landwirtschaft und Abfall. Der Klimaschutz ist dabei stets das alle Sektoren übergreifende Ziel. Die Forschung richtet sich auf die Entwicklung von Strategien und Szenarien sowie die Entwicklung von Maßnahmen und Instrumenten für ein nachhaltiges Energieversorgungssystem, das auf erneuerbaren Energien und der effizienten Erzeugung und Nutzung von Strom und Wärme beruht. Dabei erscheint es sinnvoll, die bisherigen Sektoren in einem zukünftigen System stärker miteinander zu verknüpfen, so dass systematische Synergieeffekte genutzt werden. Wir beobachten, analysieren und bewerten klima- und energiepolitische Debatten und Verhandlungen auf globaler Ebene. Darauf aufbauend erarbeiten wir Vorschläge zur Weiterentwicklung des weltweiten Klimaschutzes. Wir forschen zu Instrumenten für die Verbesserung der Energieeffizienz bei Energieerzeugung, -transport und -nutzung sowie für die Förderung der erneuerbaren Energien in Deutschland und Europa. Schließlich bauen wir den Kenntnisstand in ausgewählten Themen der Klima(system)forschung sowie in angrenzenden Forschungsfeldern aus.

Mitarbeitende der Abteilung „Klimaschutz und Energie“ sind in nationalen und internationalen Gremien, in Arbeits- und Expertengruppen – u. a. der Europäischen Union – tätig. Unsere Forschungsaktivitäten fokussieren sich auf die nachfolgend aufgeführten Bereiche.

#### Forschungsschwerpunkte

##### *Klimasystem und internationale Klimapolitik*

Die wissenschaftlichen Grundlagen zum gegenwärtigen Zustand und möglichen künftigen Änderungen des Klimas, sowie deren Folgen und Auswirkungen auf die natürliche und anthropogene Umwelt sind zu bewerten und zu begutachten. Die Bundesregierung wird wissenschaftlich und konzeptionell zum Verhandlungsprozess unter der UN-Klimarahmenkonvention (UNFCCC) und in der EU zur Weiterentwicklung der internationalen Vertragswerke zum Klimaschutz unterstützt.

Globale Entwicklungen von Treibhausgasemissionsszenarien und der Handlungsbedarf zur Treibhausgasminderung und Maßnahmen des weltweiten Klimaschutzes werden bewertet, aufbereitet und weiterentwickelt. Wirkung von Verfahren und Konzepten mit „negativen Emissionen“ im Kontext globaler Emissionsminderungsszenarien einschließlich Geoengineering und Schlussfolgerungen zum Status und Perspektiven zur Einhaltung der Zwei-Grad-Obergrenze werden analysiert und bewertet.

Die Bundesregierung wird wissenschaftlich und technisch zu Fragen der internationalen Landnutzung und Landnutzungsänderung im Verhandlungsprozess für das neue Abkommen zum Klimaschutz und Rückwirkungen auf den weltweiten Klimawandel und -schutz (LULUCF) beraten.

### *Klimaschutz bei der Energieerzeugung, -versorgung und -nutzung im Kontext der Energiewende*

Bei der Bereitstellung und Nutzung von Energie wird der größte Anteil der Treibhausgasemissionen verursacht. Die Einhaltung langfristiger Klimaschutzziele erfordert daher eine erhebliche Umstrukturierung des Energiesystems, mit dem bereits begonnen wurde. Wir werden für diesen Umbau unter Berücksichtigung der Umweltaspekte und der Versorgungssicherheit die erforderlichen Maßnahmen und Strategien entwickeln. Ein zentraler Untersuchungsgegenstand ist der Transformationsweg hin zu einem nahezu treibhausgasneutralen Deutschland. Im Zusammenhang mit der Stromerzeugung werden wir u. a. Fragen zur Marktintegration erneuerbarer Energien, zur Systemstabilität und zur Aktivierung von Flexibilitätspotentialen bei der Stromnachfrage bearbeiten. Wir erörtern außerdem Anforderungen an den konventionellen Kraftwerkspark einschließlich der Rolle der KWK und ihrer Flexibilisierung. Große Bedeutung gewinnen zunehmend Fragen von Netzausbau und -optimierung sowie von Speichertechnologien und Lastmanagement. Deshalb werden wir u. a. untersuchen, wie sich der Ausbau von erneuerbaren Energien räumlich differenziert auf den notwendigen Netzausbaubedarf auswirkt und welcher Speicherbedarf mittel- und langfristig für eine unabhängige Stromversorgung besteht. Über die nationale Ebene hinaus sind diese Belange auch aus europäischer und internationaler Perspektive zu behandeln.

Neben der generellen Umgestaltung der Energieversorgung in den Bereichen Strom, Wärme und Verkehr und ihrer verstärkten Kopplung ist auch die Versorgung von Quartieren oder Industriebranchen mit den jeweils besonderen Anforderungen eine wichtige Fragestellung unserer Forschungsarbeit.

Kommunen und Regionen leisten einen wesentlichen Beitrag, um die Klimaschutzziele zu erreichen – dazu gehören neben dem Ausbau erneuerbarer Energien ebenso die Steigerung der Energieeffizienz sowie die Einbeziehung von Verkehr, Stadtentwicklung etc. in die regionalen Konzepte. Wir unterstützen dies durch Forschung zur Klimaschutzpolitik in Kommunen.

Auf der Seite der Endkunden des Stroms arbeitet das UBA an der Verbesserung der Informationen für die Verbraucher und der Transparenz der Kennzeichnung der Stromlieferung. Dazu betreiben wir das Herkunftsnachweisregister und entwickeln dieses aus den gesammelten Vollzugserfahrungen und Eigenforschung heraus fort.

Ein weiterer wesentlicher Aspekt unserer Arbeiten ist das Monitoring und die Kommunikation der Energiewende. Nur wenn über ein geeignetes Indikatorsystem die Erreichung der Energie- und Klimaschutzziele regelmäßig geprüft wird, können notwendige Erkenntnisse gewonnen und Grundlagen für ein politisches Nachsteuern werden. Wir erarbeiten für das Monitoring eine geeignete Indikatorik, die möglichst repräsentativ für die Fragestellungen und mit validen Daten regelmäßig unterlegbar ist.

Über die Fragen der Energiewende hinausgehend erforschen wir auch die Umweltwirkung der konventionellen Energieversorgung wie Carbon Capture and Storage (CCS) oder der Gewinnung unkonventioneller Erdgasvorkommen (Fracking) und ihre mögliche Rolle bei der Transformation des Energieversorgungsystems.

### *Sektorübergreifender Klimaschutz*

Klimaschutz ist nicht nur die wesentliche Motivation für die Energiewende. Die übergreifende Betrachtung aller relevanten Sektoren (siehe bspw. Abschnitte 2.2.1, 2.2.2, 2.3.1, 2.3.3, 2.5.1 und 2.5.2), sowohl auf kommunaler Ebene, aber auch national und im europäischen Verbund, ist ebenso wichtig auf dem Weg zu einer weitgehend treibhausgasneutralen Gesellschaft. Mit dem Projekt *Treibhausgasneutrales Deutschland 2050* wurde ein wichtiger Grundstein für die weitere Diskussion und Forschung gelegt. Mit Folgeprojekten sollen mögliche Pfade zum ressourcenschonenden Erreichen dieses Ziels untersucht werden.

### *Instrumente und Maßnahmen für den umweltverträglichen Ausbau der erneuerbaren Energien einschließlich der Umwelteffekte*

Strom, Wärme und Kraftstoffe werden in einem nachhaltigen Energieversorgungssystem zu einem überwiegenden Teil oder sogar vollständig aus erneuerbaren Energien gedeckt. Die hierfür erforderlichen Anlagen und Verfahren sind nicht frei von Umweltwirkungen. Neben der Markt- und Systemintegration untersuchen wir die Umweltwirkungen von Anlagen zur Nutzung erneuerbarer Energien sowie anderer für die Energiewende erforderlichen technischen Einrichtungen (z. B. Stromnetze und Speicher) auf dem gesamten Lebensweg. Wir entwickeln die fachlichen Grundlagen für Instrumente und Maßnahmen, die einen aus Umwelt- und Kostensicht verträglichen Ausbau ermöglichen. Hierbei spielt sowohl die finanzielle Förderung eines wirtschaftlichen Betriebes als auch die Gestaltung der erforderlichen Rahmenbedingungen (z. B. Planung, Bürgerbeteiligung, Akzeptanz) eine wichtige Rolle.

### *Energieeffizienz im Endverbrauch und der Wandlung*

Neben der Umstrukturierung der Energieversorgung hin zu einem auf erneuerbaren Energien basierenden System ist die Hebung von Energieeinsparpotentialen ein zentraler Baustein.

Bis 2050 soll der Gebäudebestand (nahezu) klimaneutral werden. Im Gegensatz zu Wohngebäuden sind Nicht-Wohngebäude wegen der vielfältigen Nutzungsmöglichkeiten schlechter erforscht; zudem spielt das Kühlhalten im Sommer eine größere Rolle

als bei Wohngebäuden. Entsprechende klimaneutrale Konzepte für einzelne Gebäude, für Quartiere (inkl. Abwärmenutzung) sind zu untersuchen.

Bei der energetischen Betrachtung von Gebäuden ist nicht nur der Energiebedarf während der Nutzungsphase, sondern auch der mit dem ggf. erhöhten baulichen und anlagentechnischen Aufwand und dem Abriss verbundene Energiebedarf (graue Energie, kumulierter Energieaufwand) während des Lebenszyklus der Gebäude von Bedeutung. Betrachtet werden sollen vor allem innovative Gebäude (z. B. Passivhäuser, Plusenergiehäuser) aber auch energetisch (aufwendig) sanierte Gebäude. Zu beantworten ist beispielsweise die Frage, bis zu welcher Grenze ein hoher technischer Aufwand bei Heiztechnik und Anlagentechnik zur Verringerung des Energiebedarfs während der Nutzungsphase unter Berücksichtigung des kumulierten Energieaufwands akzeptabel ist.

Das Energieeffizienz-Benchmarking in der Industrie ermöglicht die Ermittlung von Energieeffizienzdefiziten und -fortschritten sowie von Energieeinsparpotentialen. Eine der wesentlichen Herausforderungen zur Ermittlung von Energieeffizienz-Benchmarkingdaten für den Industrie- und Gewerbebereich stellt die arbeitsintensive Datenerhebung dar. Es ist daher erforderlich, in weiteren Arbeiten die Nutzbarmachung vorhandener und aus energiepolitischen Instrumenten resultierende Daten, die für ein Energieeffizienz-Benchmarking geeignet sind, zu konzipieren und vorzubereiten.

#### *Energie- und Emissionsdaten und -statistik*

Um die diversen Klimaschutz- und Energieziele erfolgreich realisieren zu können, benötigt die Politik eine Übersicht, wieviel des Wegs schon gegangen wurde und welche Instrumente erfolgreich sind. Zu diesem Zweck werden bei der Verabschiedung von Gesetzen häufig Berichtspflichten vereinbart, die eine solche Überprüfung zulassen. Die Erfassung, Validierung und Berechnung von Energie- und Emissionsdaten ist damit eine wesentliche Grundlage für politisches Nachsteuern. Die Bereitstellung von aktuellen und geeigneten Kenndaten, Indikatoren und Karten für die Erfüllung von Berichtspflichten, für die Politikberatung und zur Information der Öffentlichkeit sind daher ein wesentlicher Bestandteil unserer Arbeit. Um dies wissenschaftlich auf hohem Niveau zu leisten, ist eine flankierende Forschung vor allem im Hinblick auf die Methodik nötig.

#### Interne Forschungsschwerpunkte

Im Rahmen der im UBA verfügbaren Fachkompetenzen werden eine Reihe von Forschungsthemen intern bearbeitet. Dies betrifft vor allem wissenschaftliche Fragestellungen in den jeweiligen Aufgabengebieten für die Erarbeitung von grundlegenden Positionen bzw. Darlegung von Sachverhalten. Diese werden beispielsweise als wissenschaftliche Veröffentlichungen zur Positionierung des UBA in fachlichen Diskussion genutzt, in die Arbeit in nationalen und internationalen Fachgremien eingebracht, oder als Vorbereitung für die Gesetzgebung der Bundesregierung genutzt. Dabei arbeiten wir innerhalb des Hauses fachübergreifend mit den relevanten Fachgebieten zusammen.

Vor dem Hintergrund der Einhaltung der 2-Grad-Obergrenze berücksichtigt der 5. Sachstandsbericht des IPCC (Arbeitsgruppe 3, *Mitigation*) eine Reihe von Niedrigemissions-szenarien, die insbesondere ab Jahrhundertmitte sogenannte *negative Emissionen* enthalten. Daran geknüpft ist vornehmlich die Nutzung der CCS-Technologie (unterirdische Speicherung von Kohlendioxid), gekoppelt an die Bioenergienutzung (*bioenergy with CCS, BECCS*). Wir analysieren und bewerten diese technische Option, da bislang kaum Analysen und Bewertungen hinsichtlich ihrer ökologischen Belastbarkeit, Risiken und Wirksamkeit vorliegen.

