

UMWELTFORSCHUNGSPLAN DES  
BUNDESMINISTERIUMS FÜR UMWELT,  
NATURSCHUTZ UND REAKTORSICHERHEIT

Forschungsbericht 202 91 601  
UBA-FB 000693



# **Anforderungsanalyse der Nutzung von satellitenbasierten Erdbeobachtungssystemen für die Umweltpolitik (SATUM)**

von

**Bernd Beule** (Projektverantwortung)

Umweltbundesamt

**Robert Backhaus** (Projektleitung)

unter Mitarbeit von

**Michael Bittner, Michael Bock, Erik Borg,  
Peter Gege, Thomas Holzer-Popp, Martina Kästner,  
Manfred Keil, Christian Lemm, Andreas Neumann,  
Eleni Paliouras, Godela Rossner, Achim Roth,  
Günter Strunz, Michael Wissen**

Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V.  
Institutsverbund Angewandte Fernerkundung

Im Auftrag des Umweltbundesamtes

Diese Publikation ist auch als Download unter  
<http://www.umweltbundesamt.de>  
verfügbar.

Der Herausgeber übernimmt keine Gewähr  
für die Richtigkeit, die Genauigkeit und  
Vollständigkeit der Angaben sowie für  
die Beachtung privater Rechte Dritter.  
Die in der Studie geäußerten Ansichten  
und Meinungen müssen nicht mit denen des  
Herausgebers übereinstimmen.

Herausgeber: Umweltbundesamt  
Postfach 33 00 22  
14191 Berlin  
Tel.: 030/8903-0  
Telex: 183 756  
Telefax: 030/8903 2285  
Internet: <http://www.umweltbundesamt.de>

Redaktion: Fachgebiet Z 3  
Bernd Beule

Berlin, August 2004

## Berichts-Kennblatt

1. Berichtsnummer UBA-FB 000693	2.	3.
4. Titel des Berichts Anforderungsanalyse der Nutzung von satellitenbasierten Erdbeobachtungssystem für die Umweltpolitik (SATUM)		
5. Autor(en), Name(n), Vorname(n) Backhaus, Robert et al.		8. Abschlußdatum 28. Mai 2004
6. Durchführende Institution (Name, Anschrift)  Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V. Porz Wannheide Linder Höhe 51147 Köln		9. Veröffentlichungsdatum
		10. UFOPLAN-Nr. 202 91 601
7. Fördernde Institution (Name, Anschrift)  Umweltbundesamt, Postfach 33 00 22, D-14191 Berlin		11. Seitenzahl 120
		12. Literaturangaben 30
		13. Tabellen und Diagramme 21
		14. Abbildungen 2
15. Zusätzliche Angaben		
16. Kurzfassung Vor dem Hintergrund zunehmender umweltpolitischer Überwachungs- und Berichtspflichten und technologischer Fortschritte in der Satellitenfernerkundung (SFE) waren Anwendungsmöglichkeiten für Satellitendaten im Rahmen der rechtsverbindlichen Aufgaben im Geschäftsbereich des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit zu untersuchen, einschließlich der nachgeordneten Bundesoberbehörden Bundesamt für Naturschutz, Bundesamt für Strahlenschutz und Umweltbundesamt. Prinzipielle Anwendungspotenziale wurden für insgesamt 13 Aufgabenkomplexe analysiert. Entsprechend den spezifischen Anforderungen aus den Behörden, dem Stand der Technik und möglichst vielfacher Nutzbarkeit wurden 9 SFE-Produkte vorgeschlagen, mit Schwerpunkt auf dem Monitoring von Landbedeckung und Landnutzung. Zur Effizienzanalyse wurden die Produktkosten abgeschätzt und eine unabhängige Produktbewertung durch Fachbetreuer in den Behörden durchgeführt. Die Bewertung ergab eine vorrangige Bedeutung der meisten Produkte für die Aufgabenbereiche Umweltbeobachtung und Umweltprobenbank des Bundes, Bodenschutz, Wassermanagement (Umsetzung der EU-Wasserrahmenrichtlinie) und Luftreinhaltung (Wirkungen auf sensitive Ökosysteme). Abschließende Empfehlungen betreffen die Abstimmung, Einrichtung und gemeinsame Finanzierung einer Grundversorgung mit Satellitendaten für Bund und Länder, die weitere Ausgestaltung der europäischen Initiative "Global Monitoring for Environment and Security" (GMES) mit dem Ziel eines GMES Service Centers und Datenarchivs "Landbedeckung", die verstärkte Förderung von Methodenanpassung und Software-Entwicklung zur effizienteren Datenverarbeitung und die Sicherung der Datenkontinuität durch operationelle Satellitenmissionen. Vergleichbare Anforderungsanalysen durch weitere Bundesressorts und eine regelmäßige Aktualisierung der vorliegenden Ergebnisse werden ebenfalls empfohlen.		
17. Schlagwörter Erdbeobachtung, Satellitenfernerkundung, Umweltpolitik, Bundestagsantrag; Effizienzanalyse		
18. Preis	19.	20.

## Report Cover Sheet

1. Report No. UBA-FB 000693	2.	3.
4. Report Title Requirements Analysis of Utilisation of Satellite-based Earth Observation Systems for Environmental Policy (SATUM)		
5. Autor(s), Family Name(s), First Name(s) Backhaus, Robert et al.	8. Report Date 28 May, 2004	9. Publication Date
6. Performing Organisation (Name, Address)  German Aerospace Center Porz-Wahnheide Linder Höhe 51147 Köln	10. UFOPLAN-Ref. No. 202 91 601	11. No. of Pages 120
	12. No. of Reference 30	13. No. of Tables, Diagrams 21
	14. No. of Figures 2	
	7. Sponsoring Agency (Name, Address)  Umweltbundesamt, Postfach 33 00 22, D-14191 Berlin	
15. Supplementary Notes		
16. Abstract In view of increasing monitoring and reporting obligations in environmental policy, and technological progress in satellite remote sensing, applications potentials for satellite data were to be analysed regarding the mandatory tasks within the scope of the Federal Ministry for the Environment, Nature Conservation and Nuclear Safety, including the assigned federal agencies Federal Agency for Nature Conservation, Federal Office for Radiation Protection, and Federal Environmental Agency. General potentials of application were analysed for a total of 13 task complexes. According to the specific requirements from the agencies, the state of the art, and preferably multiple usability, 9 remote sensing products were proposed, with emphasis on the monitoring of land cover and land use. For an efficiency analysis, the product costs were estimated, and an independent product evaluation was performed by thematic experts in the agencies. The evaluation showed most products to be of paramount importance for the task complexes Environmental Observation and Federal Environmental Specimen Bank, Soil Protection, Water Management (implementation of the EU Water Framework Directive), and Air Pollution Control (impacts on sensitive ecosystems). Concluding recommendations refer to the harmonisation, implementation and shared funding of a stock of satellite data for federal and federal states agencies, the further implementation of the European initiative "Global Monitoring for Environment and Security" (GMES), with the aim of establishing a GMES Service Center and data archive "Land Cover", enhanced fostering of adaption of methods and development of software for more efficient satellite data processing, and the continuity of data provision to be secured by operational satellite missions. Comparable requirements analyses by other federal departments and regular updating of the present results are also recommended.		
17. Keywords earth observation, satellite remote sensing, environmental policy, motion of the German Parliament, efficiency analysis		
18. Price	19.	20.

## Inhaltsverzeichnis

<b>0</b>	<b>ZUSAMMENFASSUNG/SUMMARY .....</b>	<b>1</b>
<b>1</b>	<b>EINFÜHRUNG UND PROJEKTZIELE .....</b>	<b>7</b>
<b>2</b>	<b>PROJEKTLOGIK UND METHODISCHER ANSATZ .....</b>	<b>10</b>
<b>3</b>	<b>RESSORTAUFGABEN UND BEOBACHTUNGSMETHODIK.....</b>	<b>14</b>
<b>3.1</b>	<b>Klimaschutz.....</b>	<b>18</b>
3.1.1	Klimaparameter und Treibhausgase .....	19
3.1.2	Kohlendioxid-Quellen/Senken (Landnutzung) .....	22
<b>3.2</b>	<b>Schutz der Erdatmosphäre (stratosphärisches Ozon) und Überwachung der solaren UV-Einstrahlung.....</b>	<b>24</b>
<b>3.3</b>	<b>Luftreinhaltung.....</b>	<b>28</b>
3.3.1	Luftschadstoffe und Luftverunreinigungen .....	29
3.3.2	Wirkungen auf sensitive Ökosysteme .....	34
<b>3.4</b>	<b>Meeresschutz (Eutrophierung).....</b>	<b>38</b>
<b>3.5</b>	<b>Wasser-Management .....</b>	<b>41</b>
3.5.1	Umsetzung der EU-Wasserrahmenrichtlinie .....	41
3.5.2	Umsetzung der EU-Badegewässerrichtlinie .....	45
3.5.3	Ausweisung/Überwachung von Wasserschutzgebieten .....	49
3.5.4	Hochwasservorsorge .....	52
<b>3.6</b>	<b>Naturschutz und Biologische Vielfalt.....</b>	<b>54</b>
<b>3.7</b>	<b>Raumbezogene Umwelt- und Landschaftsplanung .....</b>	<b>60</b>
<b>3.8</b>	<b>Deponiedatenerfassung .....</b>	<b>62</b>
<b>3.9</b>	<b>Bodenschutz.....</b>	<b>63</b>
<b>3.10</b>	<b>Umweltradioaktivität (Notfallschutz und Lagermittlung).....</b>	<b>69</b>
<b>3.11</b>	<b>Umweltbeobachtung und Umweltprobenbank des Bundes .....</b>	<b>72</b>
<b>3.12</b>	<b>Forest Focus .....</b>	<b>78</b>
<b>3.13</b>	<b>"Virtuelles Kraftwerk Deutschland" .....</b>	<b>79</b>
<b>4</b>	<b>PRODUKTSZENARIEN UND EFFIZIENZANALYSE.....</b>	<b>80</b>
<b>4.1</b>	<b>Szenariendefinition und –beschreibung .....</b>	<b>80</b>
<b>4.2</b>	<b>Effizienzanalyse.....</b>	<b>93</b>
4.2.1	Wirtschaftlichkeitsbetrachtung .....	94
4.2.2	Ergebnisse der Effizienzanalyse .....	95
<b>5</b>	<b>BEWERTUNG UND EMPFEHLUNGEN .....</b>	<b>106</b>
<b>5.1</b>	<b>Strukturelle Aspekte .....</b>	<b>106</b>

<b>5.2</b>	<b>Kosten .....</b>	<b>107</b>
<b>5.3</b>	<b>Internationales und europäisches Umfeld .....</b>	<b>109</b>
<b>5.4</b>	<b>Forschung und Entwicklung .....</b>	<b>110</b>
<b>5.5</b>	<b>Satellitenprogramme .....</b>	<b>110</b>
<b>5.6</b>	<b>Infrastruktur im Bodensegment.....</b>	<b>111</b>
<b>5.7</b>	<b>Umsetzung der vorgeschlagenen Produktszenarien.....</b>	<b>111</b>
<b>5.8</b>	<b>Fortschreibung der Anforderungsanalyse .....</b>	<b>113</b>
<b>6</b>	<b>LITERATURVERZEICHNIS .....</b>	<b>114</b>
<b>7</b>	<b>ANHANG: ÜBERSICHT ÜBER SATELLITENMISSIONEN UND SENSOREN.....</b>	<b>117</b>

## Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Ressortaufgaben und Beobachtungsfelder im Überblick .....	15
Tabelle 2: Datenbereitstellung und –nutzung im Überblick.....	16
Tabelle 3: SFE-relevante Aufgabenkomplexe .....	18
Tabelle 4: Zusammenfassung der Nutzeranforderungen.....	81
Tabelle 5: Verbessertes Landbedeckungsinformationssystem .....	84
Tabelle 6: Flächendeckendes Digitales Geländemodell.....	85
Tabelle 7: Flächendeckendes Monitoring der UV-Einstrahlung.....	86
Tabelle 8: Eutrophierungs-Monitoring für die Nord- und Ostsee .....	87
Tabelle 9: Gewässerbelastung (GMES Service Element Aqua SAGE).....	88
Tabelle 10: Siedlungsentwicklung und Flächenversiegelung .....	89
Tabelle 11: Aktuelle landwirtschaftliche Anbausituation.....	90
Tabelle 12: Waldmonitoring (GMES Service Element Forest Monitoring) .....	91
Tabelle 13: Veränderungserfassung für die Biotopüberwachung .....	92
Tabelle 14: Qualitätsbewertung von Produktszenarien (Schema) .....	99
Tabelle 15: Dringlichkeitsbewertung von Produktszenarien (Schema) .....	100
Tabelle 16: Qualitätsbewertung nach Kriterien.....	101
Tabelle 17: Qualitätsbewertung nach Ressortaufgaben .....	102
Tabelle 18: Dringlichkeitsbewertung nach Kriterien.....	103
Tabelle 19: Dringlichkeitsbewertung nach Ressortaufgaben .....	104
Tabelle 20: Effizienzabschätzung (Kosten/Qualität/Dringlichkeit).....	105
Tabelle 21: Effizienzabschätzung (Rangfolge).....	105

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Methodischer Ansatz und Arbeitsabläufe.....	11
Abbildung 2: Ableitung von Produktszenarien .....	83

## Abkürzungsverzeichnis

AFO2000	Deutsches Atmosphärenforschungsprogramm
AGFU	Arbeitsgemeinschaft Fernerkundung der Umwelt, s. Literaturverzeichnis BMU/BMBF 1994
ATKIS	Amtliches Topographisches-Kartographisches Informationssystem
ARD	Afforestation, Reforestation, Deforestation (Aufforstung, Wiederaufforstung, Entwaldung)
AREP	Atmospheric Research and Environment Programme
BauGB	Baugesetzbuch
BAuA	Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin
bBIS	Länderübergreifendes Bodeninformationssystem für Bundesaufgaben
BBodSchG	Bundesbodenschutzgesetz
BBodschV	Bundesbodenschutz- und Altlastenverordnung
BBR	Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung
BDF	Boden-Dauerbeobachtungsflächen
BfG	Bundesanstalt für Gewässerkunde
BFH	Bundesforschungsanstalt für Forst- und Holzwirtschaft
BfN	Bundesamt für Naturschutz
BfS	Bundesamt für Strahlenschutz
BGR	Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe
BKG	Bundesamt für Kartographie und Geodäsie
BLMP	Bund/Länder-Messprogramm
BLAK-UIS	Bund-Länder-Arbeitskreis Umweltinformationssysteme
BMBF	Bundesministerium für Bildung und Forschung
BMF	Bundesministerium der Finanzen
BMI	Bundesministerium des Inneren
BMU	Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit



BMVBW	Bundesministerium für Verkehr, Bau- und Wohnungswesen
BMVEL	Bundesministerium für Verbraucherschutz, Ernährung und Landwirtschaft
BMVg	Bundesministerium für Verteidigung
BMWi	Bundeswirtschaftsministerium
BnatSchG	Bundesnaturschutzgesetz
BNTK	Biotop- und Nutzungstypenkartierung
BSH	Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie
BÜK	Bodenübersichtskarte
BWI	Bundeswaldinventur
CCE	Coordination Centre on Effects
CBD	Convention on Biological Diversity
CH <sub>4</sub>	Methan
CIR	Color-Infrarot(-Luftbilder)
Cl	Chlor
CLC	CORINE Land Cover
ClO	Chlor(mon)oxid
CO <sub>2</sub>	Kohlendioxid
CORINE	Coordinated Information on the Environment
DEKLIM	Deutsches Klimaforschungsprogramm
DFD	Deutsches Fernerkundungsdatenzentrum
DFG	Deutsche Forschungsgemeinschaft
DG	Generaldirektorat
DGM	Digitales Geländemodell
DHM	Digitales Höhenmodell
DLR	Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V.

DPSIR	Driving Force, Pressure, State, Impact, Response
DWD	Deutscher Wetterdienst
ECE	Economic Commission for Europe
ECOSYS	radioökologisches Modell des BfS
EEA	European Environmental Agency
ESA	European Space Agency
ETC/TE	European Topic Centre/Terrestrial Environment
EUNIS	European Nature Information System
EURAD	European Air Pollution Dispersion
EURAD	Europäisches Ausbreitungs- und Depositionsmodell
EUROSTAT	Statistical Office of the European Communities
EU-VO	Verordnung des Rates der Europäischen Union
EZG	Einzugsgebiet (eines Fließgewässers)
(UN)FAO	(United Nations) Food and Agriculture Organisation
FCKW	Fluorchlorkohlenwasserstoff(e)
FFH	Fauna-Flora-Habitat
FFH	Flora-Fauna-Habitat Richtlinie
FIS	Fachinformationssystem
FM	Forest Monitoring
FStrG	Bundesfernstraßengesetz
GAW	Global Atmospheric Watch
GCOS	Global Climate Observing System
GEIN	German Environmental Information Network
GIS	Geographisches Informationssystem
GMES	Global Monitoring for Environment and Security
GSBL	Gemeinsamer Stoffdatenpool Bund/Länder

GSE	GMES Service Element
HACCP	Hazard Analysis and Critical Control Point
HF	Fluorwasserstoff(e)
HFC	teilhalogenierte Fluorkohlenwasserstoff(e)
ICAROS	Integrated Computational Assessment via Remote Observation Systems
ICP	International Cooperative Programme
ICP Forests	International Cooperative Programme on Assessment and Monitoring of Air Pollution Effects on Forests
ICSU	International Council of Scientific Unions
IIASA	International Institute for Applied Systems Analysis
IMAGI	Interministerieller Ausschuss für Geoinformationswesen
IMIS	Integriertes Mess- und Informationssystem zur Überwachung der Umweltradioaktivität
INSPIRE	Infrastructure for Spatial Information in Europe
InVeKoS	Integriertes Verwaltungs- und Kontrollsystem für flächenbezogene Beihilfen in der Landwirtschaft
IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change
JRC	Joint Research Centre
KBSt	Koordinierungs- und Beratungsstelle der Bundesregierung für Informationstechnologie in der Bundesverwaltung im Bundesministerium des Inneren
LABO	Länderarbeitsgemeinschaft Bodenschutz
LAI	Länderausschuss Immissionsschutz
LAI	Leaf Area Index (Blattflächenindex)
LANA	Länderarbeitsgemeinschaft Naturschutz, Landschaftspflege und Erholung
LAU	Landesamt für Umwelt
LAWA	Länderarbeitsgemeinschaft Wasser

LRT	Lebensraumtypen(-kartierung)
LUCAS	Land Use/Cover Area Frame Statistical Survey
LULUCF	Landuse, Landuse Change and Forest
MADE	Modal Aerosol-Dynamics model for EURAD/Europe
MAPP	MERIS Application and Regional Products Project
MKRO	Ministerkonferenz für Raumordnung
MOBIO	Monitoring of Changes in Biotope and Landuse Inventory in Denmark and Schleswig-Holstein by means of Satellite Image Analysis and GIS Technology
MUDAB	Meeresumwelt-Datenbank
MURSYS	Meeresumwelt-Reportsystem
NASA	National Aeronautics and Space Administration
NLÖ	Niedersächsisches Landesamt für Ökologie
NMHC	Nicht-Methan-Kohlenwasserstoffe
N <sub>2</sub> O	Distickstoffoxid
NOAA	National Oceanic and Atmospheric Administration
NO <sub>x</sub>	Stickstoffoxid
NO <sub>y</sub>	Stickoxide
O <sub>3</sub>	Ozon
OECD	Organisation for Economic Co-operation and Development
OFULSA	(s. Literaturverzeichnis LAU 2002)
PARK	Programmsystem zur Abschätzung und Begrenzung radiologischer Konsequenzen
PFC	perfluorierte Fluorkohlenwasserstoffe
PM10	Feinstaub
PNG	Probenahmegebiete
RODOS	Real-time On-Line Decision Support

ROG	Raumordnungsgesetz
ROSES	Real time Ocean Surveillance for Environment and Security
SAGE	Service for the Provision of Advanced Geo-Information on Environmental Pressure and State
SF <sub>6</sub>	Schwefelhexafluorid
SFE	Satellitenfernerkundung
SO <sub>2</sub>	Schwefeldioxid
SPIN	Spatial Indicators for European Nature Conservation
STABU	Statistisches Bundesamt
STREAMER	Small Scale Structure Early Warning and Monitoring in Atmospheric Ozone and Related Exposure
SUP	Strategische Umweltprüfung
UBA	Umweltbundesamt
UDK	Umwelt-Datenkatalog
UFOPLAN	Umweltforschungsplan
UIG	Umweltinformationsgesetz
UNCED	United Nations Conference on Environment and Development
UN/ECE	Wirtschaftskommission der Vereinten Nationen für Europa
UNEP	United Nations Environment Programme
UNESCO	United Nations Educational, Scientific and Cultural Organisation
UNFCCC	United Nations Framework Convention on Climate Change
URE	Umweltrisikoeinschätzung
USGS	U.S. Geological Survey
UVS	Umweltverträglichkeitsstudie
VOCs	Volatile Organic Compounds
VP	Vorhabenprüfung
VwV	Verwaltungsvereinbarung

WaStrG	Bundeswasserstraßengesetz
WCP	World Climate Programme
WCRP	World Climate Research Programme
WGE	UN/ECE Arbeitsgruppe „Wirkungen“
WHG	Wasserhaushaltsgesetz
WMO	World Meteorological Organisation
WRRL	Wasserrahmenrichtlinie
WSV	Wasser- und Schifffahrtsverwaltung des Bundes

## 0 Zusammenfassung/Summary

### **Hintergrund und Zielsetzung**

- Europäische Umweltpolitik und internationale Umweltabkommen stellen Deutschland vor neue Herausforderungen in der Umweltüberwachung und –berichterstattung.
- Neue Entwicklungen in der Satellitenfernerkundung bieten vielfältige Anwendungsmöglichkeiten, um die erforderlichen räumlichen Umweltinformationen aktuell und flächendeckend bereitzustellen.
- Nutzergetriebene europäische Initiativen bieten gegenwärtig eine attraktive programmatische Plattform zur operationellen Bereitstellung kostengünstiger Informationsprodukte auf globaler, europäischer, nationaler und regionaler Ebene.
- Zielsetzung der SATUM-Studie war vor diesem Hintergrund,
  - Anwendungsmöglichkeiten der Satellitenfernerkundung für die rechtsverbindlichen Aufgaben im Geschäftsbereich des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit zu analysieren (einschließlich der nachgeordneten Bundesoberbehörden Bundesamt für Naturschutz, Bundesamt für Strahlenschutz und Umweltbundesamt),
  - konkrete Lösungen zur Nutzung von Satellitendaten vorzuschlagen und
  - deren Kosten und Effizienz für die Erfüllung von Ressortaufgaben im Innen- und Außenverhältnis zu untersuchen.