Schwerpunkt dieser Untersuchungen werden vor allem die Risiken sein und die Frage, ob die Annahme negativer Emissionen realistisch und umsetzbar ist. Die Ergebnisse sind von der globalen Ebene auf den europäischen Geltungsbereich zu bewerten. Niedrigemissionsszenarien, ausgehend von der nationalen Betrachtung einer treibhausgasneutralen Zukunft mit wirksamen Minderungsstrategien, basierend auf der Umstellung auf erneuerbare Energien und Effizienzstrategien, werden vertieft.

Im Rahmen der Energiewende intensiviert sich die Diskussion um die Kopplung der Sektoren Strom, Wärme und Verkehr. In diesem Zusammenhang untersuchen wir Optionen zur Nutzung von Power to Gas (PtG), Power to Liquid (PtL) und Power to Heat (PtH) als Flexibilitäten im nachhaltigen Energieversorgungssystem mit einem großen Anteil von fluktuierenden Energieträgern (Wind, Solarstrahlung).

Diese Fragen sind auch von besonderer Bedeutung für eine nachhaltige Energieversorgung der Industrie, sogenannte Branchenkonzepte einerseits und verfügbare Flexibilitäten durch verschiebbare Lasten andererseits sind bislang nur ansatzweise untersucht. Hierfür nutzen wir den im UBA verfügbaren Sachverstand um grundlegende Gesichtspunkte auch für spätere Forschungsprojekte zu erarbeiten.

Im Gegensatz dazu ist im Bereich der privaten Energienutzung in den letzten Jahren bereits viel geschehen und wir setzen die Untersuchungen für eine effiziente Wärmeversorgung im Gebäudebereich sowie die Arbeiten für effiziente Geräte fort.

Bei der strategischen Entwicklung und der Förderung der erneuerbaren Energien werden die bisherigen Untersuchungen zu Umwelteffekten der erneuerbaren Energien, zu ihren Potentialen sowie zur Wirkungsweise und –intensität von Förderinstrumenten in Deutschland und Europa auch zukünftig wichtige Themen sein. Als neues Thema kommt die Gestaltung von Ausschreibungsmodellen hinsichtlich ihrer Effektivität und Effizienz anhand realisierter Beispiele und für die zukünftige Ausgestaltung als Grundlage für das EEG 2014 hinzu. Unsere Untersuchungen zur Bewertung von Ökostrom hinsichtlich der Umwelteffekte und der energiewirtschaftlichen Bedeutung wird weiterhin einen Schwerpunkt darstellen.

Über den operationalen Betrieb des Herkunftsnachweisregisters hinaus ist dessen fortlaufende Weiterentwicklung, vor allem hinsichtlich rechtlicher Grundlagen, des Datenschutzes und der IT-Sicherheit, und hinsichtlich der Vorgaben der Stromkennzeichnung und ökologischer Qualitäten auf dem Herkunftsnachweis zur Nutzung durch Gutachter von großer Bedeutung. Wir arbeiten zudem daran, das Instrument der Herkunftsnachweise für Anlagenbetreiber und sämtliche Nutzer attraktiver zu gestalten

und in die Instrumente zur Förderung erneuerbarer Energien einzupassen. Im Kontext der Strommarktintegration integrieren wir gemeinsam mit unseren europäischen Partnern in der EU, des Europäischen Wirtschaftsraums und der Schweiz das deutsche Herkunftsnachweisregister in den europäischen Strommarkt.

### 2.3.3 Verkehr, Lärm und räumliche Entwicklung

Die Forschungsschwerpunkte im Bereich Umwelt und Verkehr resultieren aus der Zielsetzung, eine Mobilität zu entwickeln, die den Belangen des Umwelt-, Klima- und Gesundheitsschutzes entspricht. Ziel unserer Forschung ist zu identifizieren, welche Mobilität notwendig ist und welche Auswirkungen diese auf das Klima, die Umwelt und ihre Ressourcen sowie auf die Gesundheit der Menschen hat. Hierauf aufbauend leiten wir Maßnahmen ab, wie die umwelt- und gesundheitsschädigenden Wirkungen des Verkehrs weiter verringert und eine den Klimaschutzziele entsprechende Treibhausgasreduzierung erbracht werden können. Dabei soll die Anbindung der Verkehrsgestaltung an die übergeordneten Ziele der Bundesregierung wie Klimaschutz (siehe Abschnitt 2.3.2), Reduzierung der Flächeninanspruchnahme (siehe S. 67f) und Erhalt der Biodiversität (siehe ab S. 39ff), Minderung der Lärm- und Luftschadstoffbelastung und damit allgemein eine Verbesserung der Lebensqualität gewährleistet werden. Daher stehen strategische Konzepte auf allen politischen Ebenen im Vordergrund der Forschung zum Thema Umwelt und Verkehr.

Des Weiteren ist ein wesentliches Ziel der Forschung die Evaluierung bisheriger Strategien sowie die umweltseitige Bewertung neuer Technologien sowie alternativer und innovativer Mobilitätsansätze im Verkehrssektor, nicht zuletzt in mittel- und langfristiger Perspektive. Darüber hinaus erarbeiten wir Konzepte zur Integration der Auswirkungen des Verkehrs in alle relevanten Strategien zum Klimaschutz, zur Luftreinhaltung und zum Lärmschutz.

Unsere Erkenntnisse bringen wir durch die Mitarbeit in zahlreichen nationalen und internationalen Gremien ein und tragen so vielfach zur Festlegung und Einhaltung anspruchsvoller Grenzwerte und Umweltstandards bei. Neben diesen Fachgremien vermitteln wir unsere Forschungsergebnisse an Bürgerinnen und Bürger sowie Unternehmen und Verbände mit dem Ziel, die Akzeptanz für umweltfreundliche Mobilität zu fördern und deren Umsetzung zu unterstützen.

Forschungsbedarf hinsichtlich der Lärm- und Schadstoffemissionen ergibt sich auch aufgrund der zunehmenden Verbreitung von Klimaanlagen und anderen stationären Anlagen in Wohngebieten.

Im Themenschwerpunkt „Räumliche Entwicklung“ ist die Forschung zu den Themenfeldern Nachhaltige Raumentwicklung und Umweltprüfungen, insbesondere auch Reduzierung der Flächeninanspruchnahme, sowie nachhaltige Landwirtschaft gebündelt.

Wir bringen das Agenda Setting in diesen Bereichen voran und ermitteln und nutzen Schnittstellen zu den Schwerpunkten Lärm und Verkehr aber auch zu vielen anderen Forschungsthemen im Haus, u. a. zu Nachhaltigkeitsstrategien, Ressourcenschonung und umweltschonender Nutzung des Untergrunds, raumbezogenen Indikatoren, nachhaltigem Bauen, lebenswerten Innenstädten, Bodenschutz und biologischer Vielfalt. Wir bearbeiten aus der Sicht des Umweltschutzes weiterhin Grundsatzfragen zu Instrumenten der nachhaltigen raumbezogenen Planung an Land und auf See, zu raumwirksamen Investitionen und Förderinstrumenten der öffentlichen Hand sowie zu Um-

weltprüfungen und zur Beteiligung und Teilhabe von Bürgern an der Entwicklung und Nutzung des Raums.

## **Forschungsschwerpunkte**

### *Nachhaltige, Klima und Ressourcen schonende Mobilität*

Die von uns initiierten Forschungsaktivitäten beziehen sich auf alle Verkehrsarten. Bei den vergleichsweise umweltfreundlichen Verkehrsarten steht die Erarbeitung wissenschaftlicher Konzepte im Vordergrund, die eine Verlagerung auf diese Verkehrsträger unterstützen, bzw. wie durch welche Klimaschutzinstrumente die Emissionen verringert werden können. Ein Schwerpunktbereich bildet deswegen auch die Erarbeitung von marktwirtschaftlichen Klimaschutzinstrumenten. Bei den Verkehrsträgern, die die Umwelt stark belasten, wollen wir mit unseren Forschungsergebnissen Wege aufzeigen, wie der Umfang dieser Verkehre reduziert werden kann oder zumindest die entstehenden Belastungen durch höhere Effizienz oder den Einsatz alternativer Lösungen weiter verringert werden können. Ferner gilt es, geeignete Maßnahmen zur Verknüpfung verschiedener Verkehrsträger und -mittel zu identifizieren und zu bewerten. Entwickelte Strategien und Maßnahmen sollen dabei auch Fragen der Kosten und Umsetzbarkeit adressieren.

Die derzeitigen Forschungsschwerpunkte konzentrieren sich auf Themen wie nachhaltige Mobilität, regionale und überregionale Fragen der Verkehrsplanung und den Einfluss des Verkehrs auf Lebensqualität und Klimaschutz bzw. die treibhausgasneutrale Energieversorgung des Verkehrs. Dabei sind sich abzeichnende übergeordnete Entwicklungen, wie die Globalisierung der Wirtschaft, der demographische Wandel oder die rückläufige finanzielle Leistungsfähigkeit der öffentlichen Hand zu berücksichtigen.

Innerhalb der grundsätzlichen Forschungsaktivitäten im Bereich Verkehr werden Umsetzungsstrategien für eine nachhaltige Mobilität als Grundlage für die Verkehrsplanung des Bundes und Strategien zur Vermittlung der ökonomischen Vorteile des Fuß- und Radverkehrs für Kommunalpolitiker entwickelt. In direkter Beziehung dazu stehen auch Fragen der Verkehrsverlagerung des motorisierten Individualverkehrs auf umweltschonende effiziente Verkehrsträger. Im Bereich der Verkehrsplanung werden Grundkonzeptionen für einen nachhaltigen Bundesverkehrswegeplan und ressourceneffiziente Straßennetzgestaltung vor dem Hintergrund des demografischen Wandels erarbeitet. Parallel zu diesen grundsätzlichen Aktivitäten werden Fragen der Lebensqualität und des Klimaschutzes im Stadtverkehr und der CO<sub>2</sub>-Minderung im Güterverkehr bearbeitet. Dabei wird das Ziel verfolgt, die Klimagasemissionen drastisch zu senken und die Emissionen verschiedener Verkehrsträger zu vergleichen. Im Bereich des Güterverkehrs werden Maßnahmen und Instrumente zur Förderung eines umwelt- und gesundheitsverträglichen Güterverkehrs und der Logistik unter Berücksichtigung der Auswirkungen der Globalisierung entwickelt. In diesem Kontext werden Hemmnisse für die Verkehrsverlagerung auf umweltverträgliche Verkehrsträger wie Schiene und Binnenschiff bzw. Kurzstreckenseeverkehr untersucht.

### *Emissionsminderung von Schadstoffen im Verkehr*

Die technischen Maßnahmen zur Schadstoff- und Klimagasemissionsminderung werden aktuell im Fokus einer stark zunehmenden Harmonisierung von Standards, der sich weiter entwickelnden Vielfalt von Antriebskonzepten, einer Einführung von weiteren Kraftstoffarten und der Ausdehnung von Standards auf bisher nicht regulierte Bereiche durchgeführt. Diese Entwicklung erfolgt in den Bereichen Flugverkehr, Seeverkehr, Straßenverkehr, Schienenverkehr, Flussschifffahrt und off-road Fahrzeuge.

Im Bereich des Straßenverkehrs hat in den letzten Jahren insbesondere die Überwachung in Verkehr befindlicher Fahrzeuge (Pkw) hinsichtlich der Schadstoff- und Klimagasemissionen weiter an Bedeutung gewonnen. Um zukünftig eine bessere Überwachung zu erreichen werden die derzeitigen Regelungskonzepte überprüft und weiter entwickelt. Zukünftig wird es jedoch insbesondere darauf ankommen, die unabhängigen Untersuchungen auch in der notwendigen Breite in der Fahrzeugflotte durchzuführen.

Ein zukünftig immer wichtiger werdender Bereich ist die Frage der Energieversorgung des Verkehrs mit dem Ziel der weitgehenden Verminderung der Klimagasemissionen. Mittel- und langfristig ist es notwendig, die Mobilität mit einem sparsamen Umgang mit Ressourcen und Energie sowie einer möglichst umweltschonenden Energiebereitstellung zu gewährleisten. In diesem Sinne werden in den kommenden Jahren Gesamtkonzepte zur Begrenzung des Energieverbrauchs und der CO<sub>2</sub> Emissionen einschließlich technischer Maßnahmen an den Straßenfahrzeugen, Seeschiffen und Flugzeugen erarbeitet. Dabei wird dem Energieverbrauch zur Bereitstellung der Energieträger besondere Aufmerksamkeit geschenkt. Weiterhin ist zu untersuchen, wie ein schrittweiser Übergang von fossilen zu erneuerbaren Energieträgern im Sektor Verkehr nachhaltig gestaltet werden kann. Potentiale und Schwachstellen möglicher Einsatzgebiete von erneuerbaren Energieträgern sind hierbei zu berücksichtigen.

Zur Minderung der Schadstoffemissionen aus Straßenfahrzeugen, Seeschiffen und Flugzeugen wird neben der Weiterentwicklung von Konzepten zur Schadstoffgesetzgebung, die Erarbeitung von Konzepten zur Überwachung der Einhaltung der Grenzwerte als kommender Schwerpunkt gesehen. Durch die Zunahme der Vielfältigkeit der Energieträger im Verkehr ist zukünftig der Frage der bisher nicht limitierten Schadstoffemissionen und der Vielfältigkeit der Antriebskonzepte in verstärktem Maße nachzugehen. Dies betrifft insbesondere den Bereich elektrisch betriebener Straßenfahrzeuge und ihrer Emissionen aus der Vorkette der Energiebereitstellung. Darüber hinaus ist ein Gesamtkonzept zur energetischen Absicherung des Sektors Verkehr zu entwickeln, in dem die Gesichtspunkte Verfügbarkeit und Erhaltung der Mobilität zu berücksichtigen sind. Dabei ist der Punkt des sparsamen Umganges mit Energie von zentraler Bedeutung.

### *Minderung des Verkehrslärms sowie bei Anlagen und Produkten einschließlich mobiler Maschinen und Geräte*

In unserem dicht besiedelten und verkehrsreichen Land sind weite Teile der Bevölkerung von Lärm betroffen. Für eine wirksame Minderung des Lärms sind fundierte

Kenntnisse über die Entstehung und den Betrieb der Lärmquellen sowie deren Auswirkungen erforderlich. Die bislang erzielten Fortschritte bei der Lärminderung werden jedoch häufig durch die Verkehrszunahme und durch den verstärkten Einsatz von Geräten und Maschinen in lärmsensiblen Gebieten kompensiert. Es wird daher besonders an Verfahren zur Ermittlung der Belastungssituation, der Analyse der vielfältigen negativen Auswirkungen auf Mensch und Umwelt und an der Fortentwicklung der Beurteilungsmaßstäbe gearbeitet. Darüber hinaus sind Untersuchungen über die Lärminderungspotentiale notwendig, um die Geräuschvorschriften für Straßen-, Schienen- und Luftverkehr sowie Industrie kontinuierlich fortzuschreiben.

Die Forschungsaktivitäten zur Minderung der Lärmbelastung konzentrieren sich daher auf die Einführung und nationale Umsetzung eines EU-weit harmonisierten Bewertungsverfahrens für Straßen-, Schienen- und Fluglärm sowie Industrielärm („Common noise assessment methods in Europe“, CNOSSOS-EU), die Erarbeitung eines Verfahrens zur lärmfachlichen Beurteilung von Flugrouten sowie die Weiterentwicklung von lärmabhängigen Trassenpreisen. Weiterhin wird ein Verfahren zur Überlagerung und Bewertung unterschiedlicher Lärmarten erarbeitet, die Auswirkungen des Nachtflugbetriebs, des Schienengüterverkehrs auf die Bevölkerung beurteilt, und ökonomische Instrumente sowie technische Maßnahmen zur Minderung des Verkehrs- und Anlagenlärms untersucht. Schließlich ist die Fortschreibung der Anforderungen an die Geräuschemissionen und Messverfahren von Produkten nach der Richtlinie 2000/14/EG (Outdoor-Richtlinie) und die Entwicklung eines „Environmental Impact Factor“ zur Beurteilung der Umweltauswirkungen von im Freien betriebenen Maschinen und Geräten für diese Richtlinie Gegenstand der aktuellen Forschung.

### *Nachhaltige Raumentwicklung und Umweltprüfungen*

In städtisch und ländlich geprägten Räumen und zunehmend auch im Untergrund und auf See bestehen vielfältige, miteinander konkurrierende Nutzungsansprüche. Die Nutzungsansprüche nehmen ständig zu und fordern von Bund, Ländern, Regionen und Kommunen zukunftsfähige Lösungsstrategien. Mehr denn je bedarf es einer vorsorgenden, fachübergreifenden und koordinierenden Planung und Entwicklung des knappen Raumes. Leitvorstellung ist eine nachhaltige Raumentwicklung, die die sozialen und ökonomischen Ansprüche an den Raum mit seinen umweltrelevanten Funktionen in Einklang bringt. Sie stellt zugleich – auch gestützt auf Indikatoren, Ziele und Monitoring – sicher, dass die Beeinträchtigungen der Umwelt ein vertretbares Maß nicht übersteigen.

Im Themenfeld „Prüfinstrumente für Projekte, Pläne, Programme, Gesetze und Strategien zur Förderung der nachhaltigen Entwicklung“ arbeiten wir an der Analyse und Weiterentwicklung der Umweltprüfungsinstrumente und -methoden (UVP/SUP) mit ausgewiesenen Schwerpunkten in den Bereichen Klima- und Ressourcenschutz. Weiter vertiefen werden wir auch die Forschung zu Fragen der grenzüberschreitenden UVP und SUP. Auf nationaler und europäischer Ebene erforschen wir innovative Prüfmethode für umweltbezogene Gesetzes- und Strategiefolgenabschätzungen.

Ein wichtiges Ziel ist es, vor allem auch auf der Bundesebene die wachsenden inhaltlichen, methodischen und verfahrensmäßigen Umwelthanforderungen an raumbedeutsame Planungen zu präzisieren und für die Planung handhabbar zu machen (z. B. Bündelung von Trassenkorridoren und verträgliche Gestaltung beim Ausbau der Höchstspannungsnetze; Land-See-Interaktionen bei der Raumordnung in der ausschließlichen Wirtschaftszone (AWZ)) und im Planungsprozess im Rahmen der Umweltprüfungen als Träger öffentlicher Belange zu vertreten. Speziell für die maritime Raumordnung (MRO) geht es auch darum, die aktuellen Initiativen auf internationaler und nationaler Ebene fachlich zu unterstützen und zu begleiten, insbesondere Umsetzung der EU-Richtlinie zur Maritimen Raumordnung in Deutschland unter Spezifizierung des Ökosystemansatzes.

Des Weiteren betreiben wir Forschung zur praktischen Implementierung einer nachhaltigen, Ressourcen schonenden unterirdischen Raumplanung.

## 2.4 Fachbereich Chemikaliensicherheit

### 2.4.1 Internationales und Pestizide

Die Aufgaben und die daraus folgenden Forschungsschwerpunkte der Abteilung „Internationales und Pestizide“ fokussieren auf umweltverträgliche Pestizide, Weiterentwicklung des Infektionsschutzes, Nachhaltig umweltgerechte Nutzung von Stoffen/Pestiziden und Internationales Chemikalienmanagement.

Die Anwendung von chemischen Stoffen und Zubereitungen kann mit Risiken für die Umwelt und die menschliche Gesundheit verbunden sein. Daher sehen die stoffgesetzlichen Regelungen auf nationaler wie auf EU-Ebene eine Bewertung der Umweltrisiken und etwaige Maßnahmen zur Risikokontrolle vor. Hier bestehen enge Zusammenarbeit und zahlreiche thematische Schnittstellen insbesondere mit der Abteilung „Arzneimittel, Chemikalien und Stoffuntersuchungen“ aus demselben Fachbereich.

Die Abteilung „Internationales und Pestizide“ befasst sich insbesondere mit Stoffen und Produkten, die unter das Pflanzenschutz- und Biozidrecht fallen und mit Stoffen, die wegen ihrer besonders problematischen Eigenschaften und globalen Relevanz durch internationale Verträge zu regulieren sind. Ziel ist es, nur umweltverträgliche und wirksame Mittel für den Markt zu genehmigen. Das Umweltbundesamt als „Einvernehmensbehörde“ für die Umweltbelange bewertet dabei die Umweltrisiken und erarbeitet Risikominderungsmaßnahmen jeweils nach Stand von Wissenschaft und Technik. Die Grundlagen und die wissenschaftlich/technischen Instrumente für einen vorsorgenden Bewertungsansatz, sowie für effektive Risikominderungsmaßnahmen, unterliegen der ständigen Weiterentwicklung und Fortschreibung. Analoges gilt für die Wirksamkeitsprüfungen von Mitteln gegen Gesundheitsschädlinge im Infektionsschutz und für Wirksamkeitsbewertungen bei der Biozidzulassung. Über die einzelnen stoffrechtlichen Ansätze hinaus stehen zunehmend Ansätze zur nachhaltig umweltgerechten Anwendung von Stoffen einschließlich ökologisch verträglicher Alternativen im Fokus, um die Umweltbelastungen zu reduzieren. Hierbei sind die durch die Wirksamkeitsprüfungen vorhandenen Fachkenntnisse zur Anwendung von Bioziden sowohl für die Konzeption von risikomindernden Anwendungsaufgaben als auch bei der Bewertung von biozidfreien Alternativen wichtige Bausteine.

Die Forschung zielt darauf ab, die jeweiligen Regelungselemente optimal nutzbar zu machen und relevante Erkenntnisse z. B. über neue Belastungspfade oder Wirkungen von Stoffen zu adressieren. Die Forschungsergebnisse der Abteilung fließen maßgeblich in die Arbeit der Gremien zumeist auf europäischer und internationaler Ebene ein. Dazu gehört auch die adressatengerechte Kommunikation über etwaige Risiken sowie Information und Unterstützung zur Anwendung ökologisch günstiger Alternativen. Internationale Regelungen wie das Stockholmer Übereinkommen über persistente organische Schadstoffe (POPs), die harmonisierten Einstufungs- und Kennzeichnungsvorschriften für Stoffe und Produkte Globally Harmonized System (GHS) oder das jüngst verabschiedete Übereinkommen von Minamata über Quecksilber sind als wichtige Bausteine für den global verantwortungsvollen Umgang mit Chemikalien weiterzuentwickeln. Um bewerten zu können, ob die Maßnahmen zu einer Verbesserung des Um-

weltzustandes führen, sind Daten zum Stand zur nationalen Umsetzung und zum Umweltzustand zu erheben und an die zuständigen Behörden der EU und der internationalen Übereinkommen zu berichten.

Die Gesamtschau auf stoffbedingte Umweltwirkungen z. B. durch zeitnahen Umwelteintrag verschiedener Pestizide sowie die Berücksichtigung des Schutzgutes Biologische Vielfalt in der Produktzulassung (siehe auch S. 39ff) sind Beispiele für neue konzeptionell zu hinterlegende Aufgaben.

Bei der Entscheidung, ob wir ein Forschungsprojekt initiieren und begleiten, berücksichtigen wir die Aktivitäten unserer nationalen und internationalen Partner, insbesondere der OECD, der Europäischen Behörde für Lebensmittelsicherheit (European Food Safety Authority, EFSA), der ECHA (European Chemicals Agency) und der anderen Mitgliedstaaten sowie der Fachgremien, in denen wir arbeiten. Forschung betreiben wir vor allem zu Themen, bei denen Deutschland eine Vorreiterrolle einnimmt, und dort, wo sie der wissenschaftlichen Unterstützung unserer fachlichen Ziele dient. Mit unserer Forschung verfolgen wir das Ziel einer Harmonisierung von Bewertungsverfahren und –maßstäben auf einem hohen Schutzniveau für Mensch und Umwelt. Das Prüflabor zur Prüfung der Wirksamkeit von Mitteln zur Bekämpfung von Gesundheitsschädlingen ist zertifiziert nach DIN EN ISO 17025.

### **Forschungsschwerpunkte**

Bei allen Forschungsthemen arbeitet die Abteilung „Internationales und Pestizide“ sehr eng mit der Abteilung „Arzneimittel, Chemikalien und Stoffuntersuchungen“ aus demselben Fachbereich zusammen. Interne und externe Forschung werden dabei so ausgestaltet, dass sie sich direkt ergänzen.

#### *Bewertungsgrundlagen*

Im Zusammenhang mit der Erarbeitung und Weiterentwicklung von Konzepten und Prüfverfahren für die Beurteilung der Umweltsicherheit von Stoffen bestehen folgende Forschungsschwerpunkte:

- Weiterentwicklung der Ansätze zur Identifizierung und Bewertung von persistenten, bioakkumulierbaren und toxischen Stoffen (PBT-bzw. vPvB-Stoffe) sowie Identifizierung neuer persistenter organischer Stoffe (POPs);
- Beiträge zur Weiterentwicklung von Prüfverfahren: Weiterentwicklung von Prüf- und Bewertungsmethoden für endokrine Wirkungen; Weiterentwicklung von Testvorschriften für die Bewertung der Ökotoxizität und des Verhaltens von Stoffen in der Umwelt einschließlich Anwendung Tierversuchsfreier Alternativen wie der Fischembryo-Test in der Stoffprüfung, Erarbeitung und Anpassung von Testverfahren für das Umweltverhalten von Nanomaterialien;
- Entwicklung und Überprüfung von Testverfahren zur Wirksamkeitsprüfung von Insektiziden, Rodentiziden und biozidfreier Alternativmethoden zur Bekämpfung von Gesundheitsschädlingen;

- Konzepte zur Berücksichtigung des Schutzgutes Biodiversität in der Stoffregulierung: Der Schutz der strukturellen Biodiversität setzt voraus, dass wir die räumlich-zeitliche Verteilung ihrer Bestandteile – die Arten mit ihrer genetischen Diversität und ihren Abundanzschwankungen – und die Einflüsse von Chemikalien auf deren Vorkommen und Verhalten kennen. Denn gezielt schützen können wir nur das, was wir auch kennen. Die Kenntnisse über diese Zusammenhänge sind in treffsichere Schutzkonzepte in den stofflichen Regelungsbereichen zu überführen (siehe auch Ausführungen zur Biodiversität in Abschnitt 2.1.4, Seite 39ff);
- Konzepte für die Berücksichtigung kumulativer Exposition und Kombinationswirkungen: Die Bewertung der Umweltrisiken auf der Basis einzelstofflicher Betrachtung der Umweltexposition und der Wirkungen auf die Umwelt unterschätzt die tatsächlichen Stressoren z. B. bei Mehrfachapplikation von Pestiziden wie bei Tankmischungen und Spritzserien, oder gleichzeitiger Anwendung verschiedener Produktarten mit denselben Wirkstoffen sowie bei Anwendung von Produkten mit mehreren Wirkstoffen bzw. relevanten Beistoffen;
- Weiterentwicklung der Risikobewertung von Pflanzenschutzmitteln: Bewertung und Evaluierung von ökologischen Modellen sowie Erarbeitung von Konzepten und Leitlinien zum Schutz von wildlebenden Bestäubern;
- Weiterentwicklung der Umweltexpositionsszenarien und von Risikominderungsmaßnahmen für Pestizide –Antifoulinganstriche und Rodentizide;
- Weiterentwicklung von Monitoringkonzepten zur Ermittlung der Umweltbelastung mit Chemikalien, um Handlungsschwerpunkte zu identifizieren und den Erfolg von Risikominderungsmaßnahmen feststellen zu können;
- Recherchen und Datenerhebung für nationale Berichte für die EU und die internationalen Übereinkommen zu deren Wirksamkeitskontrolle. Hier besteht enge Zusammenarbeit mit anderen Abteilungen, z. B. mit dem Fachgebiet „Emissionssituation“ (siehe Abschnitt 2.3.2, S. 61).