### **Ergebnisse**

- Bisher genutzte räumliche Umweltdaten werden überwiegend außerhalb der Zuständigkeit des Bundesumweltressorts von den Bundesländern, anderen Bundesministerien sowie in verschiedenen Forschungsprogrammen erhoben. Für die Wahrnehmung nationaler Berichts- und Überwachungsaufgaben werden jedoch bundesweit einheitliche und aktuelle Daten benötigt.
- Für eine Vielzahl von Ressortaufgaben können Satellitendaten angewandt werden:
  - Klimabeobachtung und Klimaschutz
  - Schutz der Erdatmosphäre und Überwachung der UV-Strahlenbelastung
  - Luftreinhaltung und Überwachung der Umweltauswirkungen von Luftschadstoffen
  - Schutz der Meere vor Überdüngung
  - Umweltgerechte Bewirtschaftung und Schutz der Binnengewässer
  - Naturschutz und Bewahrung der biologischen Vielfalt
  - Räumliche Umwelt- und Landschaftsplanung
  - Bodenschutz und Bodenbeobachtung
  - Lageermittlung im Fall von nuklearen Unfällen
  - Umweltbeobachtung und Umweltprobenbank
  - Überwachung der Wälder und Erfassung von Kohlendioxid-Senken
  - Verbesserte Nutzung alternativer Energiequellen durch Standortoptimierung
- Entsprechend den Anforderungen der jeweiligen Fachbetreuer, dem Stand der Technik und möglichst vielfacher Nutzbarkeit wurden 9 Fernerkundungsprodukte vorge-

schlagen, mit dem Schwerpunkt auf Informationen zur Landbedeckung und Landnutzung.

- Vorläufige Kostenabschätzungen bewegen sich je nach Produkt zwischen 0,06 und 12 €/km<sup>2</sup>.
- Eine unabhängige Bewertung der Produkte durch einzelne Fachbetreuer in den Umweltbehörden belegte eine vorrangige Bedeutung der meisten Produkte für die Aufgabenbereiche
  - Umweltbeobachtung und Umweltprobenbank des Bundes,
  - Bodenschutz,
  - Wasser-Management: Umsetzung der EU-Wasserrahmenrichtlinie und
  - Luftreinhaltung: Wirkungen auf sensitive Ökosysteme.
- Aus Sicht der Umweltbeobachtung ist eine zeitlich unbegrenzte Datenarchivierung erforderlich.

### **Empfehlungen**

Die Anwendungsreife der Satellitenfernerkundung ist für ein breites Aufgabenspektrum im Bundesumweltressort gegeben. Einzelne Bundesländer treiben die Nutzung von Satellitendaten bereits regional voran. Besondere Bedeutung kommt dabei Informationen über die Entwicklung von Landbedeckung und Landnutzung zu. Anwendungsmöglichkeiten dafür bestehen auch für weitere Bundesressorts.

➤ Eine abgestimmte Grundversorgung mit Satellitendaten über Landbedeckung und Landnutzung im gesamten Bundesgebiet sollte zur gemeinsamen Nutzung durch Bund und Länder sichergestellt werden. Der Interministerielle Ausschuss für Geoinformationswesen, der Bund-Länder-Arbeitskreis Umweltinformationssysteme und weitere fachlich betroffene Bund-Länderarbeitsgemeinschaften sollten entsprechende Koordinations- und Abstimmungsaufgaben wahrnehmen. Konkrete Anforderungsanalysen durch weitere Bundesressorts werden in Anlehnung an die SATUM-Studie empfohlen.

Gemeinsame Nutzung bedeutet gemeinsame Finanzierung. Kostenvorteile sind durch teilweise zentrale Datenhaltung zu erzielen. Dafür ist ein nachhaltiges Finanzierungsmodell zu entwickeln, z.B. durch Ausweisung dedizierter Budgets in den Nutzerbehörden.

➤ Die gemeinsame Finanzierung eines zentralen Basisdatenpools ist zwischen Bund und Ländern zu vereinbaren.

Die europäische Initiative *Global Monitoring for Environment and Security* (GMES) wird gegenwärtig gemeinsam von EU und ESA unter Einsatz beträchtlicher Mittel (183 Mio. €) ausgestaltet. Ziel ist die Einrichtung operativer Informationsdienstleistungen im Rahmen themenbezogener europäischer Netzwerke (*GMES Service Centres*) für Aufgaben der Umwelt- und Sicherheitspolitik. Die Position der Europäischen Umweltagentur (EEA) zu GMES stimmt in ihren thematischen Schwerpunkten weitgehend mit den Ergebnissen von SATUM überein.



- Die künftigen GMES Dienstleistungszentren sollten im Hinblick auf eigene Nutzerprioritäten in europäischer und internationaler Zusammenarbeit aktiv mitgestaltet werden. Ziel sollte die Einrichtung eines GMES Dienstleistungszentrums und eines Datenarchivs mit dem Themenschwerpunkt „Landbedeckung“ sein.

Zur weiteren Senkung der Kosten eines verbesserten Landbedeckungsinformationssystems ist die Weiterentwicklung (Teilautomatisierung) von Auswertungsverfahren für optische Satellitendaten hoher Auflösung erforderlich.

- Die Methodenanpassung und Softwareentwicklung zur effizienteren Verarbeitung von Satellitendaten für den Bedarf der Umweltressorts in Bund und Ländern sollte gezielt gefördert werden.

Die derzeit aktuellen Satellitenmissionen mit Relevanz für die SATUM-Produktvorschläge haben überwiegend wissenschaftlich-experimentellen Charakter. Die Datenverfügbarkeit ist über die geplante Missionsdauer hinaus nicht unbedingt gewährleistet. Insbesondere bestehen aktuelle Probleme beim amerikanischen Satellitensystem Landsat.

- Die erforderliche Datenkontinuität für aus deutscher Sicht vorrangige Datenprodukte ist durch operationelle Satellitenmissionen zu gewährleisten. Entsprechende Forderungen der GMES-Nutzergemeinschaft sollte das BMU unterstützen.

Sowohl die rechtsverbindlichen Ressortaufgaben als auch die technischen und programmatischen Potenziale der Satellitenfernerkundung unterliegen einer dynamischen Entwicklung. Eine Anforderungsanalyse kann immer nur eine Momentaufnahme sein.

- Die Ergebnisse von SATUM sollten in 5jährigem Abstand aktualisiert werden.

## ***Background and Objective***

- In view of European environmental policy and international environmental conventions, Germany is facing new challenges in the field of environmental observation and environmental reporting.
- New developments in satellite remote sensing open up a broad range of potential applications, to provide essential spatial information on the environment in a global and timely way.
- At present, user-driven European initiatives are featuring an attractive programmatic platform for an operational supply of cost-efficient information products on the global, European, national and regional level.
- Objectives of the SATUM study were, against this background,
  - to analyse potential applications of satellite remote sensing to mandatory tasks within the scope of the Federal Ministry for the Environment, Nature Conservation and Nuclear Safety (including its assigned federal agencies Federal Agency for Nature Conservation, Federal Office for Radiation Protection, and Federal Environmental Agency),
  - to propose concrete solutions for the utilisation of satellite data and
  - to examine their costs and efficiency for the fulfilment of departmental tasks under internal and external obligations.

## ***Results***

- Spatial environmental data used up to now are mostly collected outside the responsibility of the federal environmental department, by federal state authorities, other federal departments or within several research programmes. On the other hand, homogenous and timely data sets are required all over the federal territory to comply with national reporting and monitoring tasks.
- Satellite data can be applied to a multitude of departmental issues:
  - climate observation and climate protection
  - protection of the earth's atmosphere and monitoring of the UV irradiation load
  - air pollution control and monitoring of environmental impacts of air pollutants
  - control of marine eutrophication
  - environmentally sound management and protection of inland waters
  - nature protection and conservation of biological diversity
  - spatial planning of environment and landscape
  - soil protection and soil monitoring
  - situation assessment in case of nuclear disasters
  - environmental observation and environmental specimen bank
  - forest monitoring and assessment of carbon dioxide sinks
  - improved utilisation of alternative energy sources by optimised plant location
- According to the requirements of the respective departmental experts, the state of the art, and preferably multiple usability, 9 remote sensing products were proposed, with emphasis on information on land cover and land use.

- Preliminary cost assessments range, depending on the respective product, between 0.06 and 12 €/km<sup>2</sup>.
- An independent evaluation of the products carried out by departmental experts of the environmental authorities addressed, showed most products to be of paramount importance in the fields of
  - environmental observation and federal environmental specimen bank,
  - soil protection,
  - water management: implementation of the EU Water Framework Directive, and
  - air pollution control: impacts on sensitive ecosystems.
- For reasons of environmental observation, temporary unlimited data archiving is required.

### **Recommendations**

Satellite remote sensing has been shown to be mature for application for a broad range of issues in the federal environmental department. Some federal states go ahead already with utilisation of satellite data on the regional level, with emphasis on information on the development of land cover and land use. There is an application potential also for other federal departments.

➤ A stock of satellite data on land cover and land use all over the federal territory should, in a coordinated way, be established for joint utilisation by federal and federal states authorities. The Interdepartmental Committee on Geoinformation (Interministerieller Ausschuss für Geoinformationswesen), the Federal/Federal States-Working Group Environmental Information Systems (Bund-Länder-Arbeitskreis Umweltinformationssysteme) and further thematically concerned federal/federal states working groups should attend to the coordination and harmonisation activities as appropriate. Additional concrete requirements studies by other federal departments, following the SATUM approach, are recommended.

Joint utilisation calls for shared funding. Cost advantages are to be achieved by partially centralised data archiving. A sustainable funding model is to be developed for that, e.g. by establishing dedicated budgets at the user authorities.

➤ Shared funding of a central basic data pool is to be arranged for by federal and federal state authorities.

The European initiative Global Monitoring for Environment and Security (GMES) is currently being implemented by EU and ESA, with considerable means (183 Mio. €) at stake. GMES is envisaged to provide operational information services in the framework of thematic European networks (GMES Service Centres) for issues of environmental and security policy. The position towards GMES of the European Environmental Agency (EEA) is, in its thematic points of emphasis, widely consistent with the SATUM results.

- The structure of future GMES service centres should be actively shaped, in European and international cooperation, with own user priorities in view. It should be the goal to establish a GMES service centre and a data archive thematically dedicated to "land cover".

To achieve further cost reduction of an improved land cover information system, further development (partial automation) of interpretation methods for high resolution optical satellite data is required.

- Meeting the requirements of the federal and federal states' environmental departments, adaption of methods and development of software for more efficient satellite data processing should be specifically fostered.

Current satellite missions relevant to the products as proposed in SATUM are mostly designed to serve science and technology objectives. Data availability is not necessarily ensured for the time after the scheduled mission duration. In particular, there are ongoing problems with the American Landsat satellite system.

- Data continuity as required for data products having precedence in the German perspective is to be secured by operational satellite missions. The BMU should support respective requests as brought forward by the GMES user community.

The mandatory departmental tasks, as well as the technical and programmatic potentials of satellite remote sensing are subject to dynamic changes. A requirements analysis will always be like a snap-shot.

- The SATUM results should be updated every 5 years.

## 1 Einführung und Projektziele

Die satellitengestützte Fernerkundung (SFE) bietet vielfache Nutzungsmöglichkeiten für Umweltforschung und Umweltpolitik, z.B. zur Unterstützung von Umweltberichterstattung und Katastrophenvorsorge. Ihre technologischen Grundlagen ermöglichen eine neue Qualität der Erdbeobachtung. Satelliten auf erdnahen Umlaufbahnen erlauben es, Atmosphäre, Meere und Erdoberfläche in relativ kurzen Zeitabständen mit hoher räumlicher Auflösung nahezu vollständig zu erfassen. Komplementär dazu wird durch Satelliten auf erdfernen sog. geostationären Umlaufbahnen eine kontinuierliche Beobachtung weiträumiger Regionen mit geringerer räumlicher Auflösung realisiert. Die Empfangs-, Prozessierungs- und Archivierungseinrichtungen im Bodensegment der SFE übertragen die Rohdaten in standardisierte, z.T. online verfügbare Datenprodukte. Konventionelle Methoden der Erdbeobachtung sind im Vergleich dazu auf die aufwendige Zusammenführung lokaler Daten angewiesen, wobei Beschränkungen in der räumlichen Repräsentanz oder Aktualität in Kauf zu nehmen sind (s.a. Backhaus et al. 2003).

Das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU) hat bereits frühzeitig das Nutzungspotenzial der SFE für die Umweltpolitik wahrgenommen und eine Bedarfsanalyse veranlasst (UBA 1991). Eine Konzeption „Satellitenfernerkundung für Umweltpolitik und –forschung: Bestandsaufnahme – Analyse – Perspektiven“ (AGFU) wurde gemeinsam vom BMU und vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF, damals Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft, Forschung und Technologie) vorgelegt (BMU/BMBF 1994).

In der AGFU-Studie wurden SFE-relevante Aufgaben des BMU-Geschäftsbereichs identifiziert, die aus Umweltgesetzen oder internationalen Verpflichtungen resultieren. Die bisherigen Verfahren zur Gewinnung der erforderlichen Informationsgrundlagen wurden systematisch mit den Möglichkeiten der Satellitenfernerkundung verglichen. Die Randbedingungen für die Nutzung von Satellitendaten haben sich seitdem in signifikantem Ausmaß fortentwickelt. Dies betrifft sowohl politische, programmatische und organisatorische Aspekte auf Seiten der Nutzung als auch technische, wissenschaftliche und operationelle Aspekte auf Seiten der Satellitenfernerkundung und Produktgenerierung.

Auf europäischer Ebene spiegelt sich diese Entwicklung z.B. in den Initiativen *Global Monitoring for Environment and Security* (GMES) und *Infrastructure for Spatial Information in Europe* (INSPIRE).

Mit der Initiative INSPIRE beabsichtigt die Europäische Kommission, in Zusammenarbeit mit den Mitglieds- und Beitrittsstaaten, relevante Geoinformation für die räumlich bezogenen Politikbereiche der Gemeinschaft in standardisierter Form verfügbar zu machen und das wirtschaftliche Potenzial harmonisierter Geodaten zu entwickeln. INSPIRE ist zunächst auf die räumlichen Informationsgrundlagen (Geobasisdaten und Fachdaten) im Bereich Umwelt- und Naturschutz ausgerichtet, mit der Perspektive einer Ausweitung auf Landwirtschafts- und Verkehrspolitik. Wesentliche rechtliche Randbedingungen für die weitere Umsetzung des INSPIRE-Konzepts sind durch die Richtlinie 2003/98/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 17.11.2003 über die Weiterverwendung von Informationen des öffentlichen Sektors (ABl. L 345/90) gegeben.

GMES ist eine gemeinsame Initiative der Europäischen Kommission und der Europäischen Weltraumorganisation (ESA) mit dem Ziel, bis 2008 die strukturellen Elemente für ein unabhängiges europäisches System zur globalen Umwelt- und Sicherheitsüberwa-

chung zu schaffen, mit Schwerpunkt auf der operationellen Bereitstellung von Informationsdienstleistungen für die europäische Umwelt- und Sicherheitspolitik, der Gewährleistung eines permanenten Dialogs zwischen Nutzern und Anbietern und der Entwicklung der erforderlichen rechtlichen, finanziellen, organisatorischen und institutionellen Rahmenbedingungen.

GMES Projekte mit wissenschaftlicher Zielsetzung werden im 6. Rahmenprogramm der EU durchgeführt. Projekte zur Entwicklung operationeller Informationsprodukte und –dienstleistungen werden gegenwärtig im Rahmen der Ausschreibung *Service Consolidation Actions of the Earthwatch GMES Services Element* der ESA durchgeführt.

Durch die fortschreitende Ausgestaltung einer gemeinsamen europäischen Umweltpolitik werden die Umweltverwaltungen der Mitgliedsstaaten vor erweiterte Aufgaben im Bereich der Erfassung und Überwachung räumlicher Strukturen und Prozesse gestellt. Ähnliches gilt für die Berichtspflichten im Rahmen internationaler Umweltkonventionen. In der Bundesrepublik sind diese Aufgaben im Rahmen der föderativen Kompetenzverteilung zwischen Bund und Ländern vor dem Hintergrund knapper werdender Haushaltsmittel zu bewältigen.

Neue Entwicklungen in der Satellitenfernerkundung und Informationsverarbeitung, z.B. in den Bereichen

- Sensortechnologie,
- räumliche, spektrale und zeitliche Auflösung,
- Datenfusion und -integration,
- Datenassimilation,
- teilautomatisierte Klassifizierungsverfahren,
- Geo-Informations-Systeme und
- Datennetze und Interoperabilität von Geodaten

lassen hilfreiche Lösungsbeiträge dazu erwarten.

Wichtige Meilensteine in der Diskussion dieser veränderten Randbedingungen zwischen Nutzern und Anbietern waren in der Bundesrepublik u.a.:

- der Workshop auf Einladung der Parlamentarischen Staatssekretäre von BMU und BMWi „Ferneerkundung für Umwelt, Natur und Landschaft“ am 20.1.2000 in Berlin,
- die Anhörung „Satellitengestütztes Umweltmonitoring als Instrument einer nachhaltigen Politik“ im Umweltausschuss des Bundestages am 22.3.2000,
- Bundestagsdebatte und Beschluss zur „Nutzung von Geoinformation in der Bundesrepublik Deutschland“ vom 14.2.2001,
- Bundestagsdebatte und Beschluss zur „Nutzung satellitengestützter Erdbeobachtungsinformationen“ (durch die Ressorts) vom 23.1.2002,
- der BLAK-UIS Workshop "Der Wandel der Fernerkundung - Dienstleistungsgedanke und operationelle Umweltinformation" am 18.4.2002 in Magdeburg,
- die IMAGI-Pilotprojekte zum Test der deutschen Geodateninfrastruktur, insbesondere das Projekt „Emissionsinventare“ und
- die Diskussion mit dem BMU und anderen Umweltbehörden im Rahmen der Projekte STREAMER und Ökologische Flächenstichprobe.

Vor diesem Hintergrund zielt die vorliegende Studie darauf ab, die zentralen Fragen aus dem Bundestagsantrag 14/7181 vom 17.10.2001, nämlich:

- „Für welche Ressortaufgaben ist die Gewinnung und Verwertung von satellitengestützten Erdbeobachtungsdaten generell vorstellbar und sinnvoll bzw. wird im Ausland bereits praktiziert?“
- „Welche Anforderungen bestehen an Qualität und Verfügbarkeit der benötigten Informationen?“
- „Welche Steigerung der Leistungsfähigkeit und Effizienz scheint bei der Nutzung derartiger Informationsdienste erreichbar und welche Investitions- und Folgekosten stehen diesen gegenüber?“

aus dem Blickwinkel des Umweltressorts der Bundesregierung in Form einer aufgabenbezogenen Analyse zu beantworten.