### *Bewertungsverfahren*

Im Zusammenhang mit der Weiterentwicklung von Bewertungsverfahren und übergreifenden Ansätzen bestehen folgende Forschungsschwerpunkte:

- Im Kontext regulativer Entscheidungsoptionen sind die methodischen Ansätze zur sozioökonomischen Analyse vollzugsübergreifend sowie der vergleichenden Bewertung von Pestiziden zur Anwendungsreife weiterzuentwickeln;
- Erarbeitung von Strategien zur Risikokommunikation und Risikowahrnehmung, Weiterentwicklung der Internet Informations-Portale zu Pestiziden;
- Erfassung und Bewertung der Einflüsse des Klimawandels: Weiterentwicklung des Infektionsschutzes durch Veränderung des Vorkommens und Spektrums von Schaderregern, Veränderung im Einsatz von Pflanzenschutzmitteln durch veränderte Anbaubedingungen einschließlich der Anwendung von Pflanzenschutzmitteln für Energiepflanzen. Hier arbeiten wir insbesondere mit den Abteilungen „Nachhaltigkeitsstrategien, Ressourcenschonung und Instrumente“, „Umwelthy-

giene“ und „Verkehr, Lärm und räumliche Entwicklung“ zusammen (siehe Abschnitte 2.3.1, 2.1.1 und 2.3.3);

- Weiterentwicklung und Ausbau der Nachhaltigkeitskonzepte zur Risikoreduzierung im Chemikalienbereich: Konkrete Beiträge zur Nachhaltigen Chemie wie zum Chemikalienleasing sowie zur nachhaltigen Verwendung von Pestiziden, entwickelte Konzepte und Beiträge in internationale Aktivitäten zur Chemikaliensicherheit integrieren insbesondere in Bezug auf SAICM (Strategischer Ansatz zum internationalen Chemikalienmanagement).

## 2.4.2 Arzneimittel, Chemikalien und Stoffuntersuchungen

Das Vorsorgeprinzip verlangt den vorausschauenden Schutz der Umweltgüter und die möglichst schonende Inanspruchnahme der natürlichen Ressourcen. Im Sinne dieses Prinzips ist es Aufgabe des UBA, Risiken von Industriechemikalien, Arzneimitteln und anderen Stoffen zu erkennen, bevor Schäden an Mensch und Umwelt auftreten. Für den Umgang mit problematischen Stoffen geben wir wissenschaftliche Empfehlungen zur Reduzierung dieses Risikos, die bis hin zur Beschränkung der Anwendung und des Verbots der Nutzung und Produktion von Chemikalien führen können.

Für die Erfüllung dieser Aufgaben ist es unerlässlich, dass wir auf solider regulatorisch-rechtlicher Basis entsprechend dem aktuellen Stand von Wissenschaft und Forschung arbeiten. Durch unsere Forschungstätigkeit tragen wir zur Bewertung neuartiger Stoffe oder Risiken und zur Verbesserung der Risikobewertungs- und -managementstrategien bei.

Die Forschungsschwerpunkte sind stark geprägt von den europäischen und nationalen gesetzlichen Vorgaben hinsichtlich Stoffbewertung und Zulassung. Durch unsere vielfache Mitarbeit in internationalen Fachgremien bringen wir anspruchsvolle deutsche Bewertungskonzepte in die globale Chemikalienpolitik und das europäische Zulassungsgeschehen ein. Die Ergebnisse der Forschungsarbeiten fließen daher häufig in die Arbeiten internationaler Gremien ein.

Bei allen Forschungsthemen arbeitet die Abteilung „Arzneimittel, Chemikalien und Stoffuntersuchungen“ sehr eng mit der Abteilung „Internationales und Pestizide“ aus demselben Fachbereich zusammen. Interne und externe Forschung werden dabei so ausgestaltet, dass sie sich direkt ergänzen.

Die Aufgaben umfassen die Generierung von Stoffdaten in Laboratorien, die Nutzung und Bewertung solcher Daten im Vollzug für Industriechemikalien und Arzneimittel sowie die Aufbereitung und Darstellung von Stoffinformationen für die Vollzüge und die Öffentlichkeit. Darüber hinaus prüfen wir die Wirksamkeit einzelner Regelungen sowie Expositionsszenarien im Sinne einer Erfolgskontrolle. Wir werden tätig, wo sich die Zuständigkeiten einzelner Ressorts sowie von Bund und Ländern berühren, es noch keine oder nur unzureichende Expositionsszenarien zur Schätzung von Umweltkonzentrationen gibt oder die Messung von Umweltkonzentrationen einzelner Stoffe explizit nicht geregelt ist. Hieraus resultiert ein sehr breites Spektrum an Forschungsthemen, das wir im Folgenden zusammenfassend darstellen.

Labortests zur Generierung von Stoffdaten wollen wir so weiterentwickeln, dass sie die tatsächlichen Verhältnisse in der Umwelt besser abbilden und so eine belastbarere Bewertung für Stoffe mit komplexem Umweltverhalten ermöglichen. Hierzu forschen wir selbst im Labor und beteiligen uns – u. a. über Forschungsvorhaben – an der Entwicklung international harmonisierter Testverfahren.

## Forschungsschwerpunkte

### *Methodenweiterentwicklung und -validierung*

- Verfahren zur Quantifizierung des Verteilungsverhaltens von Stoffen in der Umwelt (Mobilität, Persistenz und Bioakkumulation) wollen wir weiterentwickeln. So benötigen wir z. B. dringend bessere Methoden zur Quantifizierung des Abbauverhaltens wie das von Tierarzneimitteln in Gülle. Die Verfahren zur Ermittlung der Risiken infolge der Anreicherung von Stoffen in Organismen und Nahrungsnetzen, insbesondere auch die der nicht lipophilen Stoffe, weisen noch erhebliche Lücken auf, die es zu schließen gilt.
- Um eine Identifizierung und Quantifizierung der Wirkung von Stoffen in der Umwelt auf dem neusten wissenschaftlichen Stand gewährleisten und auch neue Stoffe berücksichtigen zu können, müssen die vorhandenen Methoden weiterentwickelt, validiert und ergänzt werden. Zu diesem Zweck optimieren wir Ökotoxizitätstests an höheren Wasserpflanzen und Algen. Wir entwickeln und validieren Methoden an Fischeiern, um Kosten und Verwendung von Wirbeltieren zu Testzwecken zu reduzieren. Tests mit Pflanzen, Dungfauna und Mollusken für die Umweltprüfung von Human- und Tierarzneimittel oder zur Bewertung von endokrinen wirkenden Industriechemikalien entwickeln wir im internationalen Zusammenspiel weiter. Die ökologische Relevanz von Infochemikalieneffekten, die durch chemische Kommunikation Störeffekte in Tier- und Pflanzenwelt verursachen, müssen wir entsprechend experimentell untersuchen. Für Arzneimittel sind die Aussagekraft und die Anwendbarkeit von Methoden für das Biomonitoring zur Stoffbewertung zu prüfen und Methoden für den Nachweis und die Quantifizierung in der Umwelt weiterzuentwickeln.
- Die Palette spezieller Versuchsdesigns bei Mesokosmenstudien zur Beantwortung experimentell anspruchsvoller Fragestellungen in der Risikobewertung, wie z. B. umfangreicher Spritzfolgen in der Landwirtschaft, wird fortlaufend weiterentwickelt wie auch die analytischen Methoden zur Erfassung von Chemikalienspuren im Labor und Freiland.

### *Bewertungskonzepte*

Neben den Testmethoden gilt es, die Konzepte zur Bewertung der Wirkungen, der Exposition und der Risiken von Stoffen fortlaufend an den wissenschaftlichen Stand anzupassen. Ziel der Forschung ist es, den wissenschaftlichen Stand regulatorisch nutzbar zu machen und dabei einen hohen Schutz der Umwelt zu gewährleisten.

Schwerpunkte sind die Überprüfung neuer Konzepte zur Bewertung der Wirkungen und ihre Weiterentwicklung im Sinne des Umweltschutzes sowie die Entwicklung von Konzepten zur Berücksichtigung des Schutzguts „Biodiversität“. Die Entwicklung von Bewertungskonzepten für ionisierbare Stoffe soll vorangetrieben werden. Bewertungsgrundlagen für den regulatorischen Umgang mit Mischungen von (Wirk-)Stoffen in Produkten und in der Umwelt müssen in Großexperimenten, z. B. auf Grundlage in der Landwirtschaft gängiger Spritzfolgen-Szenarien, weiterentwickelt und konsistent in die Risikobewertung und die EU-Regularien integriert werden. Wir versuchen, für die um-

weltbezogenen endokrinen Wirkungen fachlich fundierte, konsistente und vorsorgeorientierte Kriterien für die Bewertung und das Management sicherzustellen.

Umweltrisiken von Nanomaterialien müssen wir frühzeitig erkennen und bewerten. Hierzu sind Beiträge zur Definition von Nanomaterialien auf EU-Ebene zu leisten. OECD-Prüfrichtlinien sind weiterzuentwickeln und die Konzepte zur Bewertung von Wirkungen und Exposition der Nanomaterialien zu verbessern.

Stoffe mit hohem Grundwassergefährdungspotential müssen identifiziert und beim Risikomanagement durch die stoffrechtlichen Instrumente zu Industriechemikalien, Wasch- und Reinigungsmitteln sowie Arzneimitteln ergänzt werden.

### *Stoffdaten*

Stoffdaten(-banken) und Auswertungskonzepte nutzen wir, um neue Problemstoffe oder auftretende Umweltprobleme frühzeitig zu identifizieren und zu regulieren:

- Stoffbezogene Daten zu Verbrauchsmengen, Verwendungen, Umweltverhalten und -konzentration ermöglichen eine gezielte Regulierung. So müssen z. B. umfangreiche Daten zu Mobilität, Verhalten und Verbleib von Nanomaterialien in den verschiedenen Umweltmedien und -kompartimenten in Abhängigkeit von Form, Größe und Oberflächengestaltung generiert werden. Daten zu Verbrauchsmengen von Arzneimitteln und deren Umweltkonzentrationen ermöglichen die frühzeitige Identifikation neuer Problemstoffe und aufkommender Antibiotikaresistenzen. Für Industriechemikalien fehlen häufig Informationen zu ihren Verwendungen und Alternativen.
- Den Einsatz von innovativen Methoden zur Datenexploration wie Data Mining und Entwicklung von Visualisierungswerkzeugen zur Mustererkennung in Verbindung mit den chemischen Stoffinformationen möchten wir vorantreiben. Hierzu zählen die zielgerichtete Erweiterung des Daten- und Informationsbestandes der verschiedenen Informationssysteme GSBL („Gemeinsamer Stoffdatenpool Bund / Länder“, [www.gsbl.de](http://www.gsbl.de)), ICS („Informationssystem Chemikaliensicherheit“), POP-Dioxin-Datenbank ([www.dioxindb.de](http://www.dioxindb.de)) sowie die Entwicklung von Verfahren zur Abbildung metallorganischer Strukturformeln.
- Im Themenbereich „Umweltmonitoring“ wird eng mit dem Fachbereich „Gesundheitlicher Umweltschutz, Schutz der Ökosysteme“ kooperiert. Die Sammlung und Auswertung von Daten aus dem Umweltmonitoring dient zur Überprüfung und Optimierung des Vollzugs. Die Optimierung der datentechnischen Vernetzung chemischer Stoffdaten, mit denen der Umweltbeobachtung, soll ein langfristiger Forschungsschwerpunkt sein. Dazu prüfen wir die Nutzung der Harvest-Technologie (intelligente Suchmaschinen) für die Erschließung von Daten im World Wide Web zu Eigenschaften und Verbreitung von Chemikalien in der Umwelt und passen sie gegebenenfalls an die Anforderungen des UBA an. Die Evaluierung und Abstimmung von Methoden und Indikatoren für ein Umweltmonitoring von Chemikalien in Deutschland ist ein weiteres Forschungsziel.

- Wirksame Risikominderungsmaßnahmen sind ein wichtiger Baustein für einen erfolgreichen Umweltschutz. Sie gilt es zu optimieren, indem wir z. B. Risikominderungsmaßnahmen erarbeiten, die als Auflagen in die Zulassung von Human- und Tierarzneimitteln eingehen können. Für Industriechemikalien müssen in Zusammenarbeit mit der Abteilung „Wasser und Boden“ und dem Fachbereich „Nachhaltige Produktion und Produkte, Kreislaufwirtschaft“ die Schnittstellen zu anderen Rechtsbereichen, wie z. B. dem Anlagen- und Wasserrecht, sinnvoll ausgestaltet werden und für schwer abbaubare Stoffe in Wasch- und Reinigungsmitteln sind Substitutionsmöglichkeiten zu identifizieren. Für Phosphonate sollen Analyseverfahren entwickelt und angewendet werden, um deren Abbaubarkeit unter realen Bedingungen in der Abwasserreinigung ermitteln zu können.
- Darüber hinaus nutzen wir Forschung, um Methoden zur Erfolgskontrolle zu entwickeln und alternative Konzepte wie z. B. das Konzept der nachhaltigen Pharmazie weiter voranzubringen. Besonders bei den Industriechemikalien ist es wichtig, die Öffentlichkeit genauso wie die Produzenten von Stoffen und Erzeugnissen über die Risiken von Stoffen, die Konzepte zur Bewertung und die Pflichten zu informieren. Hierzu werden wir weiterhin Tools, Leitfäden und Praxisbeispiele entwickeln.
- Wir stellen verständliche und wissenschaftlich fundierte Informationen zu Stoffen für die interne Kommunikation im UBA sowie für die Öffentlichkeit bereit. Die Anwendung modernster Web-Technologien (z. B. Service-orientierte Architektur) für Fachsystementwicklungen, kurze Reaktionszeiten auf Anfragen, einfacher Datenzugang bei Berücksichtigung hoher Sicherheitsstandards sind hier die übergreifenden Forschungs- und Entwicklungsziele. Ein Forschungsschwerpunkt liegt dabei auf der Untersuchung und Verifikation von bestehenden „Marktmechanismen“ zur gezielten und nutzerorientierten Bereitstellung dieser Daten.

## **2.5 Fachbereich Emissionshandel, Deutsche Emissionshandelsstelle (DEHSt)**

Seit dem Jahr 2004 ist das UBA mit Vollzugsaufgaben im europäischen Emissionshandel für die Energiewirtschaft, für energieintensive Industrieanlagen sowie für den Luftverkehr (seit 2012) und seit dem Jahr 2005 mit den projektbasierten Kyoto-Mechanismen (siehe auch Abschnitt 2.3.2) beauftragt.

Der EU-Emissionshandel an sich ist seit Beginn weitgehend vom europäischen Recht und dadurch von der Umsetzung in nationales Recht bestimmt, sodass sich Forschungsaktivitäten im Wesentlichen auf den Vollzug des Emissionshandels und auf die Weiterentwicklung des Emissionshandelssystems beziehen. Durch die Einbeziehung internationaler Projektgutschriften besteht darüber hinaus ein Forschungsbedarf auch mit Blick auf Weiterentwicklungen auf Ebene der UN-Klimarahmenkonvention (UNFCCC).

### **2.5.1 Industrieanlagen, Klimaschutzprojekte, Kundenservice und Rechtsangelegenheiten**

Bei energieintensiven Industrieanlagen stehen vor allem Forschungsarbeiten zur Bewertung von Besten Verfügbaren Techniken (siehe auch Abschnitt 2.2.2, Seite 50) hinsichtlich der CO<sub>2</sub>-Emissionen für Produkte ausgewählter Industrietätigkeiten zur Ableitung von vollzugsrelevanten Emissionswerten oder die Bewertung von Stoffwerten (Kohlenstoffgehalt, Biomasseanteil, Heizwert) von Brennstoffen und Materialien im Vordergrund. Bei den projektbasierten Mechanismen des Kyoto-Protokolls von 1997, Clean Development Mechanismus (CDM) und Joint Implementation (JI) wird darüber hinaus auch zu grundlegenden Fragen der Weiterentwicklung von CDM und JI geforscht.

Mit der tieferen Ausgestaltung des Emissionshandels von der ersten Handelsperiode 2005-2007 und zweiten Handelsperiode 2008-2012 zur dritten Handelsperiode 2013-2020 ergeben sich weitere Fragestellungen, die sich auf eine Verbesserung des ökonomischen Instruments, der praktischen Umsetzung und der Ausrichtung auf eine Verbindung mit anderen regionalen Emissionshandelssystemen richten.

#### **Forschungsschwerpunkte**

##### *Technologie- und produktbasierte Potentiale zur CO<sub>2</sub>-Emissionsminderung*

In diesem Schwerpunkt gehen wir der Frage nach, welche technologie- und produktbasierten Potentiale zur CO<sub>2</sub>-Emissionsminderung bestehen und wie sie durch den Emissionshandel realisiert werden können.

In den Industriebranchen sind vor allem spezifische Techniken und Verfahren (u. a. bei Mineralö Raffinerien sowie Anlagen der mineralverarbeitenden Industrie und der Zellstoff- und Papierindustrie) Gegenstand für Forschungsarbeiten. Auf der Basis der Ablei-

tung von Benchmarkwerten für die zweite Handelsperiode und der Identifizierung potentieller CO<sub>2</sub>-Emissionsquellen unter anderem anhand einer Analyse der thermodynamischen und chemischen Prozesse können diese spezifischen Minderungspotentiale beschrieben werden. Es wird untersucht, wie die Umsetzung dieser Potentiale gefördert werden kann (so u. a. Ansätze zur Beseitigung nicht technisch-wirtschaftlicher, d. h. „politischer“ oder genehmigungsrechtlicher Hemmnisse). Zudem sind Potentiale aus zusätzlichen Emissionsminderungstechniken wie CO<sub>2</sub>-Abtrennung und -Speicherung (Carbon Capture and Storage (CCS) z. B. für Anlagen der Zement- oder Kalkindustrie, siehe auch Abschnitt 2.1.2 mit Seite 29 und Abschnitt 2.3.2 mit den Seiten 60 und 62) zu erforschen.

Hier bestehen Schnittstellen zu den Abteilungen „Energieanlagen, Luftverkehr, Register und ökonomische Grundsatzfragen“ der DEHSt und „Nachhaltige Produktion, Ressourcenschonung und Stoffkreisläufe“.

#### *Erfahrungsbasierte Weiterentwicklung des europäischen Emissionshandels*

Forschungsrelevant wird im laufenden EU-Emissionshandel vor allem die Frage nach den richtigen Anreizen zur Effizienzsteigerung im Industriebereich. Hierbei ist über den Ersatz pauschaler Regeln für kostenlose Zuteilungen durch einen eher technologiebasierten Ansatz nachzudenken, um beispielsweise auch Minderungspotentiale bei prozessbedingten Emissionen zu adressieren.

Auf dem Weg von der nationalen Verwaltung des europäischen Emissionshandels bis 2012 hin zu einer zentralisierten Verwaltung des EU-Emissionshandels ab dem Jahr 2013 ergeben sich zudem vielfältige regulatorische, administrative und steuerungsbezogene Erfahrungen, die für künftige Effizienzsteigerungen des europäischen Systems, aber auch bei der Verlinkung regionaler Emissionshandelssysteme genutzt werden können und mittels Forschung transparent gemacht werden sollen. Zudem bringt das EU-Emissionshandelssystem als erstes staatenübergreifendes Marktsystem auch Erkenntnisse für die Entwicklung globaler Kohlenstoffmarktsysteme.

Hier bestehen Schnittstellen zu den Abteilungen „Energieanlagen, Luftverkehr, Register und ökonomische Grundsatzfragen“ der DEHSt und „Nachhaltige Produktion, Ressourcenschonung und Stoffkreisläufe“.

#### *Integration weiterer Sektoren in den europäischen Emissionshandel*

Der Vollzug des stationären Emissionshandels lebt von der Androhung und Vollziehung von empfindlichen Sanktionen bei Pflichtverstößen. In gleicher Weise können auch andere Sektoren wie insbesondere der Schiffsverkehr und der Luftverkehr zu Emissionseinsparungen bewegt werden. Der Luftverkehr ist bereits Teil des EU-Emissionshandels, beim Schiffsverkehr gab es entsprechende Absichtsbekundungen der Europäischen Kommission. Da diese Sektoren jedoch stärker als die stationären Anlagen von internationalen Rahmenbedingungen abhängen, stellt sich der Forschungsbedarf hier vor allem auf der globalen Ebene und zielt neben der grundsätzlichen Frage nach der Erarbeitung eines internationalen Kohlenstoffmarktsystems für diese Sektoren vor allem auf die Erforschung von Möglichkeiten zur Nutzung von Off-

set-Systemen für diese Sektoren. Hier bestehen Schnittstellen zu den Abteilungen „Energieanlagen, Luftverkehr, Register und ökonomische Grundsatzfragen“ der DEHSt und „Verkehr, Lärm und räumliche Entwicklung“.

*Weiterentwicklung und konsistente Einpassung der projektbasierten Mechanismen CDM und JI in das internationale Klimaschutzsystem*

Bislang stand die nationale Umsetzung der projektbasierten Kyoto-Mechanismen mit vollzugsorientierten Forschungs- und Entwicklungsvorhaben zur Beratung von Antragstellern, der transparenten Außendarstellung der Projektunterlagen im Rahmen der CDM/JI-Datenbank im Vordergrund. Dabei wurden auch volkswirtschaftliche Nutzen und Chancen der Projektmechanismen CDM und JI ermittelt.

Kommende Herausforderungen betreffen die internationalen Regularien zur Abrechnung von Emissionsminderungsmaßnahmen und zielen neben der Weiterentwicklung gegenwärtiger Instrumente (JI und CDM) auf die Erarbeitung völlig neuer Marktmechanismen.

Forschungsfragen bei JI und CDM betreffen vor allem die größere Standardisierung und damit Vereinfachung deren Vollzugs als auch die Stärkung deren umweltpolitischen Integrität durch Regelverbesserungen beispielsweise im Bereich der Zusätzlichkeit von Minderungsmaßnahmen und der Zusatznutzen von Klimaschutzprojekten.

Im Rahmen der Verbindung von regionalen Emissionshandelssystemen wird die Rolle des CDM und anderer internationale Offsetting-Mechanismen zu untersuchen sein. Darüber hinaus ist der UNFCCC Verhandlungsprozess zur Erarbeitung neuer, sektoraler Marktmechanismen sowie eines möglichen Rahmens zur Integration verschiedener Offset-Ansätze in ein internationales Klimaschutzabkommens forschungsseitig zu flankieren.

Die Minderungserfolge projektbasierter Mechanismen, die im Rahmen des rechtlichen Klimaschutzsystems oder auf freiwilliger Basis geregelt sind, können allerdings auch außerhalb der Emissionshandelssysteme auf dem sogenannten freiwilligen Markt verwendet werden. Hier gilt es, den existierenden Leitfaden des UBA fortzuschreiben und Instrumente zur Stärkung der freiwilligen Kompensation national, europäisch und international zu entwickeln.

In diesem Bereich bestehen Schnittstellen zu den Abteilungen „Klimaschutz und Energie“ und „Nachhaltige Produkte und Konsummuster, kommunale Kreislaufwirtschaft“.

## 2.5.2 Energieanlagen, Luftverkehr, Register und ökonomische Grundsatzfragen

Im Bereich Vollzug und Weiterentwicklung des europäischen Emissionshandels (EU-ETS) stehen folgende Aufgaben im Vordergrund:

- Vollzug von nationalen und europäischen Handelsregeln, wie die Zuteilung von Emissionsberechtigungen an die Betreiber energiewirtschaftlicher Anlagen, Industrieanlagen (insbesondere Chemieanlagen) und Luftfahrzeugen, die Prüfung der Emissionsberichterstattung seitens dieser Betreiber sowie die Kontrolle der Abgabe von Emissionsberechtigungen seitens der Betreiber;
- Mitwirkung beim Ausarbeiten und Weiterentwickeln von nationalen und europäischen Handelsregeln und dem Setzen von Systemgrenzen;
- die nationale und internationale Berichterstattung zum Emissionshandel;
- die Betreuung des Emissionshandelsregisters, insbesondere das Kontomanagement für alle nationalen Anlagen- und Handelskonten und die Mitarbeit an der Weiterentwicklung des europäischen Registersystems;
- die Bereitstellung der benötigten Informationstechnik (IT) einschließlich der IT-Qualitätssicherung.

Neben der unmittelbaren Wahrnehmung von Vollzugsaufgaben wirken Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter auch in zahlreichen nationalen, europäischen und internationalen Arbeitsgruppen an der Bearbeitung von Fragestellungen aus den genannten Themenfeldern mit. Zur wissenschaftlichen Unterstützung werden Forschungsarbeiten durchgeführt.