Die Arbeiten im Rahmen dieser Studie wurden von einer Steuerungsgruppe begleitet und aktiv unterstützt. Der Steuerungsgruppe gehörten an:

- Dr. Andreas Czepuck, Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (Vorsitz)
- Maria Werner, Bundesamt für Strahlenschutz
- Bernd Beule, Umweltbundesamt
- Dr. Michael Bilo, Bundesamt für Naturschutz
- Dr. Thomas Schütz, Umweltbundesamt ( bis Februar 2004 )
- Dr. Wolfgang Steinborn, Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V.
- Heinrich Zingelmann, Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit

## 2 Projektlogik und methodischer Ansatz

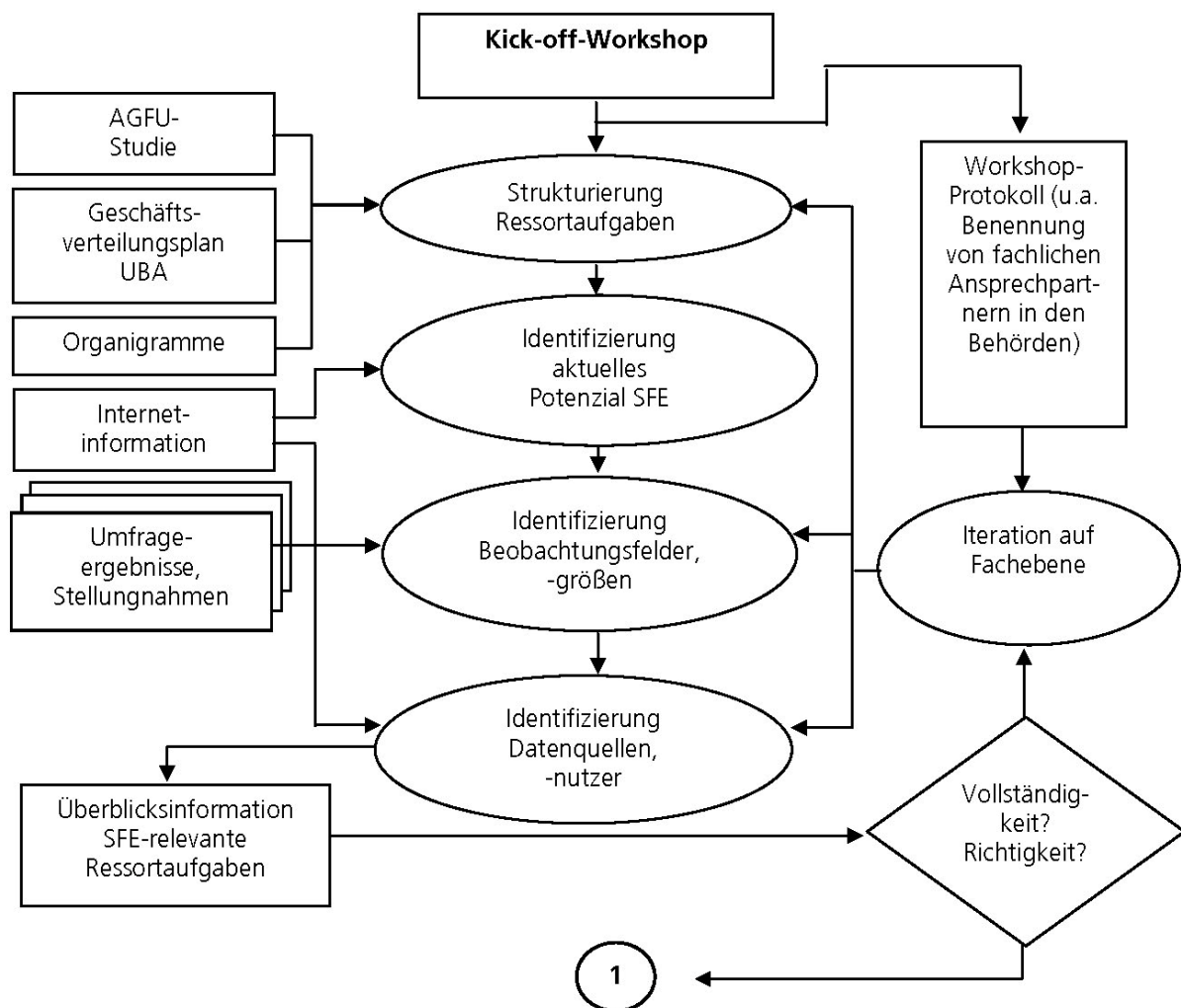
Entsprechend den vorstehend erläuterten Projektzielen wurde ein aufgabenorientierter *top down* – Ansatz zu Grunde gelegt. Ausgangspunkt der Untersuchung waren nicht die forschungs- oder technologiepolitisch motivierten Schwerpunktsetzungen im Raumfahrtprogramm, sondern die rechtsverbindlichen Aufgaben im Umweltressort des Bundes, repräsentiert durch

- das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU)

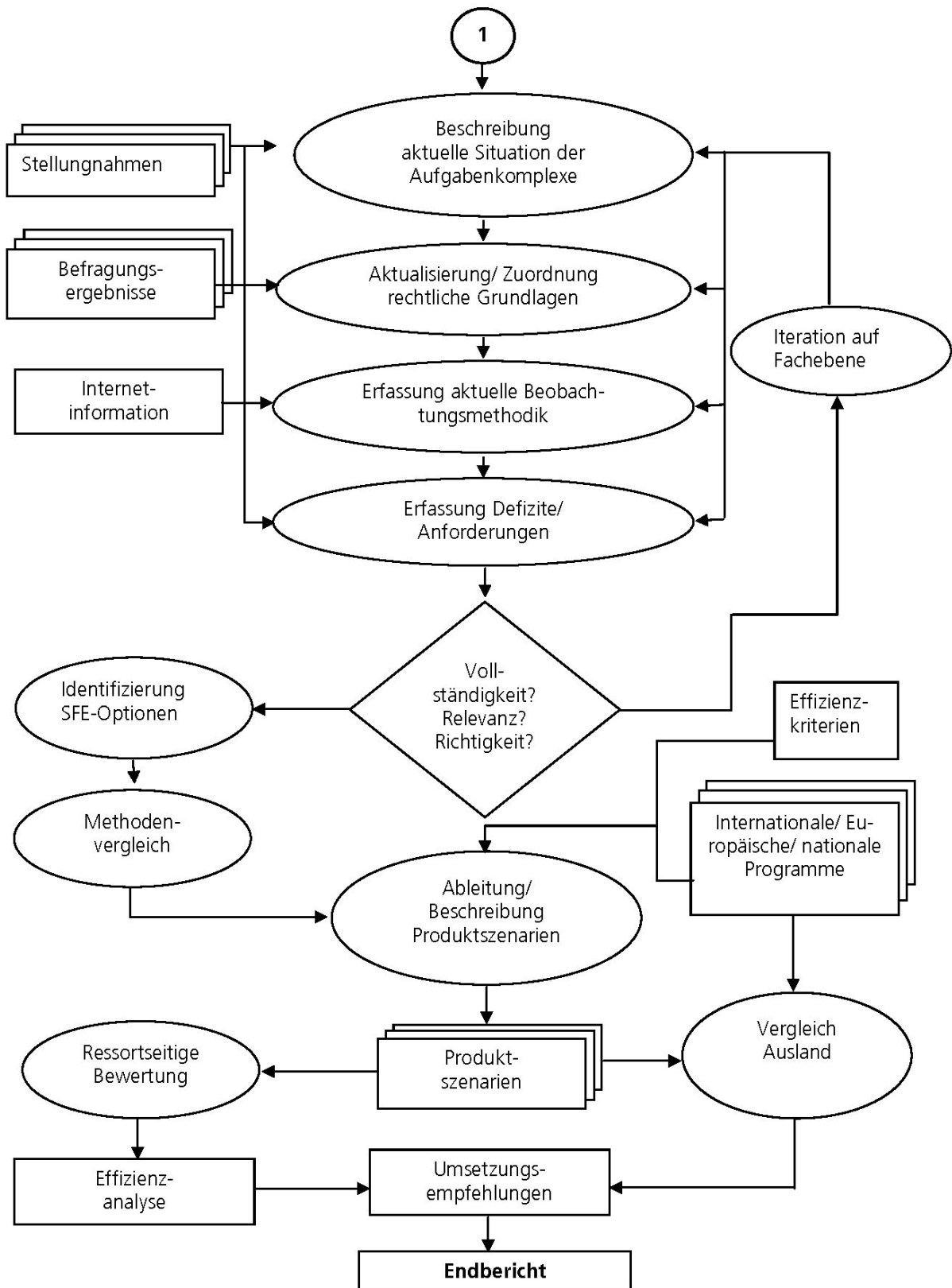
sowie die dem Ministerium nachgeordneten Bundesoberbehörden

- Bundesamt für Naturschutz (BfN),
- Bundesamt für Strahlenschutz (BfS) und
- Umweltbundesamt (UBA).

Einen Überblick über Arbeitsmethodik und -abläufe gibt das Flussdiagramm in Abb. 1.







**Abbildung 1: Methodischer Ansatz und Arbeitsabläufe**

Die Analyse der Ressortaufgaben und Anforderungen erfolgte in enger Abstimmung mit fachlichen Ansprechpartnern in den Behörden, die auf einem Workshop zu Beginn des Projekts benannt wurden.

Unabhängig vom aktuellen Sachstand der SFE-Nutzung, der Einschätzung ihres Potenzials aus Ressortsicht, sowie der Verfügbarkeit geeigneter SFE-Datenprodukte wurden zunächst anhand von Organigrammen, Geschäftsverteilungsplänen, ressortseitigen Stellungnahmen und Internetinformation möglichst umfassend diejenigen Aufgaben identifiziert, deren Informationsgrundlage offensichtlich eine Bereitstellung von räumlich bezogenen und verteilten Daten über die verschiedenen Umweltmedien erfordert (s. Kap. 3).

Parallel dazu wurde eine aktuelle Übersicht der verfügbaren Satellitenmissionen und ihrer nutzungsrelevanten Kenndaten erstellt (s. Anhang). Den identifizierten Aufgaben wurden nach Maßgabe des gegenwärtigen technologischen Potenzials der SFE prinzipiell der Fernerkundung zugängliche Beobachtungsfelder zugeordnet und in Abstimmung mit den Behörden mit physischen Beobachtungsgrößen untersetzt (s. Kap. 3).

Anhand der so ermittelten Beobachtungsfelder und Beobachtungsgrößen wurden die jeweiligen Zuständigkeiten für die Erhebung der Rohdaten und deren Integration bzw. Aggregation zu aufgabengerechten Datenprodukten ermittelt, um der Tatsache Rechnung zu tragen, dass die Kompetenzen des Umweltressorts zur Datenerhebung auf Bundesebene begrenzt sind und vielfach zur Erfüllung der Ressortaufgaben auf Daten anderer Bundes- bzw. Länderbehörden zurückgegriffen wird (s. Kap. 3).

Die so gewonnene Überblicksinformation über die potentiell SFE-relevanten Ressortaufgaben diente nach Iteration mit den jeweiligen Fachbetreuern in den Behörden als Strukturierungsgrundlage für die Identifizierung von thematisch zusammenhängenden, z.T. behördenübergreifenden Aufgabenkomplexen (s. Tab. 3).

Diese Aufgabenkomplexe wurden anschließend detaillierter beschrieben, mit jeweiliger Zuordnung der verbindlichen Rechtsgrundlagen (gegliedert nach Völkerrecht, EG-Recht und Bundesrecht) und der aktuellen, d.h. konventionell angewandten oder in Entwicklung befindlichen Beobachtungsmethodik bzw. darüber hinausgehender Anforderungen (Kap. 3.1 bis 3.13). Landesrechtliche Regelungen wurden nicht erfasst. Die Bezeichnung „konventionell“ ist im Zusammenhang mit der Beobachtungsmethodik nicht im technologischen Sinne zu verstehen, sie kann durchaus auch bereits die Nutzung von SFE-Daten (z.B. CORINE Land Cover) einbeziehen. Nach einer weiteren Iteration mit den Fachbetreuern wurden den in diesem Sinne „konventionellen“ Beobachtungsmethoden Optionen für die Nutzung von SFE-Daten nach dem gegenwärtigen Stand der Technik vergleichend gegenübergestellt. Für die Definition der SFE-Optionen waren sowohl aktuelle wie auch zeitnah geplante SFE-Missionen bestimmend.

Naheliegenderweise mussten die Angaben zur Beobachtungsmethodik bzw. zu den SFE-Optionen innerhalb eines Aufgabenkomplexes auf konkrete Beobachtungsgrößen (z.B. Oberflächenversiegelung, Spurengasemissionen u.a.) bezogen werden, um einen Vergleich anhand technischer Parameter wie Flächendeckung, räumliche Auflösung etc. zu ermöglichen. Eine Bewertung unter Effizienzaspekten auf der gleichen Ebene erschien dagegen nicht sinnvoll. Ein solcher Ansatz, d.h. eine isolierte Betrachtung von Effizienzpotenzialen jeweils einer ausschließlich technisch begründeten SFE-Option für eine spezifische Beobachtungsgröße hätte unter den folgenden Aspekten zu Problemen geführt:

- Vergleichbarkeit der Kosten bei z.B. komplementärem Charakter der SFE-Lösung,
- Verfügbarkeit von Kostendaten bei noch in Entwicklung befindlichen konventionellen Verfahren und entsprechenden Unschärfen im Anforderungsprofil,
- Berücksichtigung von Synergiepotenzialen bei einer aufgabenübergreifenden Nutzbarkeit von SFE-Produkten (Nutzungssynergie) und
- Berücksichtigung von programmatischen Umsetzungsmöglichkeiten (Programmsynergie).

Deshalb wurden als Grundlage für für die Effizienzanalyse Produktszenarien definiert (s. Kap. 4). Die Szenarien beschreiben machbare SFE-gestützte Informationsprodukte bzw. –dienstleistungen einschließlich der für ihre Umsetzung anzunehmenden Randbedingungen (z.B. Zusatzdaten, Modelle, ggf. FuE-Bedarf) und einer unverbindlichen Abschätzung des SFE-bezogenen Kostenrahmens. Maßgeblich für die thematische Definition der Szenarien waren neben der aktuellen Situation in umsetzungsrelevanten Programmen (Missionsprogramme und produktorientierte Programme wie z.B. GMES) allgemeine Effizienzkriterien wie z.B.

- identifizierter Nutzerbedarf,
- technische Machbarkeit einschließlich aktueller oder zeitnaher Verfügbarkeit geeigneter SFE-Daten und
- Vermeidung unrealistischer finanzieller Größenordnungen (z.B. keine flächendeckende Erhebung des Bundesgebiets mit höchstauflösenden SFE-Daten).

Für die Effizienzanalyse wurde eine modifizierte Wirtschaftlichkeitsbetrachtung auf Grundlage der Empfehlungen der Koordinierungs- und Beratungsstelle der Bundesregierung für Informationstechnologie in der Bundesverwaltung im Bundesministerium des Inneren (KBSt) zugrunde gelegt (s. Kap. 4). Diese Wirtschaftlichkeitsbetrachtung umfasst die Module

- Kosten/Nutzen,
- Qualität (unter Aspekten der internen und externen Auswirkungen einer Umsetzung des Szenarios in den Fachbereichen),
- Dringlichkeit (unter Aspekten der Erfüllung gesetzlicher Vorgaben und der Defizite bestehender Verfahren).

Die methodisch problematische Quantifizierung bzw. Monetarisierung des Nutzens (s. Kap. 4.2) wurde durch die Erfassung von Qualität und Dringlichkeit substituiert. Die Bezifferung der Module „Dringlichkeit“ und „Qualität“ wurde durch die jeweiligen potentiellen Nutzer in den Behörden anhand einheitlich vorgegebener Kriterien mittels einer normierten Bewertungsskala durchgeführt (s. Kap. 4).

Im Ergebnis liefert das Verfahren für jedes Szenario eine Effizienzbewertung in Form eines Tripels (Kosten, Dringlichkeit, Qualität).

Die Bewertungsergebnisse lieferten in der Zusammenschau mit den programmatischen Randbedingungen und einem Überblick über die Nutzungssituation für vergleichbare Umweltaufgaben im Ausland die Basis für abschließende Umsetzungsempfehlungen.

### 3 Ressortaufgaben und Beobachtungsmethodik

Die im Sinne der Themenstellung als relevant erfassten Ressortaufgaben (vgl. Kap. 2), ihre ressortseitige Wahrnehmung und die zugeordneten räumlich bezogenen Beobachtungsfelder sind in Tab. 1 zusammengestellt. Ausgehend von den identifizierten Beobachtungsfeldern zeigt Tab. 2

- die jeweils zugeordneten Beobachtungsgrößen, d.h. zu erfassende Parameter, Objekte und Klassen,
- die für die Beobachtung maßgebliche Raumskala (global, national, regional),
- die Quellen der jeweiligen Primärdaten bzw. der auf Bundesebene aggregierten Datenprodukte sowie ihre Nutzung.

Die in Tab. 2 gegebene Übersicht macht bereits vier grundsätzliche Randbedingungen für die weiterführende Untersuchung deutlich:

- Mit Ausnahme der Beobachtungsfelder „Klimaänderung“ und „Stratosphärische Ozondynamik“ ist die Beobachtung erwartungsgemäß ausschließlich auf nationaler bzw. regionaler Ebene gefordert.
- Die Erhebung und Bereitstellung der erforderlichen Primärdaten liegt für die meisten Beobachtungsfelder außerhalb der Zuständigkeit des Bundesumweltressorts.
- Primärdaten für die Umweltaufgaben des Bundes werden je nach Aufgabe von verschiedenen Fachbehörden der Länder bzw. ressortfremden Bundesbehörden einschließlich des Bundesministeriums für Verbraucherschutz, Ernährung und Landwirtschaft (BMVEL) sowie im Rahmen nationaler und internationaler Forschungsprogramme zur Verfügung gestellt.
- Die Verarbeitung zu aufgabenspezifischen Datenprodukten erfolgt je nach Aufgabe in BfN, BfS und UBA bzw. in anderen Bundesbehörden oder im Rahmen wissenschaftlicher Forschungsprogramme. Darüber hinaus ließen verschiedene Fachgespräche einen Trend zur projektmäßigen externen Vergabe von Aufträgen zur Erstellung und Aufbereitung benötigter Datenprodukte an Hochschulen, Forschungseinrichtungen und Industrie erkennen (*out-sourcing*).

Die in Tab. 1 gegebene Gliederungstiefe der Ressortaufgaben spiegelt deren organisatorische Differenzierung in den Organigrammen und Geschäftsverteilungsplänen der befassten Behörden. Die einzelnen Aufgaben wurden zum Zweck der sachlichen Zuordnung der gesetzlichen Grundlagen sowie zur vergleichenden Analyse der Beobachtungsmethodik (s.w.u.) in Form der in Tab. 3 aufgelisteten Aufgabenkomplexe strukturiert. Dabei wurde zwischen aktueller Rechtsverbindlichkeit und in Vorbereitung befindlichen Regularien unterschieden.

Diese Aufgabenkomplexe werden in den folgenden Teilkapiteln detaillierter analysiert, und zwar unter den Aspekten

- Beschreibung der aktuellen Situation,
- Identifizierung von Anforderungen an die Datengrundlage und ggf. FuE-Bedarf,
- Auflistung der rechtlichen Grundlagen,
- schematische Erfassung der aktuell angewandten Beobachtungsmethodik und
- Gegenüberstellung technisch machbarer SFE-Optionen.

**Tabelle 1: Ressortaufgaben und Beobachtungsfelder im Überblick**

<b>Umweltbereiche</b>	<b>Aufgaben</b>	<b>Wahrnehmung</b>	<b>SFE-relevante* Beobachtungsfelder</b>
<b>Atmosphäre</b>	Internationaler Klimaschutz, UN-Klimarahmenkonvention	BMU G II 1, IG 1.3; UBA I 2.7	Klimaänderung
	Schutz der Erdatmosphäre	BMU IG II 1, UBA I 2.7	Stratosphärische Ozondynamik
	Klimaschutz-Berichterstattung, Emissionssituation	BMU Z III 6, UBA II. 5.3	Emission von Treibhausgasen
	Gebietsbezogene Luftreinhaltung, Emissionssituation	BMU IG I 3, UBA II 5.3	Troposphärische Luftschadstoffe/Luftverunreinigungen
	Hochwasservorsorge	BMU WA I 1	Niederschlag
<b>Binnengewässer</b>			Abfluß
	Gesundheitsvorsorge für Badegewässer	UBA II 3.3	Ausbreitung von Cyanobakterien
<b>Meere</b>	Meeresschutz	UBA II 2.3	Eutrophierung d. Nord-u. Ostsee
<b>Landoberfläche</b>	Naturschutz und Biologische Vielfalt	BMU N I 1, BfN I 1.3	Habitate und Biotope
	Klimaschutzprogramm, Kyoto-Protokoll	BMU Z III 6, UBA I 2.7 FB "E"	Kohlendioxid-Quellen/Senken, Treibhausgas-Emissionen
	Vorbereitung EU-Verordnung „Forest Focus“	BMU N I 1	Waldzustand, Biologische Vielfalt, Kohlenstoff-Senken**
	Luftreinhaltung: Wirkungen auf sensitive Ökosysteme	UBA II 4.4	Landbedeckung
	Umweltbeobachtung	BMU N I 1, UBA II 1.3, BfN I 1.3	Landbedeckung, Landnutzung
	Umweltprobenbank des Bundes	BMU N I 1, UBA II 1.4	Landbedeckung, Landnutzung
	Raumbezogene Umwelt- und Landschaftsplanung	UBA I 2.3, BfN II 3	Landnutzung
	EZG-bezogenes Wasser-Management (EU-Wasserrahmenrichtlinie)	UBA II 3.4	Landnutzung
	Ausweisung u. Überwachung von Wasserschutzgebieten	UBA II 4.3	Landnutzung
	Bodenschutz, Bodendauerbeobachtung	UBA II 4	Bodenerosion, landwirtschaftliche Bodennutzung, Flächenmanagement/-verbrauch
	Deponiedatenerfassung	BMU WA II 5, UBA III 3.3	Deponien
	Umweltradioaktivität: Notfallschutz, Lageermittlung	BfS SW 3.2	Landnutzungsarten, landwirtschaftliche Anbausituationen
	Neue Energietechnologien („virtuelles Kraftwerk Deutschland“)	BMU Z III 2/Z III 3, UBA I 2.5	Potenziale für Solar- und Windenergie**

\* im Sinne prinzipieller Zugänglichkeit mittels Fernerkundung

\*\* erforderliche Beobachtungsgrößen noch nicht definiert

**Tabelle 2: Datenbereitstellung und –nutzung im Überblick**

<b>Beobachtungsfeld</b>	<b>Beobachtungsgrößen</b>	<b>Raumskala</b>	<b>Datenerhebung/-bereitstellung</b>	<b>Datenverarbeitung/-integration</b>	<b>Nutzung aggregierter Datenprodukte</b> (im Bundesumweltressort)
<b>Klimaänderung</b>	Klimaparameter: - Temperatur - Niederschlag - Bodenfeuchte - Bewölkung - Eis - Küstenlinien - Strahlungsbilanz - Vegetationszonen	global, regional	Klimadatenzentren u. Wetterdienste im Rahmen internationaler Klima- u. Atmosphärenforschungsprogramme (WCP, GCOS, AREP)		BMU (G II 1, IG I.3), UBA (I 2.7)
<b>Stratosphärische Ozondynamik</b>	- Ozon - Fluorchlorkohlenwasserstoffe - Halone - Chlor - Chlormonoxid - Fluorwasserstoff - Stickoxide - Aerosole - UV-Einstrahlung	global	internationale u. nationale Forschungsprogramme (ENVISAT, AFO2000, DEKLIM), bodengestütztes Messnetz (UBA, BfS u. weitere Bundes- u. Ländereinrichtungen), STABU		BMU (IG II 1, G II 3), UBA (I 2.7), BfS
<b>Emission v. Treibhausgasen</b>	- Kohlendioxid - Methan - Distickstoffoxid - Wasserstoffhaltige Fluorkohlenwasserstoffe - Perfluorierte Fluorkohlenwasserstoffe - Schwefelhexafluorid	national	STABU	UBA (II 5.3)	BMU (Z III 6)
<b>Troposphärische Luftverunreinigungen/ Luftschadstoffe</b>	- Ozon - Stickoxide - Schwefeldioxid - Nicht-Methan-Kohlenwasserstoffe - Aerosole	national	STABU, Immissionsmessnetze des UBA u. der Länder	UBA (II 5.2)	BMU (IG I 3), UBA (II 5.3)
<b>Niederschlag</b>	Niederschlagsmengen	national, regional	DWD		BMU (WA I 1)
<b>Abfluss</b>	Pegelstände	regional	BfG, WSV		
<b>Ausbreitung v. Cyanobakterien</b>	Gewässertrübung, Chlorophyll	regional	Kreisgesundheitsämter	UBA II 3.3	UBA II 3.3
<b>Eutrophierung d. Nord- u. Ostsee</b>	Chlorophyllgehalt	regional	BSH		UBA (II 2.3)
<b>Habitate und Biotope</b>	Flächen- und Zustandsveränderung	national, regional	Landesumweltverwaltungen	BfN (I 1.3)	BMU
<b>Kohlenstoff-Senken</b>	Waldflächenänderung	national	Landesforstverwaltungen	BMVEL, BFH	BMU (Z III 6, N I 1), UBA (I 2.7)