### Forschungsschwerpunkte

#### *Vollzugsrelevante, ökonomisch orientierte Fragestellungen*

Die wissenschaftliche Analyse und Bewertung der Zuteilung für Industrieanlagen im EU-ETS über die dritte Handelsperiode hinaus und die Weiterentwicklung der direkten und indirekten Carbon Leakage-Regelung ist ein wichtiger Forschungsschwerpunkt. Im Hinblick auf den anstehenden ETS-Review und den Beginn der vierten Handelsperiode ist eine zunehmende Diskussion zur kostenlosen Zuteilung und den Carbon Leakage-Regelungen zu erwarten. Unterstützend für den politischen Verhandlungsprozess sind wichtige fachliche Aspekte aufzugreifen, weiterzuentwickeln, zu strukturieren und zu bewerten. Im Rahmen des Forschungsschwerpunkts erfolgt auch eine Analyse und Bewertung der indirekten Carbon Leakage-Regelung, insbesondere der in Deutschland angewandten Strompreiskompensation, für deren Verwaltungsvollzug DEHSt/UBA zuständig ist. Dabei geht es vor allem um die Prüfung der Notwendigkeit der Maßnahme, deren Zielsetzung wie Zielerreichung im Sinne einer Vermeidung von indirektem Carbon Leakage unter Beibehaltung der Anreizwirkung des EU-ETS sowie Minimierung von Wettbewerbsverzerrungen innerhalb der EU. In einer ersten Phase ist geplant, zunächst die Analyse für Deutschland unter Zuhilfenahme der Daten der ersten beiden Antragsjahre durchzuführen, bevor eine Erweiterung des Analyserahmens auf weitere Mitgliedstaaten erfolgen könnte.

Einen nach wie vor großen Stellenwert erhalten zudem Fragen zur Auktionierung und zu Kohlenstoffmärkten. Effizient funktionierende Kohlenstoffmärkte sind ein wichtiges Element für einen wirksamen Emissionshandel. Seit dem Beginn des EU-ETS haben sich die Märkte in Bezug auf Handelsvolumen und Produktvielfalt schnell weiterentwickelt. Um diesen Bedeutungszuwachs auch zukünftig nicht zu gefährden, ist die Abschätzung potentieller Systemrisiken im Kohlenstoffmarkt von hoher Relevanz. Hierzu gehört einerseits die Analyse, inwiefern durch bestehende Regularien kriminelle Aktivitäten wie Marktmanipulation, Insiderhandel und Geldwäsche sinnvoll unterbunden werden und andererseits die Untersuchung, inwieweit Risikopotentiale durch die gegenwärtig laufende Aktualisierung der Finanzmarkt- und Energiemarktregulierung effizient eingedämmt werden, ohne gegenläufige Effekte hinsichtlich z. B. des Marktzugangs und Transaktionskosten für Marktteilnehmer zu fördern. Weiterer Forschungsbedarf ergibt sich aus dem Bedeutungszuwachs der Auktionen, und in diesem Zusammenhang den sich seit der dritten Handelsphase im Wandel befindlichen Handelsaktivitäten und -strategien der Marktteilnehmer. Seit der dritten Handelsperiode werden rund 50% der EU-weiten Zuteilungsmenge versteigert. Zudem werden die Versteigerungen im Luftverkehr ab dem vierten Quartal 2014 wieder aufgenommen. Aus den Vorgaben der EU-Auktionsverordnung (AuktVO) sowie aus den Finanzmarktregularien ergeben sich hierbei relativ hohe Anforderungen für die Teilnahme an den Versteigerungen sowie der Teilnahme am Sekundärmarkt im Allgemeinen. Die Entwicklung hinsichtlich der Zusammensetzung der Marktteilnehmer im Primär- und Sekundärmarkt, deren Handelsstrategien und die frühzeitige Identifizierung potentieller Marktzugangsbarrieren stellen daher wesentliche Schwerpunkte zur Beurteilung der Integrität des Marktes dar.

Die Forschungsergebnisse zu Fragen der Auktionierung und des Kohlenstoffmarkts fließen u. a. in den für 2016 anstehenden Review-Prozess der AuktVO ein. In Abwesenheit einer gemäß den Vorgaben der EU-Versteigerungsverordnung etablierten Auktionsaufsicht (Auction Monitor) als zentrales Überwachungsorgan der europäischen Auktionen gewinnt der Forschungsschwerpunkt zu den potentiellen Systemrisiken in den kommenden Jahren an zusätzlicher Bedeutung.

### *Evaluierung und Weiterentwicklung des europäischen Emissionshandels*

Der Forschungsbedarf des Fachbereichs umfasst hier fachliche Fragestellungen, die originär das Handelssystem betreffen, aber auch solche Fragestellungen, die die Schnittstelle von Emissionshandels- und Nicht-Emissionshandelsbereich betrachten.

Forschungsbedarf ergibt sich dabei insbesondere im Hinblick auf die Evaluierung der Wirksamkeit des EU-ETS und die Entwicklung von entsprechenden Vorschlägen zur Optimierung des Instruments. In diesem Rahmen stehen insbesondere auch die Regelungen zur kostenlosen Zuteilung von Emissionsberechtigungen im Fokus. Zu diesem Schwerpunkt zählt auch die Untersuchung der Wirksamkeit der Emissionshandelsrichtlinie im Bereich Luftverkehr. Ein weiteres wichtiges Forschungsfeld ist der Bereich der so genannten „strukturellen Reformen“ im EU-ETS. Hierunter fallen in erster Linie Maßnahmen zur langfristigen Ertüchtigung des EU-ETS gegenüber konjunkturellen Schwankungen und externen Schocks. Die entsprechenden Forschungsergebnisse hierzu wie

auch zum Luftverkehr werden direkt in den europäischen Verhandlungsprozess zur Reform des EU-ETS einfließen.

Weiterhin wird eine Modellierung des Emissionshandels im Kontext nationaler und europäischer energie- und klimapolitischer Maßnahmen einschließlich der Entwicklung einer auf den EU-ETS Sektor zugeschnittenen Vermeidungskostenkurse Schwerpunktthema in den nächsten drei Jahren sein. Ziel ist, die Möglichkeiten für die Nutzung ökonomischer Modelle zu prüfen, mit denen die Implikationen europäischer und nationaler energie- und klimapolitischer Maßnahmen für den Emissionshandel analysiert werden können. Damit soll ermöglicht werden, die Impact Assessments der EU Kommission qualifizierter bewerten und ggf. alternative Politikvorschläge entwickeln zu können. Dabei sollen zentrale Fragestellungen, Parameter sowie Datenerfordernisse beschrieben und die Vor- und Nachteile der möglichen Optionen, sowie eine grobe Abschätzung über den damit verbundenen Aufwand bewertet werden.

Die Forschungsergebnisse dieser Projekte liefern gleichzeitig eine Basis für die Diskussion, Ausarbeitung und Weiterentwicklung nationaler und europäischer Rechtsvorgaben im Bereich des Emissionshandels.

Der Emissionshandel wird auch von Kriminellen zum Beispiel zur Hinterziehung von Umsatzsteuer missbraucht. Die Kriminalitätsbekämpfung und -prävention wird zunehmend ein wichtiges Thema, um die Integrität des ETS sicherzustellen. Hierbei werden Methoden der Transaktionsanalyse zur Entdeckung von Straftaten in Transaktionsmustern entwickelt und zum Einsatz gebracht.

Es bestehen hier Schnittstellen zu den Abteilungen „Industrieanlagen, Klimaschutzprojekte, Kundenservice und Rechtsangelegenheiten“ der DEHSt, „Nachhaltigkeitsstrategien, Ressourcenschonung und Instrumente“ und „Klimaschutz und Energie“.

### *Entwicklung eines internationalen Kohlenstoffmarktes*

Für das Erreichen der langfristig notwendigen Klimaschutzziele sind Minderungsanstrengungen aller großen Treibhausgasemittenten erforderlich. Die Entwicklung eines internationalen Kohlenstoffmarktes mit einem einheitlichen Preis ist hierfür eines der zentralen Elemente, da so eine kosteneffiziente Verteilung der globalen Minderungsmaßnahmen ermöglicht wird. Ergänzend und unterstützend zu den internationalen Klimaverhandlungen ist hierfür die schrittweise Verknüpfung von nationalen oder regionalen Emissionshandelssystemen (so genanntes „Linking“) die praktikabelste Möglichkeit. Eines der wichtigsten Elemente zur Wahrung der ökologischen Integrität, aber auch für die gegenseitige Akzeptanz eines Linking ist die Vergleichbarkeit der Regeln zur Überwachungs- und Berichterstattung von Treibhausgasemissionen.

Erheblicher Forschungsbedarf besteht daher zunächst in der Evaluierung der Monitoring- und Verifizierungsregeln bedeutender Emissionshandelssysteme und dem Vergleich dieser Regeln mit dem bestehenden Rahmen im EU-ETS. Dies beinhaltet auch die Entwicklung eines grundlegenden Kriterienkatalogs zur Bewertung des Linking-Potentials von Emissionshandelssystemen, der über den Bereich des Monitoring hinausreicht. In einem weiteren Schritt kann dann die Weiterentwicklung von Kriterien und

Methoden zur Beurteilung der Chancen und Risiken eines Linking des EU-ETS mit anderen Emissionshandelssystemen innerhalb des Forschungsschwerpunkts erfolgen.

Hier bestehen Schnittstellen zu den Abteilungen „Industrieanlagen, Klimaschutzprojekte, Kundenservice und Rechtsangelegenheiten“ der DEHSt und „Klimaschutz und Energie“.

### *Luftverkehr im Emissionshandel*

Neben der Industrie und der Energiewirtschaft trägt auch der Luftverkehr erheblich zu den globalen Emissionen bei – und dies mit stark steigender Tendenz. Seit Januar 2012 ist daher der Luftverkehr in den europäischen Emissionshandel einbezogen, hat jedoch vor dem Hintergrund völkerrechtlicher Auseinandersetzungen auf internationaler Ebene mit Akzeptanzproblemen zu kämpfen. Für die Jahre 2012 sowie die Jahre 2013-2016 hat die EU daher weitreichende Ausnahmen hinsichtlich des ursprünglichen geographischen Anwendungsbereichs erlassen. Diese stellen ein temporäres Zugeständnis der EU dar, um den Prozess der Internationalen Zivilluftfahrtorganisation (ICAO) der UNO zur Verhandlung einer globalen marktbasierter Maßnahme für die Regulierung der internationalen Luftverkehrsemissionen zu unterstützen. Die ICAO plant, im Jahr 2016 eine solche Maßnahme zu beschließen und ab 2020 auf globaler Ebene einzuführen.

Forschungsbedarf besteht in mehrerlei Hinsicht. Zunächst ist ein hohes Qualitätsniveau der Vollzugstätigkeiten und deren stetige Verbesserung ein zentrales Anliegen. Dies trifft insbesondere auf die Prüfwerkzeuge für die Emissionsberichte zu, hierbei ist z. B. zu untersuchen, ob und wie mit weiteren von verfügbaren statistischen (Flugsicherungs- und Wetter-) Daten die Qualität der Schätzung der Verbräuche und Prüfqualität verbessert werden kann.

Zudem gilt es, für die supranationalen politischen Prozesse in EU und ICAO eine wissenschaftlich fundierte Bewertung von Emissionshandelssystemen im Allgemeinen und des Europäischen Emissionshandelssystems im Besonderen zu erstellen, um die Lehren aus den Erfahrungen wissenschaftlich neutral in die entsprechenden Diskussionen einzubringen.

Schließlich besteht auch Forschungsbedarf hinsichtlich der inhaltlichen Weiterentwicklung des Instruments Emissionshandels im Bereich Luftverkehr. So ist etwa im Luftverkehr die Klimawirkung der Nicht-CO<sub>2</sub>-Effekte besonders bedeutsam, bisher regulatorisch aber nicht erfasst.

Hier bestehen Schnittstellen zu den Abteilungen „Industrieanlagen, Klimaschutzprojekte, Kundenservice und Rechtsangelegenheiten“ der DEHSt, „Verkehr, Lärm und räumliche Entwicklung“ und „Klimaschutz und Energie“.

### Interne Forschungsschwerpunkte

Ergänzend zu den extern vergebenen und zu vergebenden Forschungsprojekten verfolgt die Abteilung alle genannten Themen auch durch eigene Beiträge. Zu diesen in-

ternen Forschungsschwerpunkten gehören Marktanalysen und -auswertungen, die den Kohlenstoffmarkt im Speziellen wie auch den Energiemarkt im Allgemeinen umfassen. Ergebnisse dieser Analysen werden in regelmäßig erscheinenden internen Marktberichten auch anderen Facheinheiten und der Amtsleitung zur Verfügung gestellt.