<b>Beobachtungsfeld</b>	<b>Beobachtungsgrößen</b>	<b>Raumskala</b>	<b>Datenerhebung/-bereitstellung</b>	<b>Datenverarbeitung/-integration</b>	<b>Nutzung aggregierter Datenprodukte</b> (im Bundesumweltressort)
<b>Landbedeckung</b> (Luftreinhaltung: Wirkungen auf sensitive Ökosysteme)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Wald</li> <li>- Grünland</li> <li>- Heiden / Moorheiden</li> <li>- Torfmoore</li> <li>- Wasserflächen</li> </ul>	national	Landesumweltverwaltungen  Landesforstverwaltungen	BMVEL, BFH, UBA (II 4.4)	UBA (II 4.4), BfN (Z 2.1)
<b>Landbedeckung, Landnutzung</b> (Umweltbeobachtung u. Umweltprobenbank)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Vegetationszonen</li> <li>- Bodennutzung</li> <li>- Digitales Geländemodell (DGM)</li> <li>- Klimaparameter</li> <li>- Phänologie</li> </ul>	national	Verfahren in Entwicklung		UBA (II 1.3; II 1.4), BfN (II 3)
<b>Landnutzung</b> (Raumbezogene Umweltplanung)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Flächenversiegelung</li> <li>- Flächenzerschneidung</li> </ul>	national	Verfahren in Entwicklung BfN (II 3)		UBA (I 2.3), BfN (II 3)
<b>Landnutzung</b> (Wasser-Management)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Siedlungsflächen</li> <li>- Ackerflächen</li> </ul>	national	LAWA, BKG, STABU	UBA (II 2.4)	UBA (II 2.4)
<b>Landnutzung</b> (Wasserschutzgebiete)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Waldflächenänderung (ARD)</li> <li>- Landwirtschaftliche Bodennutzung</li> <li>- Bodenversiegelung</li> <li>- DGM (Hangneigung, Exposition)</li> </ul>	national	Landesbehörden	UBA (II 3.3)	UBA (II 3.3)
<b>Bodenerosion</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- DGM</li> <li>- Landbedeckung/ -nutzung</li> </ul>	national, EU	Landesvermessungsämter	BKG	BMU (WA I 5), UBA (II 4)
<b>Landwirtschaftl. Bodennutzung</b> (Bodenschutz)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Siedlungsflächen</li> <li>- Ackerkulturen</li> <li>- Veränderung d. Landnutzung</li> </ul>	national	je nach Datenverfügbarkeit bei Bundes- und Landesbehörden		BMU (WA I 5), UBA (II 4)
<b>Siedlungs- u. Verkehrsflächen</b> (Bodenschutz)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Flächenverbrauch</li> </ul>	national	Landesvermessungsämter	BKG, STABU, BBR	BMU (WA I 5), UBA (II 4), BfN (Z 2.1)
<b>Deponien</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Veränderung v. Verfüllungsstand u. rekultivierter Oberfläche</li> </ul>	national	Landesumweltverwaltungen, private Deponiebetreiber	UBA (III 3.3)	BMU (WA II 5), UBA (III 3.3)
<b>Landnutzung, Landwirtschaftl. Anbauflächen</b> (Umweltradioaktivität)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Siedlungsflächen</li> <li>- Pflanzliche Produktion</li> <li>- Phänolog. Status</li> <li>- Blattflächenindex</li> </ul>	national	STABU	BfS (SW 3.2)	BfS (SW 3.2)

**Tabelle 3: SFE-relevante Aufgabenkomplexe**

<b>Aufgabenkomplexe</b>	<b>aktuelle Rechtsver- bindlichkeit</b>	<b>Regelwerk in Vorberei- tung</b>
• <b>Klimaschutz</b>		
- <b>Klimaparameter und Treibhausgase</b>	X	
- <b>Kohlendioxid-Quellen/Senken (Landnutzung)</b>	X	
• <b>Schutz der Erdatmosphäre (stratosphärisches Ozon) und Überwachung der solaren UV-Einstrahlung</b>	X	
• <b>Luftreinhaltung</b>		
- <b>Luftschadstoffe und Luftverunreinigungen</b>	X	
- <b>Wirkungen auf sensitive Ökosysteme</b>	X	
• <b>Meeresschutz (Eutrophierung)</b>	X	
• <b>Wasser-Management</b>		
- <b>Umsetzung EU-Wasserrahmenrichtlinie</b>	X	
- <b>Umsetzung EU-Badegewässerrichtlinie</b>	X	X*
- <b>Ausweisung/ Überwachung von Wasserschutzgebieten</b>	X	
- <b>Hochwasservorsorge</b>	X	
• <b>Naturschutz und Biologische Vielfalt</b>	X	
• <b>Raumbezogene Umweltplanung</b>	X	
• <b>Deponiedatenerfassung</b>	X	
• <b>Bodenschutz</b>	X	X**
• <b>Umweltradioaktivität (Notfallschutz und Lageermittlung)</b>	X	
• <b>Umweltbeobachtung und Umweltprobenbank des Bundes</b>	X	X***
• <b>Wald-Monitoring (Forest Focus)</b>		X****
• <b>„Virtuelles Kraftwerk Deutschland“ *****</b>		

\* Revision der EU Badegewässer-Richtlinie

\*\* EU Boden/Monitoringrichtlinie

\*\*\* Novellierung des Umweltinformationsgesetzes

\*\*\*\* Entwurf einer EU-Verordnung für das Monitoring von Wäldern und der Umweltwechselwirkungen

\*\*\*\*\* perspektivische Konzeption

### **3.1 Klimaschutz**

Die auf der UNCED Konferenz von Rio de Janeiro 1992 verabschiedete Klimarahmenkonvention (UNFCCC) hat zum Ziel, eine gefährliche Störung des globalen Klimasystems durch weltweite Verminderung der Emission von Treibhausgasen zu verhindern. Gleichzeitig soll eine natürliche Anpassung der Ökosysteme an Klimaänderungen sowie eine nachhaltige Entwicklung derart gewährleistet und sichergestellt werden, dass die Nahrungsmittelproduktion nicht gefährdet wird. 1997 wurde auf der dritten Vertragsstaatenkonferenz in Kyoto ein Protokoll verabschiedet, das die Industrieländer auf definitive Quoten in der Emissionsreduktion der sechs wichtigsten Treibhausgase im Zeitraum 2008 bis 2012 verpflichtet. In begrenztem Maße können die Vertragsstaaten ihre Verpflichtungen auch durch Reduktionsmaßnahmen im Ausland erfüllen (*joint implementation and clean development mechanism*). Bei Unterschreiten des zulässigen Emissionsniveaus können die entsprechenden Emissionen an andere Vertragsparteien mit Verpflichtungen verkauft werden. Emissionsreduzierende Maßnahmen beinhalten sowohl die direkte Emissionsvermeidung als auch in begrenztem Umfang die Festlegung emittierten Kohlenstoffs in der Biomasse (Erhöhung der Kapazität von Kohlenstoffsenken z.B. durch Aufforstung).



### 3.1.1 Klimaparameter und Treibhausgase

Die Durchführung des Klimaschutzprogramms der Bundesregierung und die Klimaschutzberichterstattung an das Sekretariat der UNFCCC obliegt dem BMU. Die Klimaschutzaufgaben des UBA umfassen u.a. die Erarbeitung wissenschaftlicher Grundlagen zu Klimaänderungen und deren Folgen, die Ableitung von Umweltqualitäts- und – handlungszielen und die Entwicklung von praktischen Maßnahmen zur Senkung der Emissionen. Zur Wahrnehmung dieser Aufgaben sind Daten über die globale und regionale Klimaentwicklung und über die nationale Emissionssituation erforderlich. Die Erhebung und Auswertung von klimatologischen Daten wird dabei vom Deutschen Wetterdienst (DWD) wahrgenommen.

Zur Information über den globalen Klimawandel werden Daten zu folgenden Parametern benötigt:

- Temperatur,
- Niederschlag,
- Bodenfeuchte,
- Bewölkung,
- Eis,
- Küstenlinien,
- Strahlungsbilanz und
- Vegetationszonen.

Die kontinuierliche Bereitstellung globaler und regionaler Klimadaten ist gegenwärtig im Rahmen der internationalen Klimaforschungsprogramme gewährleistet. Als bedeutendste internationale Dachprogramme sind in diesem Zusammenhang das *World Climate Programme* (WCP) und das *Global Climate Observing System* (GCOS) zu nennen.

Das WCP ist ein gemeinsames wissenschaftliches Programm von WMO, UNEP, UNESCO (*Intergovernmental Oceanographic Commission*) und ICSU und hat zum Ziel, ein besseres Verständnis des Klimasystems zu entwickeln und für die gesellschaftliche Bewältigung von Klimafolgen anzuwenden.

Im Rahmen des WCP wird das *World Climate Research Programme* (WCRP) durchgeführt, das Forschungsprojekte über die globale Atmosphäre, die Ozeane, Eisbedeckung von Land und Meeren und die Landoberfläche umfasst.

In gleicher Trägerschaft (WMO, UNEP, UNESCO, ICSU) wird seit 1992 das GCOS Programm durchgeführt. GCOS ist ein koordinierendes Programm, das die Bereitstellung von Klimadaten aus den operationellen Messprogrammen nationaler und internationaler Organisationen für alle potentiellen Nutzer sicherstellen soll.

Ebenfalls koordinierende Funktion hat das *Atmospheric Research and Environment Programme* (AREP) der WMO. Ein Teilprogramm von AREP ist u.a. *Global Atmosphere Watch* (GAW), ein operationelles Programm mit der Aufgabe, globale qualitätsgesicherte Atmosphärendaten zu erheben, zu kalibrieren und über dedizierte Weltdatazentren (*GAW World Data Centres*) den Nutzern verfügbar zu machen.

Satellitendaten sind schon seit geraumer Zeit eine unverzichtbare Informationsgrundlage der globalen Klimabeobachtung und -forschung. Klima- und Atmosphärenforschung wiederum haben der Entwicklung der nationalen, europäischen und internationalen SFE-Programme bedeutende Impulse gegeben.

Auf nationaler Ebene werden in Deutschland klimarelevante Daten einschließlich der Hintergrundkonzentrationen von Treibhausgasen über die Messnetze des DWD, des BSH und des UBA erhoben. Im DFD wird auf der Grundlage operationell empfangener Satellitendaten eine europäische Wolkenklimatologie erstellt. Die Förderung der Forschungsaktivitäten zum Klimawandel einschließlich der systematischen Beobachtung (Beobachtungssysteme, SFE, Datenmanagement, Informationsmanagement) wird ganz überwiegend vom BMBF und von der DFG wahrgenommen. In der aktuellen Diskussion zur künftigen Ausrichtung des deutschen Klimaforschungsprogramms werden Aspekte der Klimafolgenforschung und der sozioökonomischen Relevanz seitens des BMBF zunehmend betont (s.a. Schröder et al. 2002; Gethmann u. Lingner 2003).

Im Wege der Klimaschutzberichterstattung an das UNFCCC-Sekretariat sind nach dem Kyoto-Protokoll jährliche Emissionsinventare nach den Richtlinien des IPCC in einem einheitlichen Berichtsformat zu erstellen. Die Emissionsinventare enthalten Jahressummen der sechs wichtigsten Treibhausgase

- Kohlendioxid (CO<sub>2</sub>),
- Methan (CH<sub>4</sub>),
- Distickstoffoxid (N<sub>2</sub>O),
- teilhalogenierte Fluorkohlenwasserstoffe (HFC),
- perfluorierte Fluorkohlenwasserstoffe (PFC) und
- Schwefelhexafluorid (SF<sub>6</sub>),

die aufgeschlüsselt nach Quellen- (bzw. Senken-) Kategorien nach einem statistischen Berechnungsverfahren (Aktivitätsrate X Emissionsfaktor) ermittelt werden.

Lag bislang der Schwerpunkt der Klimaaktivitäten bei der Emissionsminderung, so kommt in der Zukunft auch die Entwicklung von Anpassungsstrategien hinzu. Hierzu werden regionale Klimadaten in möglichst hoher Auflösung benötigt, weil die regionale Klimaänderung und deren Prognose den Ausgangspunkt für solche Strategien darstellt. Konkrete Anforderungen werden erst im Laufe dieses Jahres mit den Ländern erörtert und formuliert.

Eine weitere Aufgabe, die vom UBA wahrgenommen wird, ist die Bewertung der Handlungsnotwendigkeit, wozu u. a. globale und regionale Trends zu verfolgen sind und in Relation zu den Resultaten von Klimamodellen zu setzen sind. Erfasst werden dabei auch bereits eingetretene und weiterhin zu erwartende Auswirkungen des Klimawandels. In diesem Kontext kommt meteorologischen Extremereignissen (Starkniederschläge, Stürme, Dürren, usw.) und der Frage ihrer Verknüpfung mit dem globalen Klimawandel eine besondere Bedeutung zu.

Um diese Aufgabe wahrzunehmen, wird die entsprechende Literatur in referierten Zeitschriften verfolgt, Publikationen von Wetterdiensten und Zentren wie z. B. dem Max-Planck-Institut für Meteorologie, dem Tyndall-Centre, dem Hadley-Centre u.a. werden

ausgewertet und Behörden (Bund und Länder) zu eingetretenen Auswirkungen kontaktiert.

Seitens der Bundesumweltverwaltung ist demnach ein spezifisches Anforderungsprofil im Sinne eines operationellen Messprogramms für die o.g. Klimaparameter derzeit noch nicht gegeben. Die vergleichende Darstellung der Beobachtungsmethodik (s.w.u.) beschränkt sich daher auf das Monitoring der Emission von Treibhausgasen.

## Rechtliche Grundlagen:

### Völkerrecht

Rahmenübereinkommen der Vereinten Nationen über Klimaänderungen (Klimarahmenkonvention) vom 09. 05. 1992, Art. 4 (1g), Art. 5
-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Protokoll von Kyoto zum Rahmenübereinkommen der Vereinten Nationen über Klimaänderungen vom 11.12.1997, <a href="http://www.bmu.de/files/protodt.pdf">http://www.bmu.de/files/protodt.pdf</a>
-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

### EG-Recht

93/389/EWG: Entscheidung des Rates vom 24.06.1993 über ein System zur Beobachtung der Emissionen von CO <sub>2</sub> und anderen Treibhausgasen in der Gemeinschaft, ABL.EG L 167/31
--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

(89/C 183/03): Entschließung des Rates vom 21.06.1989 über Treibhauseffekt und Gemeinschaft, ABI.EG C 183/4
-------------------------------------------------------------------------------------------------------------

1999/296/EG: Entscheidung des Rates vom 26.04.1999 zur Änderung der Entscheidung 93/389/EWG über ein System zur Beobachtung der Emissionen von CO <sub>2</sub> und anderen Treibhausgasen in der Gemeinschaft, Art. 2, ABL.EG L 117/35
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

2002/358/EG: Entscheidung des Rates vom 25.04.2002 über die Genehmigung des Protokolls von Kyoto zum Rahmenübereinkommen der Vereinten Nationen über Klimaänderungen im Namen der Europäischen Gemeinschaft sowie die gemeinsame Erfüllung der daraus erwachsenden Verpflichtungen, ABL.EG L 130, 15.05.2002/1
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

### Bundesrecht

Gesetz zu dem Rahmenübereinkommen der VN vom 09.05.1992 über Klimaänderungen, vom 13.03.1994, BGBl. I S. 1783
---------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Gesetz zu dem Protokoll von Kyoto vom 27.04.2002 zum Rahmenübereinkommen der Vereinten Nationen über Klimaänderungen (Kyoto-Protokoll), BGBl. II S. 966
---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

## Beobachtungsmethodik (Treibhausgase):

Verfahren	Beobachtungsgrößen					
	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	HFC	PFC	SF <sub>6</sub>
<b>konventionell/aktuell</b>						
Methode/ Datenquelle	Statistische Daten, z. B. Produktionsraten und gemessene Emissionsfaktoren					
Maßstab	n.a.					
Auflösung	deutschlandweit					
Aktualität	zwei Jahre					
Wiederholrate	jährlich					
Kontinuität/ Verfügbarkeit	ist gegeben					
Defizite	keine Angaben					

Verfahren	Beobachtungsgrößen					
	CO2	CH4	N2O	HFC	PFC	SF6
<b>SFE-Optionen</b>						
Eine quantitative Abschätzung von Treibhausgasen ist nur für die gesamte Atmosphären-(ggf. Troposphären-)säule möglich, ohne Korrelation mit bestimmten Quellregionen oder Ländern. Methoden zur Ableitung vertikaler Konzentrationsprofile werden z.Z. entwickelt.						

### 3.1.2 Kohlendioxid-Quellen/Senken (Landnutzung)

Das Kyoto-Protokoll erlaubt in Art. 3.3 die Anerkennung von Aufforstungen und Wiederbewaldungen als Maßnahme zur Minderung der CO<sub>2</sub>-Konzentration in der Atmosphäre. Die Anerkennung ist auf Flächen begrenzt, die 1990 nicht als Waldflächen ausgewiesen waren. Im Umkehrschluss sind selbstverständlich auch Entwaldungen mit negativem Vorzeichen anzurechnen. In Art. 3.4 bleibt offen, ob zusätzliche Maßnahmen in der Forstwirtschaft und in der Land- und Weidewirtschaft (z.B. Verlängerung der Rotationszeiten, Brandschutzmaßnahmen, Extensivierung) ebenfalls auf die Erfüllung der Minderungsverpflichtungen angerechnet werden dürfen.

Diese Maßnahmen werden unter dem Begriff *Landuse, Landuse Change and Forest (LU-LUCF)* zusammengefasst. Sie sollen gleichzeitig der Förderung der Biodiversität und nachhaltigen Nutzung der natürlichen Ressourcen dienen. Ihre Berücksichtigung bedarf weiterer wissenschaftlicher Fundierung und rechtlicher Konkretisierung. Gefordert ist nicht lediglich der Nachweis zusätzlich produzierter Biomasse als potentieller Kohlenstoffsенke, sondern eine Berichterstattung über deren Nettoeffekt auf die Emission. Dies schließt u.U. die Erfassung von Biomasse über und unter Grund, Streuaufgabe, Totholz und organischem Bodenkohlenstoff mit ein.

Eine wesentliche Grundlage der nationalen Berichterstattung unter den Bestimmungen des Kyoto-Protokolls ist unter diesen Gesichtspunkten die Überwachung von Waldflächenänderungen, verursacht durch Aufforstung, Wiederaufforstung und Entwaldung (*ARD, afforestation, reforestation, deforestation*).

- Aufforstung ist definiert als direkt durch den Menschen verursachte Flächenumwandlung in Wald, bezogen auf solche Flächen, die vorher über mindestens 50 Jahre anderweitig genutzt wurden.
- Wiederaufforstung ist analog gegeben für Flächen, die früher bewaldet waren, aber seit dem 31.12.1989 anderweitig genutzt wurden.
- Entwaldung liegt vor bei jeder dauerhaften, von Menschen verursachten Umwandlung von Wald in anders genutzte Flächen.

Die Definition von Wald ist eng an diejenige der *UN Food and Agriculture Organisation (FAO)* angelehnt. Jeder Vertragsstaat hat für seine nationale Berichterstattung innerhalb vorgegebener Grenzen verbindliche Minimalwerte festzulegen für

- die Waldfläche (0,05 bis 1 ha),
- den Kronendeckungsgrad (10 bis 30 %),
- die Baumhöhe (2 bis 5 m).

Jungwald ( begründet durch Aufforstung oder natürliche Sukzession) ist von anderen gehölzgeprägten Vegetationsformen wie Obstplantagen, Rebflächen oder Gebüsch zu unterscheiden. Bei unbestockten Flächen ist eine Zuordnung zu Wald oder Nichtwald vorzunehmen. Kahlschläge sind der Entwaldung zuzuordnen.

Die erforderlichen Daten werden in Deutschland im Rahmen der Bundeswaldinventur (BWI) erhoben. Die BWI ist eine Großrauminventur auf Stichprobenbasis, die unter Koordination durch das Bundesministerium für Verbraucherschutz, Ernährung und Landwirtschaft (BMVEL) durch die Bundesforschungsanstalt für Forst- und Holzwirtschaft (BFH) bundesweit durchgeführt und bei Bedarf wiederholt wird. Für die Erhebung der Daten sind die Landesinventurleitungen zuständig. Das Aufnahmeverfahren ist durch die Allgemeine Verwaltungsvorschrift zur Durchführung der BWI II (VwV BWI II) geregelt.

Die erste BWI wurde von 1986 bis 1990 durchgeführt, die zweite BWI in den Jahren 2001 und 2002 war im früheren Bundesgebiet eine Wiederholungsaufnahme, in den neuen Bundesländern eine Erstaufnahme.

Im Rahmen von GMES werden SFE-basierte operationelle Datenprodukte u.a. zur Unterstützung der nationalen Berichtspflichten nach dem Kyoto-Protokoll im Projekt *GMES Service Element Forest Monitoring* (GSE FM) entwickelt, an dem BMVEL und UBA als Nutzer auf Bundesebene beteiligt sind. Das Projekt wird von der Fa. GAF AG geleitet (<http://www.gaf.de>). Es beinhaltet über den Aspekt der Waldflächenänderung hinaus auch weitere Monitoringprodukte, u.a. zur Abschätzung der Kohlenstoffspeicherung.

Mit gemeinsamer Förderung von BMVEL und DLR wird von der BFH und der TU Dresden das Forschungsprojekt „Bundeswaldinventur: Weiterentwicklung des Inventurverfahrens durch Integration von Erdbeobachtungsdaten“ (WIE-BWI) durchgeführt.