Einen Schwerpunkt interner Forschung bilden die begleitende Untersuchung, Bewertung und Entwicklung von Vorschlägen zur strukturellen Reform des Emissionshandels. Ein Fokus liegt hier auf der von der Europäischen Kommission vorgeschlagenen Marktstabilitätsreserve, deren Einführung letztlich eine Stabilisierung des Markts für Emissionsberechtigungen sicherstellen soll. Je nach Verhältnis von Angebot und Nachfrage werden Berechtigungen dem Markt entzogen und in die Reserve eingestellt oder wieder aus der Reserve freigegeben. Unter Berücksichtigung dieses komplexen Instruments werden von der Abteilung zum einen verschiedene Marktszenarien analysiert und bewertet und zum anderen eigene Verbesserungsvorschläge für die weitere Diskussion des Instruments entwickelt und aufbereitet.

Die mittel- und langfristige Entwicklung der Klimaschutzziele der EU und ihre Implikationen für den ETS werden in dezidierter Form von der Abteilung regelmäßig analysiert, bewertet und zur weiteren Diskussion aufbereitet.

Zudem werden in der Abteilung auch eigene Beiträge zur Weiterentwicklung der Vollzugstätigkeiten erbracht. So wurde das excel®-basierte „Fuel Flow Check“-Tool entwickelt, welches als Prüfwerkzeug für die Emissionsberichte im Luftverkehr genutzt wird. Das Tool wurde in leicht abgewandelter Form auch einer ganzen Reihe von anderen EU-Mitgliedstaaten auf deren Wunsch zur Verfügung gestellt und wird nun dort ebenfalls zur Prüfung von Emissionsberichten im Luftverkehr verwendet.

Bei diesen Forschungen bestehen Schnittstellen zu den Abteilungen des Fachbereichs „Umweltplanung und Nachhaltigkeitsstrategien“ und zur Abteilung „Industrieanlagen, Klimaschutzprojekte, Kundenservice und Rechstangelgenheiten“ der DEHSt.

## 2.6 Fazit

Aus der Darstellung der Forschungsschwerpunkte der Abteilungen des UBA wird deutlich, dass die Forschungsergebnisse für die Erfüllung von originären Amtsaufgaben wie Monitoring, Politikberatung, Vollzug oder Information der Öffentlichkeit genutzt werden. Die aktuellen und geplanten Forschungsaktivitäten konkretisieren die Tätigkeiten und Kompetenzen des UBA entlang seiner Kettenkompetenz<sup>3</sup> und zeigen deren Facettenreichtum auf: Feststellung des Umweltzustands – Zustandsbewertung – Identifikation von Belastungsursachen – Erarbeitung von Lösungsvorschlägen – teilweise Umsetzung in eigenen Vollzugaufgaben – Erfolgskontrolle. Deutlich wird dabei, dass sowohl die Weiterentwicklung von Methoden zur effizienten Unterstützung von Monitoring- und Vollzugaufgaben Gegenstand der Ressortforschung ist als auch die Erarbeitung inhaltlicher Beiträge zur Bewältigung von Umweltproblemen. Grundlagen für die Nutzung von Erkenntnissen aus dem hier dargestellten kurz- und mittelfristigen Forschungsbedarf für die Belange des Ressorts sind die langjährige Erfahrung und Expertise der UBA-Mitarbeitenden.

Bei der Darstellung der Themenschwerpunkte wird auch die enge Verzahnung der verschiedenen Arbeitsschritte und -bereiche sichtbar, die eine sehr weit gefächerte hausinterne Vernetzung und Zusammenarbeit erfordert und mit sich bringt. An einzelnen Punkten wurde auf inhaltliche Berührungspunkte im Text hingewiesen. Alle Schnittstellen aufzuzeigen ist auf Grund der vielfachen Zusammenhänge schwer möglich. Deutlich wird jedoch, dass eine Stärke der Forschung des UBA darin liegt, dass methodisch und inhaltlich verschiedenartige Forschungsaktivitäten unter einem Dach erfolgen und es so vergleichsweise einfach ist, Wechselwirkungen und Querverbindungen herzustellen.

Die Bedeutung internationaler Zusammenarbeit ist verschiedentlich angeklungen. Da viele Sektoren stark durch die EU-Umweltpolitik und -Gesetzgebung geprägt sind, gehört die Kooperation in EU-Arbeitsgruppen in vielen Bereichen zum Arbeitsstandard. Die Kontakte von UBA-Mitarbeitenden mit internationalen Fachleuten ermöglichen einen fachlichen Erfahrungs- und Erkenntnisaustausch und tragen so dazu bei, neuen Forschungsbedarf zu erkennen, Ansätze des UBA für Problemlösungen zu identifizieren und an Dritte weiter zu geben.

---

<sup>3</sup> Siehe Abbildung 1 auf Seite 10.

### 3. Daten und Fakten

#### 3.1 Angaben zur Forschung

Das UBA hatte Ende Dezember 2013 insgesamt 1.436 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter, von denen 29,6% befristet beschäftigt sind. Gemäß der Definition des Wissenschaftsrates gehen wir davon aus, dass die der Forschung zuzurechnenden Tätigkeiten im Wesentlichen von den 674 Mitarbeitenden des höheren Dienstes in den Fachbereichen I-IV und E wahrgenommen werden. Der Forschungsanteil an den von den wissenschaftlichen Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern erbrachten Aufgaben beträgt ca. 28 %. Die Personalausgaben des UBA für interne Forschung beliefen sich damit für das Jahr 2013 auf etwa 12 Mio. EUR. Hinzu kommen besonders in den Laborfachgebieten Mitarbeitende anderer Laufbahngruppen, die in erheblichem Umfang an Forschungsaktivitäten beteiligt sind.

Das UBA fördert wissenschaftlichen Nachwuchs, indem es die Durchführung von Promotionsvorhaben ermöglicht und unterstützt. Im Zeitraum 2011-13 wurden 15 durch das UBA und kooperierende Hochschulen gemeinsam betreute Promotionen abgeschlossen. Darüber hinaus wurden im selben Zeitraum 14 Diplom-, Magister- und Masterarbeiten am UBA verfasst. Die Themen knüpfen jeweils eng an die fachlichen Aufgaben des Amtes an. Übersichten über die in den Jahren 2011 bis 2013 abgeschlossenen Promotionen und Abschlussarbeiten sind in den Anhängen 2 und 3 beigelegt.

Durch akquirierte Drittmittel (vornehmlich aus anderen Bundesressorts oder von der EU) bestehen Möglichkeiten, die interne Forschung zu vertiefen und nationale sowie vor allem internationale Forschungs Kooperationen und -netzwerke weiter auszubauen. Auf diesem Weg wirkt das UBA an der Realisierung des europäischen Forschungsraumes mit, für den sich die Europäische Kommission intensiv einsetzt. Entscheidend bei der Einwerbung von Drittmitteln sind ein enger inhaltlicher Bezug der Drittmittelprojekte zu den Amtsaufgaben des UBA und ein eigenes Interesse des UBA an der Durchführung der Vorhaben. Darüber hinaus wird streng auf die Wahrung der wissenschaftlichen Unabhängigkeit des UBA geachtet. Im Jahr 2013 verausgabte das UBA ca. 3,8 Mio. EUR für Drittmittelprojekte, wodurch ein Teil der internen Forschung finanziert wurde. Insgesamt liefen im Jahr 2013 37 drittmittelfinanzierte Forschungsvorhaben.

Neben der intern durchgeführten Forschung konzipiert und begleitet das UBA von externen Forschungsnehmern realisierte Forschungsvorhaben. Diese werden über den UFOPLAN (ko-)finanziert. Für die an externe Forschungsnehmer vergebenen Forschungsprojekte wurden im Jahr 2013 knapp 28 Mio. EUR über den UFOPLAN ausgegeben.

Die Ergebnisse aus Forschungsvorhaben werden grundsätzlich öffentlich zugänglich gemacht. Dies erfolgt z. B. über die Fachbibliothek des UBA vor Ort und im Bibliothekskatalog OPAC<sup>4</sup>, über die Umweltforschungsdatenbank UFORDAT<sup>5</sup> und auf der Home-

---

<sup>4</sup> <http://doku.uba.de/aDISWeb/app?service=direct/0/Home/%24DirectLink&sp=Swww-gates.uba.de%3A4111>

page des UBA. Über den Schriftentausch der Bibliotheken werden die Abschlussberichte, die in den UBA-Reihen erscheinen (z. B. in „UBA-Texte“), auch anderen (z. B. universitären) Bibliotheken zur Verfügung gestellt. Die Forschungsberichte sind auch über die BMUB-Internetseite zugänglich.

---

<sup>5</sup> <http://www.umweltbundesamt.de/themen/nachhaltigkeit-strategien-internationales/information-als-instrument/umweltforschungsdatenbank-ufordat>

## **3.2 Forschungsinfrastruktur des UBA**

Das UBA verfügt über eigene Forschungsinfrastruktur in Form von Laboren und Anlagen in den Außenstellen Bad Elster, Correns- und Bismarckplatz in Berlin sowie Langen und sieben Stationen des Luftmessnetzes. Auf dem Versuchsfeld Marienfelde in Berlin stehen zwei Anlagen mit einem Anschaffungswert von über 1,5 Mio. EUR. Hierbei handelt es sich um die Fließ- und Stillgewässer Simulationsanlage (FSA) sowie um die Simulationsanlage für Ufer- und Langsamsandfiltration (SIMULAF). Die Anlagen werden für die Bearbeitung von Amtsaufgaben durch interne Forschung eingesetzt. Freie Kapazitäten können auch von Externen – gegen Entrichtung eines Entgelts – genutzt werden.

### **3.2.1 Fließ- und Stillgewässer Simulationsanlage (FSA)**

Mit der seit ca. 2003 im Routinebetrieb befindlichen Fließ- und Stillgewässer-Simulationsanlage (FSA) lassen sich fließende, stehende und durchströmte Gewässer (Flusseen) mit den darin befindlichen aquatischen Lebensgemeinschaften nachbilden. Die FSA zählt zu den großen Modell-Ökosystemen, die Bindeglieder zwischen den vereinfachten und leicht zu kontrollierenden Laborversuchen und Freilandexperimenten (Feldstudien) darstellen. In der FSA lassen sich Untersuchungen unter naturnäheren, kontrollierteren Bedingungen als im Freiland bei gleichzeitig laborähnlich optimalen Beprobungsmöglichkeiten durchführen.

Der Zweck von Mesokosmen-Experimenten ist es u. a., gezielt Stoffe oder Mikroorganismen einzubringen, um ihre Wirkung auf Flora und Fauna festzustellen und Aussagen über ihre Verteilung und Stabilität zu machen. Dabei kann es sich um Stoffe handeln, die mit gereinigtem, kommunalem Abwasser (z. B. Arzneimittel, hormonell wirksame Stoffe), mit dem oberflächlichen Abfluss bei Niederschlagsereignissen (z. B. Pflanzenschutzmittel) oder nach Stör- bzw. Unfällen in Oberflächengewässer gelangen können. Die Anlage wird für Kontroll- und Plausibilitätsüberprüfungen der Bewertungen Dritter eingesetzt und zur wissenschaftlichen Unterstützung des Vollzugs von Gesetzen. Damit leistet sie einen Beitrag zur Stärkung der Kompetenz bei der Mitwirkung des Amtes bei der Zulassung von Stoffen und Formulierungen sowie in wissenschaftlicher Unterstützung des BMUB sowie zur Weiterentwicklung und Konsolidierung umweltrechtlicher Regelungen. Die FSA steht der Nutzung durch Dritte offen. Dies schließt die Benutzung der Infrastruktur der Anlage z. B. Online-Messtechnik und Datenbank ein. Bei Kooperationen oder Vermietung wird für den jeweiligen Nutzungszeitraum ein Entgelt erhoben.

#### **Aufbau der Anlage**

Die FSA ist eine technisch anspruchsvolle und große Versuchseinrichtung, die u. a. über 16 Fließrinnen mit einer Gesamtließstrecke von 1,6 km, 16 Teichen sowie über ein ca. 5 km langes Rohrleitungsnetz mit über 60 Pumpen und 360 Schiebeventilen einschließlich der dazugehörigen Messtechnik verfügt. Es handelt sich um ein sehr variables "Baukasten-System" mit verschiedensten Möglichkeiten der Verschaltung

von Rinnensegmenten (Veränderung der Fließstrecke) und Teichen unter- und miteinander.

Zur Simulation fließender Gewässer werden ca. 3 m lange und 1 m breite Rinnensegmente modular miteinander verbunden, sodass eine Fließstrecke von ca. 100 m Länge entsteht. Es sind jeweils acht Fließrinnen in der Halle sowie im Freigelände verfügbar. Bei Bedarf können diese Fließsysteme an die Versuchsteiche gekoppelt werden. Mittels Schneckenpumpen lassen sich Fließgeschwindigkeiten zwischen 0,02 - 0,8 m/s einstellen. Das Wasser kann im Kreislauf oder im Durchflussbetrieb gefahren werden.

Die Fließrinnen in der Halle verfügen über eine künstliche Beleuchtung in Form höhenverfahrbarer Lichtbänder. Für die Raumtemperatur in der Halle bestehen Regelungsmöglichkeiten. So kann die Temperatur in der Halle im Winter auf ca. 10° C und im Sommer unter 25° C gehalten werden. In jede Fließrinne können nach Bedarf durchströmte Beruhigungsbecken eingesetzt werden, die u. a. zur Bepflanzung mit Wasserpflanzen dienen.