## **Rechtliche Grundlagen:**

### ***Völkerrecht***

Rahmenübereinkommen der Vereinten Nationen über Klimaänderungen (Klimarahmenkonvention) vom 09.05.1992, Art. 4 (1g), Art. 5
-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Protokoll von Kyoto zum Rahmenübereinkommen der Vereinten Nationen über Klimaänderungen vom 11.12.1997, <a href="http://www.bmu.de/files/protodt.pdf">http://www.bmu.de/files/protodt.pdf</a>
-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Marrakesh Accords FCCC/CP/2001/13 mit Anhängen
------------------------------------------------

### ***EG-Recht***

Entwurf einer Verordnung des Rates und Parlaments "Forest Focus", ABL.EG C 020, 28.01.2003, S. 67
---------------------------------------------------------------------------------------------------

### ***Bundesrecht***

Gesetz zu dem Rahmenübereinkommen der VN vom 09.05.1992 über Klimaänderungen, vom 13.09.1993, BGBl. II S. 1783
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------

## Beobachtungsmethodik:

Verfahren	Beobachtungsgrößen
	Waldflächenänderung
<b><i>konventionell/aktuell</i></b>	
<b>Methode/ Datenquelle</b>	a) Bundeswaldinventur (Stichprobenerhebung) b) Statistische Angaben der Bundesländer
<b>Maßstab</b>	nicht anwendbar
<b>Auflösung</b>	a) Rasterweite Grundnetz 4x4 km, in einigen Bundesländern Verdichtung auf 2,83x2,83 km bzw. 2x2 km b) n.a.
<b>Aktualität</b>	a) Stichjahr 2002 b) Länderdaten wurden seit einigen Jahren nicht mehr im BMVEL zusammengeführt. Der <i>IPCC Report on Good Practice Guidance</i> soll abgewartet werden vor Entscheidung über das Verfahren
<b>Wiederholrate</b>	a) 10 jährlich (geplant) b) s. Aktualität
<b>Kontinuität/ Verfügbarkeit</b>	a) abhängig von der Intensität der Vorbereitung b) abhängig von der Intensität der Bund-Länder-Zusammenarbeit
<b>Defizite</b>	b) keine räumliche Zuordnung; zu Beginn 90er Jahre Daten unvollständig; Datenvergleichbarkeit zweifelhaft
<b><i>SFE-Optionen</i></b>	
<b>Sensor/ Mission</b>	a) Landsat 7 ETM b) SPOT 2,4,5 c) IRS-1C/1D und IRS-P6
<b>räuml. Auflösung</b>	a) 15 m - 30 m b) 2.5 m - 20 m c) 5.8 m - 23.5 m
<b>Wiederholrate</b>	a) 16 Tage b) 26 Tage (bei Programmierung: 2-3 Tage) c) 24 Tage (durch mehrere Satelliten Verkürzung der Wiederholrate)
<b>Aktualität</b>	Hoch
<b>Kontinuität/ Verfügbarkeit</b>	a) Kontinuität nicht gesichert (Sensorstörung ETM) b) Kontinuität/Verfügbarkeit durch mehrere Satelliten gewährleistet c) Kontinuität/Verfügbarkeit durch mehrere Satelliten gewährleistet
<b>Defizite</b>	Eingeschränkte Verfügbarkeit von Daten je nach Wolkenbedeckung (gilt für alle genannten Systeme) a) Nachfolgesystem „Landsat Continuity Mission“ derzeit noch nicht sicher

### **3.2 Schutz der Erdatmosphäre (stratosphärisches Ozon) und Überwachung der solaren UV-Einstrahlung**

Maßnahmen zum Schutz der stratosphärischen Ozonschicht werden seit Mitte der achtziger Jahre ergriffen und basieren auf einem dichten Regelwerk auf nationaler, europäischer und internationaler Ebene, das ständig fortgeschrieben und durch freiwillige Selbstverpflichtungen und Kooperationen mit Entwicklungsländern ergänzt wird. Diese Maßnahmen sind vorrangig auf den Ausstieg aus Produktion, Verbrauch und Verwendung von ozonabbauenden Substanzen gerichtet. Modellgestützte Prognosen lassen eine Wiederherstellung der Ozonschicht im Zustand vor dem Eintrag solcher Substanzen frühestens Mitte dieses Jahrhunderts erwarten. Die Bundesregierung berichtet dem Bundestag bei Bedarf über Veränderungen der stratosphärischen Ozonschicht und den Stand der Umsetzung des Montrealer Protokolls, von Regelungen der EU und von nationalen Maßnahmen.

Beobachtungs- und Überwachungsbedarf besteht für

- die Emission von ozonabbauenden Stoffen (FCKW, Halone),
- die räumliche und zeitliche Dynamik der Konzentration des stratosphärischen Ozons (Höhenverteilung, Trend) und weiterer Spurenstoffe wie Chlor (Cl), Chlormonoxid (ClO), Fluorwasserstoff (HF), Aerosole und Stickoxide (NO<sub>x</sub>) und
- die Einstrahlung im UV- Bereich.

Die Emissionssituation wird im wesentlichen über produktions- bzw. verbrauchsstatistische Daten erfasst (s. Kap. 3.3.1).

Die Dynamik der Ozonschicht und der für die stratosphärische Ozonchemie relevanten Spurenstoffe wird gegenwärtig im Rahmen internationaler (ENVISAT/GOMOS, SCIAMACHY) und nationaler Programme (AFO 2000, DEKLIM) intensiv erforscht und überwacht.

Die bodennah einfallende UV-Strahlung wird über ein bodengestütztes Messnetz kontinuierlich erfasst, das von BfS und UBA gemeinsam mit fünf weiteren Institutionen (BAuA, Univ. Kiel, DWD, LAU Bayern und NLO) betrieben wird. Das UV-Messnetz umfasst zur Zeit 10 bundesweit verteilte Stationen. Obwohl bei deren Standortwahl die in Deutschland gegebene Diversität in Bezug auf geographische Breite, Meereshöhe, Klima und Lufttrübung berücksichtigt wurde, wird seitens des BfS die Flächendichte des Messnetzes als nicht hinreichend eingeschätzt, um flächendeckende gesundheitliche Bewertungen vorzunehmen. Erwünscht sind ergänzende aktuelle Daten über

- den atmosphärischen Gesamtzongehalt,
- die Wolkenart und Wolkenhöhe,
- den Aerosolgehalt und
- die optische Dicke der Atmosphäre,

jeweils täglich in einer räumlichen Auflösung von 30 x 30 km.

Bei Bereitstellung dieser Parameter könnte mit Hilfe der verfügbaren Messstationsdaten und dem beim BfS bereits vorhandenen STREAMER-EXPERT-GIS Modell eine regelmäßige gesundheitliche Bewertung der UV-Einstrahlung für die gesamte Fläche Deutschlands durchgeführt werden.

Ozon-Gesamtsäulen werden seit 1978 operationell aus Satellitendaten abgeleitet. Diese Beobachtungen ermöglichen ein globales Monitoring der Ozonschicht und eine Visualisierung der Ozonausdünnung über Europa. Neben Ozon werden aus GOME-Messungen Gesamt- und troposphärische Säulen von NO<sub>2</sub> und (experimentell) weitere Spurengase bestimmt. Mit den Messungen der 3 Atmosphäreninstrumente auf ENVISAT können ab 2004 vertikale Profile von Ozon und weiteren Spurengasen beobachtet werden. Durch Assimilieren dieser Beobachtungen (auch aktuell schon der Gesamtsäulen) in stratosphärische Chemie-Transport-Modelle (z.B. ROSE am DFD) werden dann synoptische 3D-Karten von Ozon und anderen Spurengasen in der Stratosphäre berechnet (<http://wdc.dlr.de>). Es können dabei auch nicht direkt gemessene Substanzen (z. B. ClO<sub>x</sub>) ermittelt werden, die chemisch eng mit den gemessenen Parametern in Verbindung stehen. Die (Weiter)entwicklung und Nutzung von Assimilationsverfahren geschieht im Rahmen nationaler Forschungsprojekte (AFO2000).

Die optische Dicke der Atmosphäre wird durch Messungen von Aerosolen (optische Dicke und Typ, siehe Kapitel 3.3.1) und des Wasserdampfgehalts beobachtet – die operationelle Prozessierung entsprechender ENVISAT-Daten beginnt am DFD in 2004. Zur Wolkenbeobachtung werden seit mehreren Jahren routinemäßig Satellitendaten analysiert. Dabei wird neben Bedeckungsgrad und optischer Dicke auf Basis der Strahlungstemperatur der Wolkenoberkante eine Klassifizierung nach 4 Wolkenstockwerken vorgenommen. Die synergistische Nutzung von Aerosol, Wasserdampf und Wolkendaten zur Bestimmung der Einstrahlung am Erdboden wird am DFD im Rahmen von internationalen Projekten mit EU (HELIOSAT3) und ESA (ENVISOLAR) bereits durchgeführt; Ziel ist hierbei die Ableitung von Solar-Strahlungsparametern für die Energiewirtschaft (s.a. Kapitel 3.13).

Zur Bestimmung der UV-Strahlung wird vom DLR der operationelle Dienst *UV Check* (<http://www-uv-check.de>) angeboten, der Tagesvorhersagen der Sonnenbrandzeiten (d.h. Zeit bis zum Auftreten einer ersten Hautrötung) berechnet und dabei Satellitenbeobachtungen von Ozon (und künftig Aerosol) sowie ein Geländemodell nutzt; die aktuelle Wolkenbedeckung und der individuelle Hauttyp werden vom Nutzer selbst eingeschätzt. UV-Dosis bzw. WMO-Index können einfach mit Strahlungstransportprogrammen aus den Satellitenbeobachtungen der Atmosphäre errechnet werden. Im Rahmen des vom DFD geführten EU-Projektes STREAMER (*Small Scale Structure Early Warning and Monitoring in Atmospheric Ozone and Related Exposure*) wurde die Beobachtung und Frühwarnung von Streamer-Ereignissen mit schneller Zunahme der UV-Strahlung über Europa demonstriert und am BfS das ExpertGIS implementiert ([http://www.caf.dlr.de/anwendungen/atmosphere/projekte\\_ka/streamer/\\_streamer/](http://www.caf.dlr.de/anwendungen/atmosphere/projekte_ka/streamer/_streamer/)).

## Rechtliche Grundlagen:

### Völkerrecht

Übereinkommen vom 22.03.1985 zum Schutz der Ozonschicht (Wien), Durchführungsgesetz vom 26.09.1988, BGBl. II S. 901
Montrealer Protokoll (vom 16.09.1987) in der Fassung der Bekanntmachung vom 03.04.2003, BGBl. II S. 345

### EG-Recht

Entscheidung des Rates vom 14. Oktober 1988 über den Abschluss des Wiener Übereinkommens zum Schutz der Ozonschicht und des Montrealer Protokolls über Stoffe, die zu einer Abnahme der Ozonschicht führen, ABl. EG vom 31.10.1988 Nr. L 297/8, zuletzt geändert durch ABl. EG vom 07.02.1994 Nr. L 33/1 (94/68/EG)
Verordnung (EWG) Nr. 2047/93 der Kommission vom 27. Juli 1993 zur Genehmigung des Handels mit Stoffen, die zu einem Abbau der Ozonschicht führen, sowie mit Erzeugnissen, die solche Stoffe enthalten, mit Ländern, die nicht Vertragsparteien des Montrealer Protokolls sind, ABl. EG vom 28. 7 1993 Nr. L 185/20
VERORDNUNG (EG) Nr. 2037/2000 DES EUROPÄISCHEN PARLAMENTS UND DES RATES vom 29. Juni 2000 über Stoffe, die zum Abbau der Ozonschicht führen, ABl. EG vom 29.09.2000 Nr. L 244/1, zuletzt geändert durch ABl. EG vom 16.10.2003 Nr. L 265/1 (1804/2003)
RICHTLINIE 2002/3/EG DES EUROPÄISCHEN PARLAMENTS UND DES RATES vom 12. Februar 2002 über den Ozongehalt der Luft, ABl. EG vom 09.03.2002 Nr. L 67/14
BESCHLUSS DES RATES vom 13. Juni 2003 über den Beitritt der Europäischen Gemeinschaft zum Protokoll zu dem Übereinkommen von 1979 über weiträumige grenzüberschreitende Luftverunreinigung betreffend die Verringerung von Versauerung, Eutrophierung und bodennahem Ozon (2003/507/EG), ABl. EG vom 17.07.2003 Nr. L 179/1
ENTSCHEIDUNG DER KOMMISSION vom 19. März 2004 über Leitlinien für die Umsetzung der Richtlinie 2002/3/EG des Europäischen Parlaments und des Rates über den Ozongehalt der Luft (2004/279/EG), ABl. EG vom 25.03.2004 Nr. L 87/50



## Bundesrecht

Verordnung zum Verbot von bestimmten die Ozonschicht abbauenden Halogenkohlenwasserstoffen (FCKW-Halon-Verbots-Verordnung), vom 06.05.1991, BGBl. I S. 1090, zuletzt geändert am 29.10.2001, BGBl. I S. 2785

Zweiundzwanzigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über Immissionswerte für Schadstoffe in der Luft - 22. BImSchV) vom 11.09.2002, BGBl. I S. 3626

## Beobachtungsmethodik:

Verfahren	Beobachtungsgrößen					
	Ozon	stratosphärische Spurengase	Aerosole	Optische Dicke der Atmosphäre	Wolkenart, Wolkenhöhe	UV-Einstrahlung
<b>konventionell/aktuell</b>						
<b>Methode/ Datenquelle</b>	keine ressortseitigen Angaben		keine ressortseitigen Angaben		keine ressortseitigen Angaben	UV-Meßnetz
<b>Maßstab</b>						n.a.
<b>Auflösung</b>						10 Stationen bundesweit
<b>Aktualität</b>						täglich; Apr.-Sept. 3-täg. Vorhersagen
<b>Wederholrate</b>						6 min
<b>Kontinuität/ Verfügbarkeit</b>						hoch
<b>Defizite</b>						Flächendichte unzureichend
<b>SFE-Optionen</b>						
<b>Einheit</b>	Gesamtsäule bzw. stratosphärische Konzentrationsprofile Dobson-Einheit bzw. ppmV		a-e) Optische Dicke [dimensionslos] e, f) Gesamtsäule		Wolkenstockwerk, Temperatur der Wolkenoberkante, Optische Dicke	Dosis bzw. Index, W/m <sup>2</sup> Sonnenbrandzeit
<b>Sensor/ Mission</b>	a) TOMS/TIROS, EP, ADEOS (seit 1978) b) GOME/ERS-2 (1995-2003) c) SCIAMACHY, MIPAS, GOMOS/ENVISAT (2002-2007) d) OMI/EOS-AURA (2004-2009) e) GOME-2/METOP (2005-2020) f) Assimilation der Satellitendaten in das ROSE-Chemie-Transport-Modell		a) AVHRR/NOAA (seit 1982) b) TOMS/TIROS, EP, ADEOS (seit 1978) c) MODIS/EOS-TERRA (2000-2005) d) Synergistisch (GOME+ATSR-2, SCIA+AATSR, GOME-2+AVHRR, 1995-2020) e) Meteosat/MSG Experimentelle Lasersysteme (ab 2004, geringe Abdeckung) f) (A)TOVS/NOAA		a) AVHRR/NOAA (seit 1982) b) ATSR-2/ERS-2 (1995-2003) c) AATSR/ ENVISAT (2002-2007) d) MODIS/TERRA (2000-2005) e) SEVIRI/MSG (2002-2015)	abgeleitet mit schnellem Strahlungstransportprogramm aus Satellitenbeobachtungen der Spalten 1-3 und Geländemodell

Verfahren	Beobachtungsgrößen					
	Ozon	stratosphärische Spurengase	Aerosole	Optische Dicke der Atmosphäre	Wolkenart, Wolkenhöhe	UV-Einstrahlung
<b>Räuml. Auflösung</b>	a) 250 km b) 40 – 320 km c) 30 km / 400 km horizontal 1 – 3 km vertikal d) 12 km e) 40 km f) 250 km horizontal / ca. 1 km vertikal	a) 1 km b) 250 km c) 1 km d) 60 / 5 km e) ca. 5 km f) ca. 50 km horizontal, einige km vertikal			1 – 4 km	1 km
<b>Wiederholrate</b>	a, d, f) täglich b, c, e) alle 3 Tage	a-c, f) täglich d) alle 6 Tage e) stündlich			a, d) täglich b, c) alle 6 Tage e) stündlich	täglich
<b>Aktualität</b>	innerhalb 24 – 48 Stunden	a-c, f) operationell (nach 1 Tag) d, e) operationell (ab 2004, nach 1 Tag)			a, d, e) Nahe Echtzeit, innerhalb weniger Stunden	Tagesvorhersage
<b>Kontinuität/ Verfügbarkeit</b>	1978 – 2020 Internet-Portal <a href="http://wdc.dlr.de">http://wdc.dlr.de</a> frei verfügbar	a-c, f) 1978 – 2020 von NASA, NOAA c,d) Internetportal für Europa im Aufbau: <a href="http://wdc.dlr.de">http://wdc.dlr.de</a> frei verfügbar e) experimentell			a, d) Operationell seit 1995 Internetportal <a href="http://wdc.dlr.de">http://wdc.dlr.de</a> frei verfügbar b) ESA/RAL c, e) im Aufbau	Internetportal <a href="http://www.uv-check.de">http://www.uv-check.de</a>
<b>Defizite</b>	a, b) nur Gesamtsäulen c, f) teilweise horizontale Auflösung	a) nur über Ozean b) nur absorbierende Aerosole c) nur Gesamtsäule d) nur Grenzschichtsäule e) keine Aerosoltypinformation, Wasserdampf nur bei Temperaturkontrast im Tagesgang räumliche Auflösung			a-d) zeitliche Auflösung e) nur Europa und Afrika	Nutzung Aerosol- und Wolkeninformation ist bisher experimentell

### 3.3 Luftreinhaltung

Der Aufgabenkomplex "Luftreinhaltung" umfasst sowohl verursachungs- als auch wirkungsbezogene Aspekte, die sich auf z.T. verschiedene rechtliche Grundlagen beziehen und unterschiedliche Beobachtungsmethoden erfordern. Zum einen ist die Überwachung der Emission von Luftschadstoffen und Luftverunreinigungen gefordert, zum anderen die Erfassung von Auswirkungen auf empfindlich reagierende Ökosysteme.

### 3.3.1 Luftschadstoffe und Luftverunreinigungen

Vorrangiges Ziel der Luftreinhaltepolitik des Bundes ist die Verminderung der anthropogenen Emissionen von Gasen, Aerosolen und Staubteilchen auf der Grundlage des Verursacher- und des Vorsorgeprinzips. Die fachliche Mitwirkung des UBA orientiert sich an der Aufgabenstruktur und den Aufgabenschwerpunkten globaler und regionaler Konventionen und einschlägiger Regelungen der EU. Entsprechende Berichtspflichten gegenüber der EU sehen jährliche Berichterstattung vor, z.T. auch mit monatlicher bzw. täglicher Auflösung.

Die Emissionen werden als Stoffströme (zeitbezogene Masse) oder Stoffstromdichten (zeit- und flächenbezogene Masse) nach international bzw. national vereinbarten Verfahren auf der Basis der jeweiligen stoffspezifischen Verbrauchsmengen berechnet.

Immissionen dagegen werden durch das Immissionsmessnetz des UBA und weitere Messstationen der Länder direkt gemessen. Das Luftmessnetz des UBA umfasst 23 bundesweit verteilte, in ländlichen Regionen gelegene Messstationen, von denen 9 personell besetzt sind. Es erfasst kontinuierlich Daten zur Immissionssituation der Luftschadstoffe bzw. Luftverunreinigungen

- Ozon (O<sub>3</sub>),
- Stickoxide (NO<sub>x</sub>),
- Schwefeldioxid (SO<sub>2</sub>),
- Nicht-Methan-Kohlenwasserstoffe (NMHC) und
- Schwebstaub (Aerosole).

Der starke Rückgang der Emissionen vieler Luftschadstoffe in Deutschland und Europa hat u.a. dazu geführt, dass die nasse Deposition zunehmend von der Regenmenge bestimmt wird. Eine zuverlässige flächendeckende Interpolation der Messwerte könnte mit einer reduzierten Anzahl von Regenmessstationen im UBA-Meßnetz in Kombination mit Niederschlagsdaten des DWD erreicht werden und räumlich hochaufgelöste Karten der nassen Schadstoffdeposition liefern (Beilke 2000).

Insgesamt wird seitens des UBA angesichts des gut ausgebauten europäischen Bodennetzwerkes und des jahrzehntelangen europäischen Datenaustausches kein Bedarf für die Nutzung von SFE-Daten gesehen, allerdings unter gewissen Einschränkungen hinsichtlich der bodengestützten Erfassbarkeit von grenzüberschreitenden Luftschadstoffen wie Torffeuere-Aerosolen und Vulkangasen.

Entsprechend wird in einer Reihe von Forschungsprojekten die integrierte Nutzung von SFE-Daten, Messnetzdaten und atmosphärischen Transportmodellen zur Bereitstellung kosteneffektiver Luftqualitätsinformation auf regionaler und lokaler Ebene entwickelt und demonstriert. Ein Beispiel ist das im 5. EU-Rahmenprogramm durchgeführte Projekt ICAROS (*Integrated Computational Assessment via Remote Observation System*), das sich auf europäische Ballungsräume konzentriert (JRC o.J.)

Aus Satellitenbeobachtungen operationell erstellte Übersichtskarten von wichtigen Luftschadstoffen können direkt zur Ableitung von Langzeit-Mittelwerten und –statistiken und zum Monitoring des Ferntransports auf regionaler, kontinentaler und globaler Skala verwendet werden. Für die Erfüllung der staatlichen Berichtspflichten reichen diese Da-

ten nicht aus, da sie zu geringe räumliche und zeitliche Auflösung aufweisen und nur vertikal integrierte Beobachtungen (Gesamtsäule, Troposphärische Säule) liefern. Durch das konsistente Einfügen dieser Satellitenmessungen (sog. Assimilation) in das Chemie-Transport-Modell EURAD (mit seinem detaillierten Aerosolmodell MADE) wird die Bestimmung bodennaher Konzentrationen der wichtigsten Schadstoffe ermöglicht. Dabei gewährleisten moderne Assimilationsverfahren, die die Ungenauigkeit von Modell und Satellitendaten berücksichtigen, dass das EURAD-Modell auch bei zeitlich variablen oder episodenhaften Emissionen (z. B. Waldbrände, Vulkanausbrüche) verlässliche Ergebnisse liefert. Zudem ermöglicht die Verwendung dieses Atmosphärenmodells die Ableitung von 3-Tages-Vorhersagen und - durch Nesten kleinerer Modellgebiete in ein globales/kontinentales Modell - die Bestimmung von Schadstoffkarten hoher räumlicher Auflösung. Durch die Hinzunahme von Satellitenbeobachtungen der Landoberfläche (Temperatur, Vegetationszustand und -klasse, Branddetektion) kann die aktuelle Emission von VOCs und aus Feuern abgeschätzt und dadurch die Vorhersage weiter verbessert werden. Aus den Vorhersagen der 5 wichtigsten bodennahen Schadstoffkonzentrationen (Ozon, Stickstoffdioxid, Kohlenmonoxid, Schwefeldioxid, PM10) wird in Relation zu gültigen Grenzwerten ein Luftqualitätsindex bestimmt, der zur Öffentlichkeitsinformation und Warnung sensibler Bevölkerungsgruppen genutzt werden kann. Dieser Index wurde auf Basis der konkreten Anforderungen des Landesumweltamtes Nordrhein-Westfalen entwickelt. Die Assimilation von Satellitendaten in das EURAD-Modell zur Luftqualitätsprognose wird im Rahmen einer Kooperation des DLR-DFD mit dem Rheinischen Institut für Umweltforschung an der Universität zu Köln durchgeführt. Teile der Methodenweiterentwicklung werden durch (inter)nationale Forschungsprojekte (BMBF: AFO2000-INVERT, AFO2000-SACADA; DFG: AERO-SAM, beantragt; ESA: DUE-Chemical Weather, in Vorbereitung) finanziert. Die Operationalisierung und consequente Abstimmung der Produkte mit Endnutzern erfolgt derzeit im Rahmen von GMES; das Themengebiet „Air Quality Forecast“ wird dabei vom DLR-DFD geführt.

Die hier dargestellte Nutzung von SFE-Daten in Ergänzung bodengestützter Messungen befindet sich damit an der Schwelle von der Forschung zur Anwendung. Daher wurde im Rahmen dieser Studie noch kein operativer Bedarf angemeldet.

## Rechtliche Grundlagen:

### ***Völkerrecht***

Übereinkommen vom 13.11.1979 über weiträumige grenzüberschreitende Luftverunreinigung (ECE-Luftreinhalte-Abkommen), ABI.EG vom 27.06.1981 Nr. L 171/11
Protokoll vom 28.09.1984 zu dem Übereinkommen von 1979 betreffend die langfristige Finanzierung des Programms über die Zusammenarbeit bei der Messung und Bewertung der weiträumigen Übertragung von luftverunreinigenden Stoffen in Europa (EMEP), i.d. Fsg. der Bek. v. 7.3.1988 BGBl 1988 II 421
Protokoll vom 08.07.1985 zu dem Übereinkommen von 1979 betreffend die Verringerung von Schwefel-emissionen oder ihres grenzüberschreitenden Flusses um mindestens 30 v.H.
Protokoll vom 31.10.1988 zu dem Übereinkommen von 1979 betreffend die Bekämpfung von Emissionen Stickstoffdioxidprotokoll (Sofia)
Protokoll zur Verringerung von Versauerung, Eutrophierung und bodennahem Ozon, in Deutschland; noch nicht ratifiziert, Text vom 30.11.1999 im ABI.EG C 151E/74 (75) (Multieffektprotokoll Göteborg)
Vereinbarung vom 10.11.1989 über die Zusammenarbeit auf dem Gebiet des Umweltschutzes (Polen), BGBl. II 1990, S. 262
Vereinbarung vom 05.10.1987 über die Zusammenarbeit auf dem Gebiet des Umweltschutzes (ehem. CSSR), BGBl. II 1988, S. 66
Vereinbarung vom 12.12.1988 über die Zusammenarbeit auf dem Gebiet des Umweltschutzes (Ungarn), BGBl. II 1988, S. 506

Bekanntmachung der Vereinbarung zwischen dem Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit der Bundesrepublik Deutschland und dem Minister für Umweltschutz, Natürliche Ressourcen und Forstwesen der Republik Polen und dem Ministerium für Umwelt der Tschechischen Republik über den Austausch von Immissionsdaten im "Schwarzen Dreieck" vom 20.11.1996, BGBl. II 1997 S. 154

### **EG-Recht**

86/277/EWG: Beschluss des Rates vom 12.06.1986 über den Abschluss des Protokolls zum Übereinkommen über weiträumige grenzüberschreitende Luftverunreinigung von 1979, betreffend die langfristige Finanzierung des Programms über die Zusammenarbeit bei der Messung und Bewertung der weiträumigen Übertragung von luftverunreinigenden Stoffen in Europa (EMEP), ABL.EG L 181, 04.07.1986/1
97/101/EG: Entscheidung des Rates vom 27.01.1997 zur Schaffung eines Austausches von Informationen und Daten aus den Netzen und Einzelstationen zur Messung der Luftverschmutzung in den Mitgliedsstaaten (ABl EG L 35/14), Anhänge geändert (2001/752/EG) 17.10.2001, ABl. EG L 282/69
80/779/EWG: Richtlinie des Rates vom 15.07.1980 über Grenzwerte und Leitwerte der Luftqualität für Schwefeldioxid und Schwebestaub, ABL.EGEG vom 30.08.1980 Nr. L 229/30, zuletzt geändert (Übergangsregelung) durch die Richtlinie 1999/30/EG Richtlinie des Rates über Grenzwerte für Schwefeldioxid, Stickstoffdioxid und Stickstoffoxide, Partikel und Blei in der Luft vom 22.4.1999, ABl. EG L 163/41
Entscheidung des Rates vom 15.07.1980 über grenzüberschreitende Luftverschmutzung durch Schwefeldioxid und Schwebestaub, ABl. EG C 222 vom 30.08.1980/1
1999/30/EG: (1. Tochter-)Richtlinie des Rates vom 22.04.1999 über Grenzwerte für Schwefeldioxid, Stickstoffoxid und Stickstoffoxide, Partikel und Blei in der Luft. ABl. EG L 163/41
200/69/EG: (2. Tochter-)Richtlinie des Rates vom 16.11.2000 über Grenzwerte für Benzol und Kohlenmonoxid in der Luft. ABl. EG L 313/12
2002/3EG: (3. Tochter-)Richtlinie des Rates vom 12.02.2002 über den Ozongehalt in der Luft. ABl. EG L 67/14
85/203/EWG: Richtlinie des Rates vom 07.03.1985 über Luftqualitätsnormen für Stickstoffdioxid ABl. EG L 87 S. 1, zuletzt geändert durch die 1. Tochterrichtlinie 1999/30/EG vom 22.4.1999, ABl. EG L 163 / 41
96/62/EG: (Rahmen-)Richtlinie des Rates vom 27.09.1996 über die Beurteilung und Kontrolle der Luftqualität, Art. 11, ABL.EG L 296/59
1210/90/EC: Verordnung des Rates vom 07.05.1990 zur Errichtung einer Europäischen Umweltagentur (EUA) und eines Europäischen Umweltinformations- und Umweltbeobachtungsnetzes (vom 7.5.1990, ABl. EG L 120/1 mit Änderungen) in Verbindung mit dem Arbeitsprogramm der Europäischen Umweltagentur (hier: Emissionsinventar CORINAIR)
Richtlinie 92/72/EWG des Rates über die Luftverschmutzung durch Ozon vom 21.9.1992, ABl. EG L 297 S. 1, ab 9.9.2003 ersetzt durch die Richtlinie 2002/3/EG des Europäischen Parlaments und des Rates über den Ozongehalt der Luft vom 12.2.2002, ABl. EG L 67/14

### **Bundesrecht**

Gesetz zu dem Übereinkommen vom 13.11.1979 über weiträumige grenzüberschreitende Luftverunreinigung vom 29.03.1982, BGBl. II S. 373
Gesetz vom 19.12.1986, BGBl. II S. 1116 (1. Schwefelprotokoll Helsinki)
Gesetz zu dem Protokoll vom 13. Juni 1994 zu dem Übereinkommen von 1979 über weiträumige grenzüberschreitende Luftverunreinigung betreffend die weitere Verringerung von Schwefelemissionen vom 25.2.1998, BGBl. II S. 130 (2. Schwefelprotokoll Oslo)
Gesetz zu dem Protokoll vom 31.10.1988 zu dem Übereinkommen von 1979 über weiträumige grenzüberschreitende Luftverunreinigungen betreffend die Bekämpfung von Emissionen von Stickstoffoxiden oder ihres grenzüberschreitenden Flusses vom 24.9.1990, BGBl. II S. 1278
Gesetz zu dem Protokoll vom 19. November 1991 zu dem Übereinkommen von 1979 über weiträumige grenzüberschreitende Luftverunreinigung betreffend die Bekämpfung von Emissionen flüchtiger organischer Verbindungen oder ihres grenzüberschreitenden Flusses vom 5.9.1994, BGBl. II S. 2358 (VOC-Protokoll Genf)
Gesetz zu dem Protokoll betreffend Schwermetalle vom 24. Juni 1998 im Rahmen des Übereinkommens von 1979 über weiträumige grenzüberschreitende Luftverunreinigung vom 16.7.2003, BGBl. II S. 610 (Schwermetallprotokoll Aarhus)
Gesetz zu dem Stockholmer Übereinkommen vom 23. Mai 2001 über persistente organische Schadstoffe (Popo-Übereinkommen) und dem Protokoll vom 24. Juni 1998 zu dem Übereinkommen von 1979 über weiträumige grenzüberschreitende Luftverunreinigung betreffend persistente organische Schadstoffe (POP - Protokoll) vom 9.4.2002, BGBl. II S. 803 (POP-Protokoll Aarhus)

Gesetz zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Luftverunreinigungen, Geräusche, Erschütterungen und ähnliche Vorgänge (Bundes-Immissionsschutzgesetz BImSchG) (vom 15.03.74) i.d. Fsg. d. Bek. vom 26.9.2002, BGBl. I S. 3830, zuletzt geändert durch Gesetz vom 6.1.2004, BGBl. I S. 2 (15)
Verordnungen zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes, insbesondere Verordnung über Immissionswerte für Schadstoffe in der Luft (22. BImSchV) vom 11.9.2002, BGBl. I S. 3626
Gesetz zu dem Abkommen vom 7. April 1994 zwischen der Regierung der Bundesrepublik Deutschland und der Regierung der Republik Polen über die Zusammenarbeit auf dem Gebiet des Umweltschutzes vom 25.3.1998, BGBl. II S. 282
Gesetz zu dem Vertrag vom 10. September 1984 zwischen der Bundesrepublik Deutschland und dem Königreich der Niederlande über die Zusammenarbeit im Bereich von Ems und Dollart sowie in den angrenzenden Gebieten (Kooperationsvertrag Ems-Dollart) vom 17.3.1986, BGBl. II S. 509

## Beobachtungsmethodik:

Verfahren	Beobachtungsgrößen				
	Ozon	Stickoxide	Schwefeldioxid	Nicht-Methan Kohlenwasserstoffe	Aerosole
<b>konventionell/aktuell</b>					
<b>Methode/ Datenquelle</b>	UV-Absorption, automatische Erfassung	Chemolumineszenz, automatische Erfassung	UV-Fluoreszenz, automatische Erfassung	Gaschromatographie nach Probenahme a) auf VOC* b) auf KW** / HKW***	a) $\beta$ -Strahlabsorption, automatische Erfassung b) Gravimetrie von Filterproben
<b>Maßstab</b>	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
<b>Räuml. Auflösung</b>	23 UBA-Messstellen (mehrere hundert Messstellen der Länder)	23 UBA-Messstellen (mehrere hundert Messstellen der Länder)	23 UBA-Messstellen (mehrere hundert Messstellen der Länder)	a) 5 UBA-Messstellen b) 3 UBA-Messstellen	23 UBA-Messstellen (mehrere hundert Messstellen der Länder).
<b>Aktualität</b>	hoch	hoch	hoch	hoch	hoch
<b>Wiederholrate</b>	kontinuierliche Messung	kontinuierliche Messung	kontinuierliche Messung	a) Je 2 Messungen pro Woche b) Tagesproben	a) kontinuierliche Messung b) Tagesproben
<b>Kontinuität/ Verfügbarkeit</b>	hoch	hoch	hoch	hoch	hoch
<b>Defizite</b>	keine ressortseitigen Angaben				
<b>SFE-Optionen</b>					
<b>Einheit</b>	a-e) Dobson-Einheiten bzw. Moleküle/cm <sup>2</sup> Gesamtsäule /Troposphäre f) Bodennahe Konzentration $\mu\text{g}/\text{m}^3$			a) optische Dicke b) Index c) Optische Dicke Fein/Grobstaub d) Optische Dicke, Haupt-Komponenten e) Optische Dicke bodennahe Konzentration, PM10, PM2.5, $\mu\text{g}/\text{m}^3$ chemische Komposition	a, b) Moleküle/cm <sup>2</sup> Gesamtsäule/ Troposphäre c) Bodennahe Konzentration $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Verfahren	Beobachtungsgrößen				
	Ozon	Stickoxide	Schwefeldioxid	Nicht-Methan Kohlenwasserstoffe	Aerosole
<b>Sensor/ Mission</b>	a) TOMS/TIROS, EP, ADEOS (seit 1978) b) GOME/ERS-2 (1995-2003) c) SCIAMACHY/ENVISAT (2002-2007) d) GOME-2/METOP (2005-2020) e) OMI/EOS-AURA (2004-2009) f) Assimilation der Satellitendaten in das EURAD-Chemie-Transport-Modell	GOME, SCIAMACHY	a) AVHRR/NOAA (seit 1982) b) TOMS/TIROS, EP, ADEOS (seit 1978) c) MODIS/EOS-TERRA (2000-2005) d) Synergistisch (GOME+ATSR-2, SCIAMACHY, GOME-2+AVHRR, 1995-2020) e) Assimilation in EURAD/MADE-CTM f) Meteosat/MSG	a) MOPPIT/EOS-TERRA (2000-2005) b) SCIAMACHY/ENVISAT (2002-2007) c) Assimilation in EURAD-CTM d) OCO, experimentell (200x)	
<b>Räuml. Auflösung</b>	a) 250 km b) 40 - 320 km c) 30 - 60 km d) 40 km e) 12 km f) 1/ 5/ 25/ 125 km		a) 1 km b) 250 km c) 1 km d) 60 / 5 km e) ca. 5 km f) 1/ 5/ 25/ 125 km	a, b) ca. 50 km c) 1/ 5/ 25/ 125 km	
<b>Aktualität</b>	a-e) Nahe-Echtzeit (wenige Stunden nach Überflug, jeweils ca. 9:30 – 10:30 MEZ) f) 3-Tage-Vorhersage, verfügbar am frühen Morgen		a-c) operationell (nach 1 Tag) d) operationell (ab 2004, nach 1 Tag) e) 3-Tage-Vorhersage, verfügbar am frühen Morgen	a, b) operationell (nach 1 Tag) c) 3-Tage-Vorhersage, verfügbar am frühen Morgen	
<b>Wiederholrate (für Mitteleuropa)</b>	a, f) täglich b-e) alle 3 Tage		a-c, e) täglich d) alle 6 Tage e) stündlich	täglich	
<b>Kontinuität/ Verfügbarkeit</b>	a-e) 1978 – 2020 Internet-Portal <a href="http://wdc.dlr.de">http://wdc.dlr.de</a> frei verfügbar f) Online-Internet-Service: <a href="http://www.eurad.uni-koeln.de">http://www.eurad.uni-koeln.de</a> oder <a href="http://wdc.dlr.de/services">http://wdc.dlr.de/services</a> frei verfügbar		a-c) 1978 – 2020 von NASA, NOAA c,d) Internetportal für Europa im Aufbau: <a href="http://wdc.dlr.de">http://wdc.dlr.de</a> e) Online-Internet-Service: <a href="http://www.eurad.uni-koeln.de">http://www.eurad.uni-koeln.de</a> oder <a href="http://wdc.dlr.de/services">http://wdc.dlr.de/services</a> frei verfügbar f) experimentell	a-c) operationell (nach 1 Tag) d) Online-Internet-Service: <a href="http://www.eurad.uni-koeln.de">http://www.eurad.uni-koeln.de</a> oder <a href="http://wdc.dlr.de/services">http://wdc.dlr.de/services</a> frei verfügbar	

Verfahren	Beobachtungsgrößen				
	Ozon	Stickoxide	Schwefeldioxid	Nicht-Methan Kohlenwasserstoffe	Aerosole
<b>Defizite</b>	a-e) nur Gesamt- bzw. Troposphärische Säule, geringe Auflösung in Raum und Zeit f) keine, wenn Satellitendaten assimiliert werden	Wissenschaftlich-experimentell	a) nur über Ozean b) nur absorbierende Aerosole c) nur Gesamtsäule d) nur Grenzschichtsäule e) keine, wenn Satellitendaten assimiliert werden	a, b) nur Gesamtsäule c) keine, wenn Satellitendaten assimiliert werden	

\* *volatile organic compounds* (flüchtige organische Substanzen)

\*\* Kohlenwasserstoffe

\*\*\* halogenierte Kohlenwasserstoffe

### 3.3.2 Wirkungen auf sensitive Ökosysteme

Das Übereinkommen über weiträumige grenzüberschreitende Luftverunreinigungen (Genfer Luftreinhalteübereinkommen, *Convention on Long-range Transboundary Air Pollution*) wurde 1979 durch die Wirtschaftskommission der Vereinten Nationen für Europa (UN/ECE) initiiert. Es verpflichtet Deutschland als Unterzeichnerstaat zur Beteiligung an gemeinsamen Programmen der Umweltbeobachtung im Hinblick auf die Auswirkungen von Luftschadstoffen auf

- die Versauerung und Eutrophierung von sensitiven (terrestrischen und aquatischen) Ökosystemen sowie deren Belastung mit Schwermetallen,
- die Belastung der Vegetation einschließlich landwirtschaftlicher Pflanzen durch Ozon,
- Waldschäden und
- Materialschäden.

Die Beobachtungsprogramme werden in unterschiedlichen, internationalen Kooperationsprogrammen (*International Cooperative Programme - ICP*) koordiniert und durch die UN/ECE-Arbeitsgruppe „Wirkungen“ (WGE) gesteuert, deren Vorsitz im UBA wahrgenommen wird. Das UBA leitet das Internationale Kooperationsprogramm zur Modellierung und Kartierung von ökologischen Belastungsgrenzen und zur Ermittlung von Wirkungen, Risiken und Trends der Überschreitungen durch Luftschadstoffe (*International Cooperative Programme on Modelling and Mapping of Critical Loads and Levels, Air Pollution Effects, Risks and Trends, ICP Modelling and Mapping*), an dem 24 europäische Staaten beteiligt sind.

Das zugrundeliegende Konzept der *Critical Loads and Levels* zielt auf die Erfassung und Kartierung naturwissenschaftlich begründeter, kritischer Eintragsraten von Luftschadstoffen für Ökosysteme, Teilökosysteme und Organismen (ökologische Rezeptoren). Ein einfaches Massenbilanzmodell bildet dabei die Stoffeintrags-, Umsetzungs- und Austragsprozesse für die Ursache-Wirkungs-Beziehungen ab. In Übereinstimmung mit den meisten anderen europäischen Staaten wurden als empfindliche, gleichzeitig aber auch flächenmäßig repräsentative und schutzwürdige Rezeptoren in Deutschland



- Waldökosysteme,
- naturnahes Grünland,
- Nieder- und Hochmoore und
- Heiden

ausgewählt.

*Critical Loads* werden für 30 % der Fläche Deutschlands bestimmt. Darüber hinaus sind für die langfristige Beobachtung von durch Luftverunreinigungen hervorgerufene Veränderungen in Ökosystemen Wassereinzugsgebiete in Nationalparks und Naturschutzgebieten besonders geeignet (z.B. Nationalpark Bayerischer Wald, Biosphärenreservat Rhön).

Räumliche Generalisierungen von der nationalen zur internationalen Darstellung sind nicht zu vermeiden. Die Datenerhebung in Deutschland erfolgt z.T. in Form von UFO-PLAN- Vorhaben oder in Kooperation mit anderen Behörden. Die ökosystemspezifischen, kritischen Eintragsraten werden in den beteiligten Staaten kartiert und beim *Coordination Centre on Effects (CCE, Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu, Bilthoven)* zu UN/ECE-weit harmonisierten räumlichen Darstellungen zusammengefasst, die einen Vergleich mit anderen europäischen Regionen erlauben. Auf dieser Grundlage werden mittels des RAINS-Modells vom *International Institute for Applied Systems Analysis (IIASA, Laxenburg)* wirtschaftlich optimierte Minderungsstrategien für die UN/ECE Staaten ermittelt und empfohlen.

Das Monitoringprogramm von Wirkungen auf Waldökosysteme ist Gegenstand des Internationalen Kooperativprogramms zur Erfassung und Überwachung der Wirkungen von Luftverunreinigungen auf Wälder (*International Cooperative Programme on Assessment and Monitoring of Air Pollution Effects on Forests, ICP Forests*), an dem 38 europäische Staaten und die EU beteiligt sind. Die nationalen Aktivitäten im ICP Forests werden vom BMVEL zusammen mit der BFH koordiniert und von den Ländern umgesetzt. Dabei wird der Waldzustand nach einheitlichen Kriterien flächendeckend überwacht.

Für die Modellierung der Wirkungsprozesse von Luftschadstoffen spielt die Beschreibung und Georeferenzierung der zu schützenden Ökosysteme eine entscheidende Rolle. Im *ICP Modelling and Mapping* wurde die Beschreibung der Ökosysteme nach der EUNIS Klassifikation beschlossen, um eine Vergleichbarkeit der Ergebnisse zu erhalten. Gerade im Hinblick auf die künftige Berücksichtigung biologischer Prozesse bietet die Habitatklassifizierung die nötige Detailtiefe. Im März 2004 wurde die Nutzung des europäischen Informationssystems CORINE Land Cover (CLC) als Basisdatensatz für alle Modellierungen innerhalb der UN/ECE Konvention beschlossen. Wo CLC noch nicht verfügbar ist, wird der Landnutzungsdatensatz des *Stockholm Environmental Institute (SEI)* empfohlen. Aus Sicht des UBA und der anderen beteiligten Staaten bestehen im Hinblick auf die flächendeckende Bereitstellung von Landbedeckungsinformation bezogen auf die aktuelle Nomenklatur in CLC Anforderungen an eine stärkere thematische Differenzierung für die Klassen

- Wald:
  - überwiegend Nadelwald
  - überwiegend Laubwald

jeweils mit Angabe der durchschnittlichen Baumhöhe und des Alters

- Wald-/Strauch-Übergangsstadien:
  - Degenerierung von Waldstandorten
  - Waldverjüngung
- Natürliches Grünland (Wiesen, Weiden):
  - feuchte Standorte
  - trockene Standorte
- Heiden und Moorheiden:
  - Trockenheiden
  - Moorheiden
- Torfmoore:
  - Hochmoore
  - Niedermoore
- Wasserflächen:
  - natürlich
  - anthropogen gestaltet

bei einer räumlichen Auflösung von 250 x 250 m<sup>2</sup>.