Für die Simulation von stehenden Gewässern stehen jeweils acht große, parallel angeordnete Teiche in der Halle sowie im Freigelände zur Verfügung. Über Verbindungsschotts kann zwischen benachbarten Teichen ein ständiger Wasseraustausch erfolgen, optional ist auch eine Kopplung an die Fließrinnen möglich. Die Abmessungen der Teiche erlauben die Einrichtung einer ausgedehnten Uferzone einschließlich eines terrestrischen Bereichs.

Aus der Leitwarte der FSA läßt sich auch der sogenannte Rangierverteiler steuern, über den Wasser zwischen der SIMULAF und der FSA in beiden Richtungen ausgetauscht werden kann.

### **3.2.2 Die Simulationsanlage für Ufer- und Langsamsandfiltration (SIMULAF)**

Die Basis der SIMULAF bildet der ca. 3.500 m<sup>3</sup> fassende Speicherteich (wassergesättigter Bereich). Dieser wird durch eine Lysimeteranlage (ungesättigter Bereich) ergänzt. Ziel dieser Anlage ist es, den Durchbruch von Schadstoffen ins Uferfiltrat als auch den Eintrag von Schadstoffen über Böden in das darunterliegende Grundwasser unter natürlichen, aber dennoch teilweise kontrollierten Bedingungen abzuschätzen. Die Anlage bildet dadurch ein wichtiges Bindeglied zwischen Laborversuchen und Freilandbedingungen mit der Möglichkeit, Laborergebnisse auf ihre Übertragbarkeit auf größere Systeme hin zu überprüfen.

Der Speicherteich hat eine Länge von fast 90 m und eine Tiefe von bis zu ca. 2,3 m. Am ca. 50 m breiten nördlichen Ende befindet sich eine Uferfiltrationsstrecke. In Abständen von etwa 15 m und 35 m befinden sich in 3,5 m Tiefe zwei Sickergalerien (Drainagen) zur Aufnahme des Uferfiltrats (je ca. 10 m<sup>3</sup>/h). Von dort führen Abflussleitungen in den 4 m tiefen Keller des Messhauses.

Vom Speicherteich aus führen offene Betonkanäle zu 4 Langsamsandfiltern mit Filterflächen von je 80 m<sup>2</sup>. Das Filtrat (je 0,5 bis 6 m<sup>3</sup>/h) wird ebenfalls in den Keller des Messhauses geleitet.

Im Messhaus können die Abläufe beprobt werden. Sind keine Schadstoffe enthalten, wird das Wasser in den Speicherteich zurück gefördert. Anderenfalls wird es ins Abwasser geleitet. Der Verlust wird durch im eigenen Wasserwerk aufbereitetes Wasser ausgeglichen.

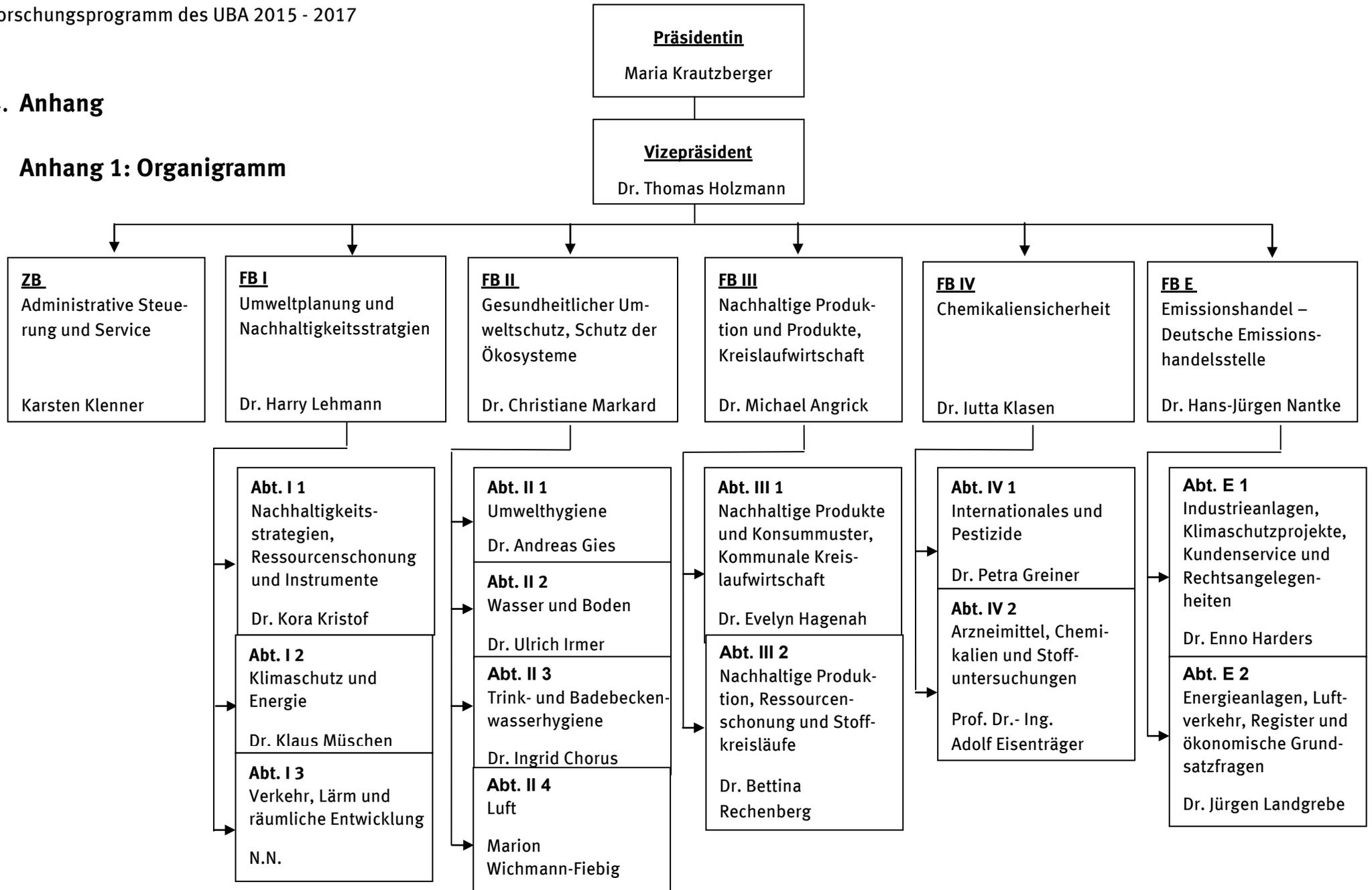
In einem Langsamsandfilterbecken sind zusätzlich 3 wassergesättigte Sandsäulen mit einer Länge von 1,5 m eingebaut („Enclosure-Säulen“). Diese werden durch Oberflächenwasser aus dem umgebenden Becken gespeist. Eine Beprobung des Wasser der Säulen ist in einer Tiefe von 30, 50 und 90 cm sowie am Ablauf möglich. Dadurch kann der Schadstoffverbleib in Abhängigkeit der Fließstrecke erfasst werden. Wichtige hydrochemische Parameter werden durch online-Messgeräten im Ablauf ermittelt. Die Wasserzusammensetzung im Zufluss lässt sich entsprechend den Versuchsanforderungen modifizieren, ebenso die Fließgeschwindigkeit.

Die gesamte Anlage ist nach unten durch eine Tondichtung und eine darunterliegende Sicherheitsdrainage gegen das Grundwasser abgeschottet.

Die Lysimeteranlage umfasst 16 Lysimeter aus gewachsenen, gut durchlässigen, sandigen Böden mit jeweils 1,5 bis 2 m Länge. Durch die Quantifizierung der Wasserflüsse (Zulauf durch Niederschläge, Verdunstung und Ablauf der Lysimeter) und der am Ende gemessenen Schadstoffkonzentrationen lässt sich die im Grundwasser ankommende Schadstofffracht ermitteln.

4. Anhang

Anhang 1: Organigramm



Anhang 2: *Tabelle 1: Abgeschlossene Promotionen am UBA im Zeitraum 2011-13*

<b>Themen abgeschlossener Promotionen am UBA im Zeitraum 2011-13</b>	<b>Betreuende Hochschule</b>
Auswahl und Bewertung von Daten aus Umweltbeobachtungsprogrammen zur Bilanzierung von Polychlorierten Biphenylen – Modelltheoretische Ansätze der Integration	Freie Universität Berlin
Dynamik von Cyanotoxinen im System Boden-Pflanze-Wasser	Technische Universität Berlin
Swelling of soil organic matter and pore-size distribution in soil as determined by <sup>1</sup> H NMR relaxometry	Universität Koblenz-Landau
Gesundheitsstandards für den Innenraumbereich auf EU-Ebene zur Implementierung harmonisierter gesundheitsbezogener Bewertung von VOC-Emissionen aus Bauprodukten	Humboldt-Universität Berlin
Rechtsfragen des Clean Development Mechanism	Universität Rostock
Ermittlung des Beitrags biogener Bestandteile des Feinstaub-aerosols in urbanen Ballungsräumen in der wohnnahen Umgebung	Humboldt-Universität Berlin
Der Einfluss statistischer Ausreißer auf die Schätzung der natürlichen Variabilität in Daten zu Biota	RWTH Aachen
Anwendung und Optimierung eines reaktiven Grabensystems zum Rückhalt von Nitrat und Pflanzenschutzmitteln aus Drainageabwässern	Technische Universität Berlin
Internationale Abfallwirtschaft - Technologietransfer	Bauhaus-Universität Weimar
Wirkung von Imidacloprid (Insekten-Wirkstoff) und weiterer Stressoren aus das Laubabbausystem in Fließgewässern und Feuchtgebieten	Universität Dresden
Ökologische Steuerung, EU-Instrumentenmix Material- und Ressourceneffizienz	Leuphana-Universität Lüneburg
Entwicklung von Nachhaltigkeitsindikatoren zur umwelttechnischen Analyse und Bewertung von Nahwärmeversorgungsnetzen auf der Basis regenerativer Energien	Leuphana-Universität Lüneburg
Möglichkeiten und Grenzen beim Einsatz von Indikatorviren zur Überwachung virusbelasteter Oberflächengewässer	Technische Universität Berlin
Untersuchung zur Insektizidresistenz bei der Bettwanze ( <i>Cimex lectularius</i> )	Freie Universität Berlin

<b>Themen abgeschlossener Promotionen am UBA im Zeitraum 2011-13</b>	<b>Betreuende Hochschule</b>
Die Befristung aus Haushaltsgründen nach § 14 Abs. 1 S. 2 Nr. 7 TzBfG unter Berücksichtigung des Gemeinschafts- und Verfassungsrechts	Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg

Anhang 3: *Tabelle 2: Abgeschlossene Abschlussarbeiten am UBA im Zeitraum 2011-13*

<b>Themen abgeschlossener Abschlussarbeiten am UBA im Zeitraum 2011-13</b>	<b>Betreuende Hochschule</b>
Bewertung von Online-Portalen zu nachhaltigem Konsum durch Fokusgruppen	Universität München
Untersuchungen zum Einfluss der Partikelbindung von lipophilen Modellschubstanzen mit PBT-ähnlichen Eigenschaften auf abiotische Abbauprozesse	Universität Potsdam
Die Bedeutung sozialer Innovation für eine nachhaltige Entwicklung - Adaption und Diffusion nachhaltiger sozialer Innovationen	Philipps Universität Marburg
Umweltkennzahlen	Fachhochschule Lübeck
Obesogene Wirkungen von Bisphenol A, Phthalaten und einigen persistenten Stoffen, die im Umweltsurvey gemessen worden sind	Charité-Universitätsmedizin Berlin
Untersuchungen zur Umsetzung der INSPIRE-Richtlinie am Umweltbundesamt	Hochschule für Technik und Wirtschaft Dresden
Evaluierung Bundeswettbewerb "Energieeffiziente Stadtbeleuchtung"	Hochschule Merseburg
Die Wirkungen von Micrlial volatik organic compounds (MVOCS) in der Innenraumluft auf unterschiedlichen Epithelzellen (A549)	Technische Universität Berlin
Konzeption eines webbasierten Klimafolgeninformationssystems auf der Basis des Fachinformationssystems Klimafolgen und Anpassung (FISKA) des Umweltbundesamtes	Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg
Chancen und Risiken des mobilen Arbeitens am Beispiel des Umweltbundesamtes	FH Bund
Das Abfallvermeidungsprogramm nach § 33 KrWG - Entwicklung und Umsetzung	Hochschule für Wirtschaft und Recht Berlin
Einfluss des Biozids Terbutryn auf die Photosyntheserate von <i>Myriophyllum spicatum</i> in unterschiedlichen Testsystemen	Charité-Universitätsmedizin Berlin
Diversitätsänderung von Pilzpopulationen unter Pestizidbelastung	Goethe-Universität Frankfurt am Main
Implementierung von In-vitro-Testverfahren im Umweltmonitoringprogramm	Technische Universität Bergakademie Freiberg



► **Diese Broschüre als Download**  
[www.uba.de](http://www.uba.de)

 [www.facebook.com/umweltbundesamt.de](http://www.facebook.com/umweltbundesamt.de)  
 [www.twitter.com/umweltbundesamt](http://www.twitter.com/umweltbundesamt)