## Rechtliche Grundlagen:

### **Völkerrecht**

Übereinkommen vom 13.11.1979 über weiträumige grenzüberschreitende Luftverunreinigung (ECE-Luftreinhalte-Abkommen), ABL.EGEG vom 27.06.1981 Nr. L 171/11
Protokoll vom 28.09.1984 zu dem Übereinkommen von 1979 betreffend die langfristige Finanzierung des Programms über die Zusammenarbeit bei der Messung und Bewertung der weiträumigen Übertragung von luftverunreinigenden Stoffen in Europa (EMEP), i.d. Fsg. der Bek. v. 7.3.1988 BGBl 1988 II 421
Protokoll vom 08.07.1985 zu dem Übereinkommen von 1979 betreffend die Verringerung von Schwefel-emissionen oder ihres grenzüberschreitenden Flusses um mindestens 30 v.H.
Protokoll vom 31.10.1988 zu dem Übereinkommen von 1979 betreffend die Bekämpfung von Emissionen Stickstoffoxidprotokoll (Sofia)
Abkommen vom 10.11.1989 über die Zusammenarbeit auf dem Gebiet des Umweltschutzes (Polen), BGBl. 1990 II 262
Vereinbarung vom 05.10.1987 über die Zusammenarbeit auf dem Gebiet des Umweltschutzes (ehem. CSSR), BGBl. 1988 II 66
Abkommen vom 12.12.1988 über die Zusammenarbeit auf dem Gebiet des Umweltschutzes (Ungarn), BGBl. 1989 II 506

### **EG-Recht**

86/277/EWG: Beschluss des Rates vom 12.06.1986 über den Abschluss des Protokolls zum Übereinkommen über weiträumige grenzüberschreitende Luftverunreinigung von 1979, betreffend die langfristige Finanzierung des Programms über die Zusammenarbeit bei der Messung und Bewertung der weiträumigen Übertragung von luftverunreinigenden Stoffen in Europa (EMEP), ABL.EG L 181/1
97/101/EG: Entscheidung des Rates vom 27.01.1997 zur Schaffung eines Austausches von Informationen und Daten aus den Netzen und Einzelstationen zur Messung der Luftverschmutzung in den Mitgliedsstaaten (ABl EG L 35 S. 14), Anhänge geändert (2001/752/EG) 17.10.2001, ABl. EG L 282/69
Verordnung (EWG) Nr. 3528/86 des Rates vom 17. 11.1986 über den Schutz des Waldes in der Gemeinschaft gegen Luftverschmutzung, ABl.EG vom 21.11.1986 Nr. L 326/2
Verordnung (EWG) Nr. 2157/92 des Rates vom 23. 07.1992 zur Änderung der Verordnung (EWG) Nr. 3528/86 über den Schutz des Waldes in der Gemeinschaft gegen Luftverschmutzung, ABl.EG vom 31.07.1992 Nr. L 217/1
Verordnung (EG) Nr.1545/1999 der Kommission vom 14.07.1999 zur Änderung der Verordnung (EG) Nr. 1091/94 mit Durchführungsbestimmungen zu der Verordnung (EWG) Nr. 3528/86 des Rates über den Schutz des Waldes in der Gemeinschaft gegen Luftverschmutzung, ABl EG vom 15.07.1999 Nr. L 180/9

Verordnung (EG) Nr. 2278/1999 der Kommission vom 21.10.1999 mit Durchführungsbestimmungen zu der Verordnung (EWG) Nr. 3528/86 des Rates über den Schutz des Waldes in der Gemeinschaft gegen Luftverschmutzung, ABl EG vom 29.10.1999 Nr. L 279/3
Verordnung Nr. 1484/2001 des Parlaments und des Rates vom 27.06.2001 zur Änderung der Verordnung (EWG) Nr. 3528/86 des Rates über den Schutz des Waldes in der Gemeinschaft gegen Luftverschmutzung, ABl EG vom 27.07.2001 Nr. L 196/1
Verordnung (EG) Nr. 804/2002 des Parlaments und des Rates vom 15.04.2002 zur Änderung der Verordnung (EWG) Nr. 3528/86 des Rates über den Schutz des Waldes in der Gemeinschaft gegen Luftverschmutzung, ABl. EG vom 17.05.2002 Nr. L 1332/1

### **Bundesrecht**

Gesetz zu dem Übereinkommen vom 13.11.1979 über weiträumige grenzüberschreitende Luftverunreinigung vom 29.03.1982, BGBl. II S. 373
Gesetz vom 19.12.1986, BGBl. II S. 1116 (1. Schwefelprotokoll Helsinki)
Gesetz zu dem Protokoll vom 31.10.1988 zu dem Übereinkommen von 1979 über weiträumige grenzüberschreitende Luftverunreinigungen betreffend die Bekämpfung von Emissionen von Stickstoffoxiden oder ihres grenzüberschreitenden Flusses vom 24.9.1990, BGBl. II S. 1278
Gesetz zum Schwermetallprotokoll der Wirtschaftskommission der Vereinten Nationen für Europa (UN ECE) vom 16.7.2003, BGBl. II S. 610

### **Beobachtungsmethodik:**

Verfahren	Beobachtungsgrößen				
	Wald	Grünland	Heiden / Moorheiden	Torfmoore	Wasserflächen
<b><i>konventionell/aktuell</i></b>					
<b>Methode/ Datenquelle</b>	CORINE-LC 3.1.3; 3.2.4	CORINE-LC 3.2.1	CORINE-LC 3.2.2	CORINE-LC 3.1.2	CORINE-LC 5.1.2
<b>Maßstab</b>	1:100.000				
<b>Auflösung</b>	25 ha				
<b>Aktualität</b>	ca. 5 –10 Jahre				
<b>Wiederholrate</b>	10 Jahre				
<b>Kontinuität/ Verfügbarkeit</b>	Ersterhebung 1989-1992 liegt seit 1996 vor, Aktualisierung 2000 wird 2004 abgeschlossen				
<b>Defizite</b>	unzureichende thematische Differenzierung (s. Text); Anforderungen an höhere räuml. (5ha) und zeitl. (5 jährl.) Auflösung				
<b><i>SFE-Optionen</i></b>					
<b>Sensor/ Mission</b>	a) Landsat-7 ETM b) IRS LISS c) SPOT 1-4 d) SPOT 5				
<b>Räuml. Auflösung</b>	(5-10 ha Erfassungsuntergrenzen) a) 30 m multispektral b) 23 m multispektral c) 20 m multispektral d) 10 m multispektral				(5 ha Erfass.- untergrenze)  (s. links)
<b>Wiederholrate</b>	a) 16 Tage, neue Aufnahmen zur Zeit nicht gesichert (Sensorausfall Landsat-7 ETM) b) 25 Tage c) 26 Tage, häufiger bei Schrägaufnahmen und Nutzung Mehrfachsystem d) 26 Tage, häufiger bei Schrägaufnahmen				

Verfahren	Beobachtungsgrößen				
	Wald	Grünland	Heiden / Moorheiden	Torfmoore	Wasserflächen
<b>Aktualität</b>	a) neue Aufnahmen zur Zeit nicht gesichert (Sensorausfall Landsat-7 ETM), Bestandsaufnahme zum Jahr 2002 (bzw. Frühsommer 2003) möglich b) hoch c) hoch d) hoch				
<b>Kontinuität/Verfügbarkeit</b>	a) Kontinuität zur Zeit nicht gesichert (Sensorausfall Landsat-7 ETM), b) regelmäßige Aufnahmen möglich, wetterabhängig c) regelmäßige Aufnahmen möglich, wetterabhängig d) regelmäßige Aufnahmen möglich, wetterabhängig				
<b>Defizite</b>	für die Differenzierung von Mischwäldern sowie von Wald-Strauch-Übergangsstadien (3.2.4) in degenerierte Waldbe- reiche und Ver- jüngen ist der Kanal des mittleren Infra- rots wichtig, der bei IRS und den SPOT-Systemen 1-3 nicht ver- fügbar ist.	für die Diffe- renzierung von Grünland ist der Kanal des mitt- leren Infrarots wichtig, der bei IRS und den SPOT-Systemen 1-3 nicht (in entsprechender Auflösung) ver- fügbar ist.  Für die Abgren- zung Grünland / Ackerland sind multisaisonale / multitemporale Datensätze zu empfehlen.	für die Differen- zierung von Heiden und Moorheiden ist ebenfalls die Nutzung des Kanal im middle- ren Infrarot empfehlenswert, die bei IRS und SPOT 1-3 (in entsprechender Auflösung) nicht verfügbar sind.	Probleme kön- nen infolge der unterschiedli- chen Vegetati- onsbedeckung von Torfmooren und der teilwei- sen ackerbau- lichen Nutzung bei der Kartie- rung mittels SFE entstehen, hier sind Zusatz- daten (Boden- karten) empfe- hlenswert.	keine Probleme bei der Abgren- zung (auch kleiner) Wasser- flächen bei ent- sprechender Auflösung er- kennbar.

### 3.4 Meeresschutz (Eutrophierung)

Meeresumweltschutz bedarf intensiver internationaler Zusammenarbeit. Die Bundesrepublik Deutschland ist dementsprechend allen einschlägigen Übereinkommen beigetreten. Grundlegende Prinzipien der deutschen Meeresumweltschutz-Politik sind der Vorsorgeansatz, das Verursacherprinzip, der Ökosystemansatz und das Kooperationsprinzip. Es bestehen einschlägige Bund/Länder Gesprächskreise mit Einbeziehung von Nicht-Regierungsorganisationen. Meeresschutz ist darüber hinaus auch ein Aspekt der Wasser- rahmenrichtlinie der EU (s.a. Kap. 3.5.1).

Vor diesem Hintergrund bestehen Verpflichtungen des Bundes u.a. zur

- Reduktion des Eintrags von Nährstoffen,
- Vermeidung von Eutrophierungseffekten,
- Klassifizierung von Eutrophierungsgebieten und
- Überwachung und Bewertung des Zustandes der Meeresumwelt

im Bereich der Nord- und Ostsee.

Der Chlorophyllgehalt des Oberflächenwassers ist ein Indikator für das Phytoplanktonwachstum und damit für den Eutrophierungsgrad. Phytoplanktonvorkommen und Chlorophyllgehalt werden neben weiteren Parametern der Wasserqualität in Nord- und Ostsee im Rahmen eines Bund/Länder-Messprogramms (BLMP) unter Koordination des Bundesamtes für Seeschifffahrt und Hydrographie (BSH) regelmäßig gemessen. Die Mitglieder der Arbeitsgemeinschaft BLMP Nord- und Ostsee sind BMBF, BMU, BMVBW, BMVEL, die Umweltministerien der Küstenländer Mecklenburg-Vorpommern, Niedersachsen und Schleswig-Holstein sowie die Umweltbehörde der Stadt Hamburg. Neben dem BSH führen 14 weitere Fachbehörden und Institutionen Untersuchungen im Rahmen des BLMP durch. Die Koordination der Qualitätssicherung wird vom UBA wahrgenommen. Messdaten aus dem BLMP werden zentral im BSH in der Meeresumwelt-Datenbank (MUDAB) gespeichert und im Meeresumweltreportsystem MURSYS veröffentlicht. MUDAB ist ein gemeinsames Projekt des BSH und des UBA (BSH 2003).

Die Daten zu Phytoplankton und Chlorophyllkonzentration werden auf Fahrten von Forschungsschiffen sowie an küstennahen Messstationen erhoben. In Ergänzung dieses auf *in situ* – Beprobung gestützten Verfahrens ist eine flächendeckende Aufnahme des Chlorophyllgehalts mit hoher zeitlicher Auflösung erwünscht. Daher testet das BSH im Rahmen des GMES-Projekts *Coast Watch* Karten der Chlorophyll- und Schwebstoffverteilung in Nord- und Ostsee, die aus Satellitendaten des MERIS Instruments auf ENVISAT abgeleitet werden (BSH 2003).

Die Wiederholrate der Satellitenüberflüge beträgt für ein bestimmtes Gebiet der Erdoberfläche in unseren Breiten 2 Tage. Real stehen weniger Daten zur Verfügung, da auf Grund von Bewölkung oder Sonnenglitter nicht alle Überflüge nutzbar sind.

Aus diesem Grund können operationell im Standardfall wöchentliche Karten bereitgestellt werden. Je nach Wettersituation weisen auch diese in der Regel Lücken auf. Interpolationsverfahren zur Schätzung des Chlorophylls unter Wolken sind z.Z. noch Gegenstand der Forschung.

MERIS auf ENVISAT bietet die gegenwärtig besten Daten bezüglich räumlicher Auflösung und für (trübe) Küstengewässer. Diese werden, abhängig von der Lebensdauer des Satelliten bis ca. 2007 zur Verfügung stehen. Bisher gibt es keine konkreten Pläne bei ESA für eine Nachfolgemission, so dass eine Kontinuität nicht gesichert ist. Anders ist die Situation bei MODIS, hier ist eine Weiterführung der Missionen im Rahmen des *Polar Platform*-Programmes der NASA vorgesehen.

Gegenwärtig werden von ESA alle MERIS-Überflüge täglich prozessiert (Level 2), es gibt jedoch keine operationelle Datenverteilung für Monitoringzwecke. Im Rahmen des *Coast Watch*-Projektes (GMES) werden im Testbetrieb wöchentliche Chlorophyllkarten für Nord- und Ostsee (Level 3) mit reduzierter Auflösung (2x2 km<sup>2</sup>) bereitgestellt (<http://www.bsh.de/de/Meeresdaten/Beobachtungen/Fernerkundung>).

In Deutschland sind im Rahmen des MERIS-Nutzerprojektes MAPP (Verbund von DLR, GKSS und FU Berlin) regional spezifische Auswertalgorithmen entwickelt und in einem operationellen Prozessierungssystem am DLR implementiert. Gegenwärtig läuft die Validierungs- und Testphase, ein operationeller Status soll bis Mitte 2004 erreicht werden. Dann stehen ausgewertete MERIS-Daten für Nord- und Ostsee auf regulärer Basis in voller Auflösung zur Verfügung. Sie bieten Wochen-, Monats-, Saison- und Jahresmittelwerte für die Wasserinhaltsstoffe Chlorophyll, Schwebstoff und Gelbstoff. Darüber hin-

aus ist für spezielle Probleme (z.B. schädliche Algenblüten, Verschmutzungen) eine *near-real-time* Bereitstellung von Daten möglich.

Für MODIS erfolgt gegenwärtig in Deutschland keine reguläre Prozessierung von Wasserinhaltsstoffkarten. Allerdings werden MODIS-Daten im DLR für andere Anwendungen operationell empfangen und prozessiert. Darauf aufbauend wird z.Z. diskutiert, die für MERIS entwickelten Algorithmen auf MODIS umzusetzen und operationell bereitzustellen. Bei positiver Entscheidung und Klärung der Finanzierung könnte dieser Service etwa ab Anfang 2005 realisiert werden. Voraussetzung ist die Weiterführung des MODIS-Empfangs im DLR.

## Rechtliche Grundlagen:

### Völkerrecht

Übereinkommen vom 15.2.72 zur Verhütung der Meeresverschmutzung durch das Einbringen durch Schiffe und Luftfahrzeuge (London-Übereinkommen), UNTS 932, 3
Protokoll vom 07.11.1996 zum Übereinkommen über die Verhütung der Meeresverschmutzung durch das Einbringen von Abfällen und anderen Stoffen von 1972, BGBl. 1998 II, S.1346
Übereinkommen zum Schutz der Meeresumwelt des Nordostatlantiks (OSPAR-Übereinkommen) vom 22.09.1992, BGBl. 1994 II 1360-1396
Übereinkommen zum Schutz der Meeresumwelt des Ostseegebiets (Helsinki-Übereinkommen – HELCOM), erweitertes Rahmenabkommen vom 09.04.1992, s. BGBl. 1994 II 1397-1431
Verwaltungs-Übereinkommen vom 13.10.1987 über ein Gemeinsames Sekretariat für die Zusammenarbeit beim Schutz des Wattenmeers zwischen dem Ministerium für Umwelt Dänemarks, dem Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit der Bundesrepublik Deutschland und dem Ministerium für Landwirtschaft und Fischereiwesen der Niederlande (Trilaterales Übereinkommen zum Schutz des Wattenmeeres), BGBl. 1988 II 87
Ministererklärung der 6. Trilateralen Regierungskonferenz, Esbjerg 1991
Ministererklärung der 7. Trilateralen Regierungskonferenz, Leeuwarden 1994
Ministererklärung der 8. Trilateralen Regierungskonferenz, Stade 1997

### EG-Recht

91/676 EWG: Richtlinie des Rates zum Schutz der Gewässer vor Verunreinigung durch Nitrat aus landwirtschaftlichen Quellen vom 12.12.1991, ABl. EG Nr. L 375
2000/60/EG: Richtlinie des Rates zur Schaffung eines Ordnungsrahmens für Maßnahmen der Gemeinschaft im Bereich der Wasserpolitik (Wasserrahmenrichtlinie – WRRL) vom 23.10.2000, ABL. EG 22.12.2000 Nr. L 327

### Bundesrecht

Gesetz zur Ausführung des Protokolls vom 07.11.1996 zum Übereinkommen über die Verhütung der Meeresverschmutzung durch das Einbringen von Abfällen und anderen Stoffen von 1972, vom 25.08.1998, BGBl. I S. 2455
Gesetz über das Verbot der Einbringung von Abfällen und anderen Stoffen und Gegenständen in die Hohe See (Hohe-See-Einbringungsgesetz) vom 25.08.1998, BGBl. I 2455, geändert 29.10.2001, BGBl. I S. 2785
Gesetz zu Internationalen Übereinkommen zum Schutz der Meeresumwelt und des Ostseegebiets und des Nordostatlantiks vom 23.08.1994, BGBl. II S. 1355, 1397
Düngemittelgesetz vom 15.11.1977, BGBl. I S. 2134, geändert durch Art. 183 V vom 29.10.2001, BGBl. I S. 2785
Verordnung über die Grundsätze der guten fachlichen Praxis beim Düngen (Düngeverordnung) vom 26.01.1996, BGBl. I S. 118
Verordnung über Anforderungen an das Einleiten von Abwasser in Gewässer (Abwasserverordnung – AbwV) vom 21.03.1997, BGBl. I S. 566, neugefasst durch Bek. vom 15.10.2002, BGBl. I S. 4047, 4550

## Beobachtungsmethodik:

Verfahren	Beobachtungsgrößen
	Chlorophyll
<b><i>konventionell/aktuell</i></b>	
<b>Methode/ Datenquelle</b>	Beprobung und Messung durch Forschungsschiffe und an küstennahen Messstationen/MUDAB
<b>Maßstab</b>	n.a., punktuelle Beprobung in vertikaler Verteilung
<b>Auflösung</b>	n.a., punktuelle Beprobung
<b>Aktualität</b>	max. 1 Jahr (Stichtag 15. Juli)
<b>Wiederholrate</b>	räumliche Verteilung 1/Jahr, lokale Zeitreihen 5/Jahr – 1/Tag
<b>Kontinuität/ Verfügbarkeit</b>	gegeben
<b>Defizite</b>	mangelnde räumliche und zeitliche Repräsentanz
<b><i>SFE-Optionen</i></b>	
<b>Sensor/ Mission</b>	a) MERIS/ENVISAT (ESA) b) MODIS/Terra+Aqua (NASA)
<b>Räuml. Auflösung</b>	a) 300 m, 1 km b) 1 km
<b>Wiederholrate</b>	- regulär wöchentlich, saisonale und Jahresmittelwerte - für spezielle Phänomene (z.B. Algenblüten) alle 1-2 Tage
<b>Aktualität</b>	hoch
<b>Kontinuität/ Verfügbarkeit</b>	- operationelle Verfügbarkeit ab Mitte 2004 - ENVISAT-Nachfolge ab ca. 2007 offen - MODIS Kontinuität nach Terra+Aqua auf NPOSS/POEM
<b>Defizite</b>	- Datenlücken durch Bewölkung

### 3.5 Wasser-Management

Für die gegenwärtige Wasserpolitik des Bundes und ihre künftige Ausgestaltung setzen zwei neue EU-Richtlinien wesentliche Randbedingungen, die auch für die potentielle Nutzung von SFE-Daten von Bedeutung sind, nämlich die am 22.12.2000 verabschiedete Wasserrahmenrichtlinie und die am 24.10.2002 im Entwurf vorgelegte neue Badegewässerrichtlinie. In beiden Richtlinien steht ein verbessertes Managementkonzept im Vordergrund. Mit der Wasserrahmenrichtlinie sollen ganzheitlich orientierte Bewirtschaftungssysteme geschaffen werden, die z.T. länderübergreifend das gesamte Einzugsgebiet von Flüssen umfassen. Mit der neuen Badegewässerrichtlinie sollen die bestehenden Probenahme- und Kontrollsysteme zu einem integrierten Qualitätsmanagementsystem der Badegewässer weiterentwickelt werden. Da die Wasserrahmenrichtlinie die Zustandsbewertung und Bewirtschaftung sowohl der Oberflächengewässer als auch des Grundwassers regelt, berührt sie auch Aspekte des Trinkwasserschutzes und darüber hinaus des Bodenschutzes (s. Kap. 3.9).

#### 3.5.1 Umsetzung der EU-Wasserrahmenrichtlinie

Durch die am 22.12.2000 in Kraft getretene Wasserrahmenrichtlinie der EU soll mittels eines ganzheitlichen, auf das Flusseinzugsgebiet bezogenen Ansatzes ein Ordnungsrah-

men für die europäische Wasserwirtschaft geschaffen und ein guter Gewässerzustand in allen Gewässern der EU erreicht werden (LAWA o.J.). Wesentliche Instrumente der Richtlinie sind

- Zustandserfassung und –bewertung der Oberflächengewässer und des Grundwassers,
- national und international koordinierte Maßnahmenprogramme und Bewirtschaftungspläne unter Berücksichtigung des Kostendeckungsprinzips.

Das ehrgeizige Fristenkonzept der Richtlinie hat zur Folge, dass die Umsetzung in den Mitgliedstaaten unter hohem Zeitdruck steht. Dies betrifft in Deutschland sowohl den Bund in der Wahrnehmung seiner Rahmengesetzgebungs- und Außenvertretungskompetenz als auch die für die operative Umsetzung verantwortlichen Länder. Als Meilensteine seien genannt:

- Durchführung der Bestandsaufnahme bis Ende 2004 (Wiederholung 2013, 2019),
- Anhörung der Öffentlichkeit ab 2006 (2015, 2021),
- Aufstellung der Maßnahmenprogramme und Bewirtschaftungspläne bis Ende 2009, Fortschreibung alle 6 Jahre,
- Zielerreichung („guter Gewässerzustand“) bis Ende 2015 (2021, 2027).

Diese Aufgaben sind flächendeckend für die 10 Flusseinzugsgebiete bzw. – teileinzugsgebiete Donau, Rhein, Maas, Ems, Weser, Elbe, Eider, Oder, Schlei/Trave und Warnow/Peene zu leisten. Die meisten dieser Flusssysteme erstrecken sich über die Hoheitsgebiete mehrerer EU-Mitgliedstaaten, so dass entsprechende Abstimmungsaufgaben mit den jeweiligen Nachbarstaaten hinzukommen.

Grundlage für die Erfüllung der nationalen Berichtspflichten (BMU o.J.) im Rahmen der Bestandsaufnahme wird ein umfangreiches Kartenwerk zu den Themen

- Wasserkörper (Lage und Grenzen der Oberflächengewässer),
- Gewässertypen (Flüsse, Seen, Übergangs-/Küstengewässer, Gewässerlandschaften),
- Grundwasser (Landbedeckung, Gefährdung, Punktquellen, diffuse Quellen, Stickstoffkonzentration),
- ökologische Gewässerqualität (künstliche und erheblich veränderte Gewässer, allgemeine biologische und chemische Parameter),
- chemische Gewässerqualität (Schadstoffe),
- Messnetze in Oberflächengewässern,
- Lage und Grenzen der Grundwasserkörper,
- mengenmäßiger Zustand des Grundwassers,
- chemischer Zustand des Grundwassers,
- Messnetze im Grundwasser (mengenmäßig und chemisch) und
- Schutzgebiete (u.a. Wasserschutzgebiete, Naturschutzgebiete, besonders geschützte Gebiete nach § 20c Bundesnaturschutzgesetz, FFH-Gebiete, EU-Vogelschutzgebiete und Biotopkartierung der Länder, s.a. Kap. 3.5.3 und 3.6).

Die erforderlichen Basis- und Fachdaten werden überwiegend von der Länderarbeitsgemeinschaft Wasser bereitgestellt, des weiteren vom Bundesamt für Kartographie und



Geodäsie, von der Bundesanstalt für Gewässerkunde, vom Statistischen Bundesamt, von der Länderarbeitsgemeinschaft Naturschutz und vom UBA.

Der Erfolg der in Umsetzung der Richtlinie eingeleiteten Maßnahmen ist durch ein geeignetes Überwachungsprogramm sicherzustellen. U.a. für die Ausgestaltung der Bestandsaufnahme, der Überwachung und der Berichterstattung besteht trotz umfangreicher Vorgaben der Richtlinie noch erheblicher Konkretisierungsbedarf (LAWA o.J.).

Seitens des UBA bestehen in diesem Zusammenhang Anforderungen hinsichtlich einer erweiterten räumlichen, zeitlichen und thematischen Auflösung bestimmter Landnutzungsinformationen im Vergleich zum aktuellen Stand von CORINE-LC. Die räumliche Auflösung sollte aus Gründen statistischer Repräsentativität gewährleisten, dass in Einzugsgebieten > 10 km<sup>2</sup> die Flächennutzung für unterschiedliche Flächen mit einer mittleren Größe von 0,5 qkm differenziert werden kann. Einzelne Sonderkulturen und Siedlungsflächen > 5 ha sollten erfasst werden können.

Bezüglich der Klassifizierungstiefe wird

- für Siedlungsflächen eine Differenzierung des Versiegelungsgrads gefordert (< 40%, < 60%, < 80%, bis 100%; mindestens jedoch >20%, </> 50%, >80%),
- für Ackerflächen (CORINE-LC 2.1.1 bzw. 2.1.2) eine weitere Untergliederung in Gemüse und Hackfrüchte, sowie letztere weiter unterteilt in Mais und übrige Hackfrüchte, jeweils mit bzw. ohne ganzjährige Bodenbedeckung und
- für Sonderkulturen (CORINE-LC 2.2) die Differenzierung von Hopfenanbau.

Die Differenzierung der Ackerflächen würde eine jährliche Aktualisierung erfordern. Darüber hinaus wird für die Beurteilung des ökologischen Zustands eine Erfassung der morphologischen Gewässerstrukturen als hilfreich angesehen.

Im Rahmen von GMES werden SFE-basierte operationelle Datenprodukte u.a. zur Unterstützung der Umsetzung der Wasserrahmenrichtlinie im Projekt *GMES Service Element SAGE (Service for the Provision of Advanced Geoinformation on Environmental Pressure and State)* entwickelt, an dem das UBA beteiligt ist. Das Projekt wird von der Fa. Infoterra GmbH geleitet (<http://www.gmes-sage.info/project.php>). Es beinhaltet u.a. Produkte zu Landnutzung, Bodenversiegelung, Oberflächenabfluß und Nitratbelastung aus diffusen Quellen.

## Rechtliche Grundlagen:

### **EG-Recht**

2000/60/EG: Richtlinie des Rates zur Schaffung eines Ordnungsrahmens für Maßnahmen der Gemeinschaft im Bereich der Wasserpolitik (Wasserrahmenrichtlinie – WRRL) vom 23.10.2000, ABL. EG 22.12.2000 Nr. L 327
---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

### **Bundesrecht**

Siebtes Gesetz zur Änderung des Wasserhaushaltsgesetzes vom 18.06.2002, BGBl. I S. 1914
-----------------------------------------------------------------------------------------

Gesetz zur Ordnung des Wasserhaushalts (Wasserhaushaltsgesetz – WHG), Neufassung vom 19.08.2002, BGBl. I S. 3245
------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

## Beobachtungsmethodik:

Verfahren	Beobachtungsgrößen			
	Siedlungsflächen	Ackerflächen (Gemüse)	Ackerflächen (Hackfrüchte**)	Sonderkulturen (Hopfen)
<b><i>konventionell/aktuell*</i></b>				
Methode/ Datenquelle	CORINE-LC			
Maßstab	1:100.000			
Auflösung	25 ha			
Aktualität	ca. 5 - 10 Jahre			
Wiederholrate	10 Jahre			
Kontinuität/ Verfügbarkeit	Ersterhebung 1989-1992 liegt seit 1996 vor, Aktualisierung 2000 ist laufendes Projekt			
Defizite	keine Differenzierung des Versiegelungsgrads; Anforderung räuml. Auflösung 5 ha	keine Differenzierung Gemüse/ Hackfrüchte, Anforderungen an höhere räumliche (5 ha) und zeitliche (1 jährl.) Auflösung		nicht erfassbar; Anforderung räuml. Auflösung 5 ha
<b><i>SFE-Optionen</i></b>				
Sensor/ Mission	a) ETM b) IRS LISS c) SPOT 1-4 d) SPOT 5	a) IRS LISS b) SPOT 1-4 c) SPOT 5 d) Rapid Eye	a) ETM b) IRS LISS c) SPOT 1-4 d) SPOT 5	
Räuml. Auflösung	a) 30 m multispektral, 15 m panchr. b) 23 m multispektral, 6 m panchr. c) 20 m multispektral, 10 m panchr. d) 10 m multispektral, 5 m anchr.	a) 23 m multispektral, 6 m panchr. b) 20 m multispektral, 10 m panchr. c) 10 m multispektral, 5 m panchr. d) 6.5 m im Nadir	a) 30 m multispektral, 15 m panchr. b) 23 m multispektral, 6 m panchr. c) 20 m multispektral, 10 m panchr. d) 10 m multispektral, 5 m panchr.	
Wiederholrate	a) 16 Tage, neue Aufnahmen zur Zeit nicht gesichert (Sensorausfall ETM) b) 25 Tage c) 26 Tage, häufiger bei Schrägaufnahmen d) 26 Tage, häufiger bei Schrägaufnahmen	a) 25 Tage b) 26 Tage, häufiger bei Schrägaufnahmen c) 26 Tage, häufiger bei Schrägaufnahmen d) täglich jeder Punkt erreichbar	a) 16 Tage, Neue Aufnahmen zur Zeit nicht gesichert (Sensorausfall ETM) b) 25 Tage c) 26 Tage, häufiger bei Schrägaufnahmen d) 26 Tage, häufiger bei Schrägaufnahmen	

Verfahren	Beobachtungsgrößen			
	Siedlungsflächen	Ackerflächen (Gemüse)	Ackerflächen (Hackfrüchte**)	Sonderkulturen (Hopfen)
<b>Aktualität</b>	a) neue Aufn. Z. Zt. nicht gesichert, Sensorausfall (ETM) b) hoch c) hoch d) hoch	alle hoch	a) neue Aufn. Z. Zt. nicht gesichert, Sensorausfall (ETM) b) hoch c) hoch d) hoch	
<b>Kontinuität/ Verfügbarkeit</b>	a) Kontin. z. Zt nicht gesichert (Sensorausfall ETM), b) Regelm. Aufnahmen möglich, wetterabh. c) Regelm. Aufnahmen möglich, wetterabh. d) Regelm. Aufnahmen möglich, wetterabh.	Regelmäßige Aufnahmen möglich, wetterabhängig	a) Kontin. z. Zt nicht gesichert (Sensorausfall ETM), b) Regelm. Aufnahmen möglich, wetterabhängig c) Regelm. Aufnahmen möglich, wetterabhängig d) Regelm. Aufnahmen möglich, wetterabhängig	
<b>Defizite</b>	Die Ableitung von Versiegelungsgraden, mittels Regressionsanalysen aus dem Vegetationsindex, ist bei der Nutzung unterschiedlicher Satellitensysteme, eventuell auch bei der Nutzung unterschiedlicher Jahreszeiten, anzupassen und zu optimieren.	Die Abgrenzung von Gemüseflächen ist allein aus den optischen Satellitendaten schwierig und bedarf multisaisonaler / multitemporaler Daten und möglichst Zusatzdaten.	Die Abgrenzung von Hackfrüchten und Mais bedarf multisaisonaler Daten.	Die Abgrenzung von Hopfen bedarf multisaisonaler Daten, nach Möglichkeit auch Zusatzdaten (potentielle Hopfengebiete).

\* Verfahren in Entwicklung

\*\* Kartoffeln, Zuckerrüben, Mais (darüber hinaus erwünscht: a) Abgrenzung Mais b) Differenzierung beider in ständige Bodenbedeckung vorhanden / fehlend

### 3.5.2 Umsetzung der EU-Badegewässerrichtlinie

Ziel des immer noch in der Diskussion befindlichen Entwurfs der revidierten EU-Badegewässerrichtlinie ist ein besserer Schutz der Badegäste durch eine wirksamere Bewirtschaftung der Badegewässer. Im Vergleich zur bestehenden Richtlinie aus dem Jahr 1976 werden verbesserte gesundheitliche Normen, eine effizientere Bewirtschaftung einschließlich aktiver Einbeziehung der Öffentlichkeit, sowie eine größere Flexibilität in der Umsetzung angestrebt. Dies soll durch folgende Bewirtschaftungsmaßnahmen erreicht werden:

- Erstellung und Aktualisierung eines Badegewässerprofils,
- Erstellung eines Kontrollzeitplans,
- Überwachung der Badegewässer,
- Bewertung der Badegewässerqualität,

- Einstufung der Badegewässer im Hinblick auf das Vorkommen von Indikatororganismen für Fäkalkontamination,
- Bewertung der Risiken in Bezug auf Verschmutzungsquellen,
- Erstellung von Notfallplänen und Einrichtung von Überwachungssystemen,
- Unterrichtung der Öffentlichkeit über die Qualität der Badegewässer,
- Maßnahmen zur Vermeidung einer Exposition von Menschen gegenüber Verschmutzung und
- Maßnahmen zur Verringerung der Gefahr von Verschmutzung und Kontaminierung.

Ein wesentliches Element der Richtlinie ist das Badegewässerprofil. Es umfasst u.a. eine Beschreibung der physikalischen, geographischen und hydrologischen Eigenschaften des Badegewässers sowie eine Beschreibung aller potenziellen Verschmutzungsquellen. Diese Eigenschaften sollen auf einer detaillierten Karte dargestellt werden. Ein solches Profil soll für jedes Badegewässer erstellt werden. Wie häufig es aktualisiert wird, hängt von der Einstufung der Qualität des Gewässers ab:

- bei "ausgezeichneter" Qualität alle 3 Jahre,
- bei "guter" Qualität alle 2 Jahre,
- bei "mangelhafter" Qualität je nach Art und Schwere des Risikos, aber mindestens ein Mal jährlich zu Beginn der Badesaison.

Die im Entwurf der Richtlinie festgeschriebene Überprüfung der Badegewässer konzentriert sich zukünftig auf nur noch zwei Parameter (Darmenterokokken und Escherichia coli), während in der Richtlinie aus dem Jahr 1976 die Messung von 17 Parametern verlangt wurde. Diese beiden Parameter sind Indikatoren für die Verschmutzung durch Fäkalien. Hintergrund dieser Entwicklung ist die Beobachtung, dass abgesehen von Cyanobakterientoxinen eine gesundheitsgefährdende Belastung mit Chemikalien in Badegewässern äußerst selten auftritt. Allerdings werden Artikel zur Verschmutzung der Strände (z.B. mit Abfall, Öl, Glas) sowie zum Vorkommen potentiell toxischer Cyanobakterien aufgenommen, wobei für diese Parameter keine Grenzwerte vorgegeben werden.

Entsprechende Analysen werden von den Gesundheitsämtern auf Kreisebene durchgeführt. Das UBA wertet diese Daten im Rahmen seiner Berichtspflicht bei Überschreitungen an die EU aus.

Im vorliegenden Entwurf der neuen Richtlinie ist die Überwachung von z.T. toxischen Cyanobakterien (Blualgen) für solche Badegewässer vorgesehen, deren Profil ein Ausbreitungspotenzial z.B. durch Eutrophierung anzeigt. Für diese Gewässer sind Pläne für unmittelbare Gegenmaßnahmen und Information der Öffentlichkeit zu erstellen. Ganz allgemein werden für Badegewässer mit einer Tendenz zur verschmutzungsbedingten Massenvermehrung von Algen gezielte Untersuchungen und Maßnahmen einschließlich Information der Öffentlichkeit verlangt (Artikel 14). An nahezu der Hälfte der Badestellen in Deutschland wird der imperative Wert für die Gewässertrübung (Sichttiefe 1 m) zeitweilig nicht eingehalten. Diese Trübungen sind häufig auf Massenentwicklungen von Cyanobakterien auf Grund von Überdüngung der Gewässer zurückzuführen.

Zur Überwachungsmethodik und Risikoabschätzung hat das UBA im Benehmen mit dem BLAK Badegewässer Empfehlungen herausgegeben (UBA 2003a). Das dreistufige Überwachungsschema umfasst

- visuelle Inspektion und Bewertung vor Ort mit Bestimmung der Nährstoff-Kapazität des Gewässers für Massenentwicklungen von Cyanobakterien,
- quantitative Analyse des aktuellen Vorkommens von Cyanobakterien und
- ggf. Quantifizierung der Toxinkonzentration.

Die visuelle Inspektion erfasst den Grad der Wassertrübung (Sichttiefe), bei Unterschreitung von 1-2 m wird eine Wasserprobe mikroskopisch untersucht. Die Kapazität für Massenentwicklungen wird anhand der Gesamtposphorkonzentration bestimmt. Als Maß für das aktuelle Vorkommen von Cyanobakterien dient die Chlorophyll-a-Konzentration nach vorangegangener mikroskopischer Untersuchung zur Abschätzung des Anteils des durch Cyanobakterien bedingten Chlorophyll-a.

Der zeitliche Aufwand für die Überwachungsbehörden ist sowohl für die Probenahme als auch für die Laboranalysen relativ hoch; ferner ergeben sich Aussagen nur für die Probenahmestelle. Dies ist hinsichtlich des Vorkommens von Cyanobakterien unbefriedigend, da viele Arten an die Gewässeroberfläche auftreiben und vom Wind innerhalb kurzer Zeiträume (im Bereich von Stunden bis Tagen) verfrachtet werden. Bei geringen Zellzahlen am Ort und/oder Zeitpunkt der Probenahme können daher in anderen Gewässerbereichen oder an anderen Tagen dennoch belastende Mengen auftreten.

Über optische Fernerkundungsdaten können Cyanobakterien von anderem Phytoplankton unterschieden werden. Erste in der marinen Biologie entwickelte Ansätze sind für den limnischen Bereich (und Maßstab) anzupassen und weiterzuentwickeln. Mittelfristiges Ziel wäre die Überwachung durch satellitengestützte Fernerkundung, mit der bei deutlich geringerem Aufwand sowohl für die Probenahme als auch für die Laboranalysen der Schutz der Badegäste maßgeblich verbessert werden könnte.

Zur Entwicklung dieser Methodik wird im UBA derzeit ein gemeinsam mit dem BMBF durchzuführendes UFOPLAN-Projekt ("Phyto Fern") diskutiert.

Die räumliche Auflösung von Satelliten, die speziell für die Fernerkundung von Gewässern konzipiert sind, liegt zwischen 300 und 1000 Metern. Für die meisten Badegewässer ist diese Auflösung nicht ausreichend. Daher ist es erforderlich, für Landanwendungen entwickelte Satelliten zu nutzen. Da deren Wiederholrate mit typisch 16 Tagen aber sehr gering ist, müssen Daten von verschiedenen Satelliten kombiniert werden.

Geeignete Algorithmen müssen noch entwickelt werden. Es ist zu erwarten, dass sich die Trübung relativ genau abschätzen lässt, aber eine quantitative Bestimmung von Chlorophyll ist mit den meisten Sensoren wohl nicht möglich. Algenblüten dürften sich jedoch erkennen lassen.

## **Rechtliche Grundlagen:**

### ***EG-Recht***

76/160/EWG: Richtlinie des Rates über die Qualität der Badegewässer (Badegewässerrichtlinie) vom 08.12.1975, ABL.EG 05.02.1976 Nr. L 31, zuletzt geändert durch Art. 3 der Richtlinie 91/692/EWG des Rates zur Vereinheitlichung und zweckmäßigen Gestaltung der Berichte über die Durchführung bestimmter Umweltschutzrichtlinien, ABL.EG 31.12.1991 Nr. L 377
-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

2002/0254 (COD): Richtlinie des Europäischen Parlaments und des Rates über die Qualität der Badegewässer, Vorschlag vom 24.10.2002, KOM(2002) 581
---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

## Beobachtungsmethodik:

Verfahren	Beobachtungsgrößen	
	Gewässertrübung (Sichttiefe)	Chlorophyll-a
<b><i>konventionell/aktuell*</i></b>		
<b>Methode/ Datenquelle</b>	Standardisierte visuelle Inspektion (Secchi-Scheibe) / Berichte der Gesundheitsämter	Filtration und Rückstandsextraktion von Gewässerproben, photometrische Bestimmung
<b>Maßstab</b>	n.a.	n.a.
<b>Auflösung</b>	punktueller Probenahme	punktueller Probenahme
<b>Aktualität</b>	unterschiedlich (Erhebung auf Kreisebene)	
<b>Wiederholrate</b>	14-tägig, je nach Risikoeinschätzung und Gewässerqualität	14-tägig, je nach Risikoeinschätzung und Gewässerqualität
<b>Kontinuität/ Verfügbarkeit</b>	unterschiedlich (Erhebung auf Kreisebene)	
<b>Defizite</b>	hoher Personaleinsatz	hoher Zeit- und Arbeitsaufwand (Extraktion 24 h; ca. 25 Proben/Tag)
<b><i>SFE-Optionen</i></b>		
<b>Sensor/ Mission</b>	a) MERIS b) MODIS c) Landsat-7 ETM d) Hyperion e) LISS-III f) ASTER g) SPOT 5 h) IKONOS i) Quickbird	a) MERIS b) MODIS c) Hyperion  Die anderen nebenstehenden Sensoren sind zur Erkennung von Algenblüten auch geeignet, aber eine quantitative Bestimmung der Chlorophyllkonzentration ist nicht möglich.
<b>Räuml. Auflösung</b>	a) 300 m b) 250-1000 m c) 30 m d) 30 m e) 25 m f) 15 m g) 10 m h) 4 m i) 2.5 m	a) 300 m b) 1000 m c) 30 m
<b>Wiederholrate</b>	a) 2 Tage b) 1 Tag c) 2-3 Wochen d) 4-16 Tage e) 16 Tage f) 16 Tage g) 16 Tage h) 2-3 Tage i) 1-3.5 Tage	a) 2 Tage b) 1 Tag c) 4 - 16 Tage
<b>Aktualität</b>	s. Verfügbarkeit	s. Verfügbarkeit

Verfahren	Beobachtungsgrößen	
	Gewässertrübung (Sichttiefe)	Chlorophyll-a
<b>Kontinuität/ Verfügbarkeit</b>	a) operationell, Daten werden automatisch aufgenommen; Nachfolge nach 2007 offen b) operationell, Daten werden automatisch aufgenommen, Kontinuität langfristig gewährleistet c) operationell, Daten werden automatisch aufgenommen d) Aufnahme muss angefordert werden e) operationell, Daten werden automatisch aufgenommen, Nachfolgemitmission gesichert, Datenverfügbarkeit bis mindestens 2009 f) Aufnahme muss beantragt werden, nur wissenschaftliche Nutzung vorgesehen g) operationell, Daten werden automatisch aufgenommen h) Aufnahme muss angefordert werden i) Aufnahme muss angefordert werden	a) operationell, Daten werden automatisch aufgenommen; Nachfolge nach 2007 offen b) operationell, Daten werden automatisch aufgenommen, Kontinuität langfristig gewährleistet c) Aufnahme muss angefordert werden
<b>Defizite</b>	a) Datenlücken durch Bewölkung b) Trübung ist für keinen Sensor ein Standardprodukt, d.h. es müssen noch sensorspezifische Algorithmen entwickelt werden c) seit 31.5.2003 schlechte Datenqualität	a) Datenlücken durch Bewölkung b) Für Hyperion existiert kein operationelles Auswerteverfahren

\* Empfehlung des UBA

### 3.5.3 Ausweisung/Überwachung von Wasserschutzgebieten

Der Zustand von Wasserschutzgebieten und damit die Qualität und Quantität des verfügbaren Trinkwassers werden durch zahlreiche Parameter bestimmt. Für die diesbezüglichen Überwachungsaufgaben des BMU existiert noch kein bundesweit einheitliches standardisiertes Erhebungsverfahren. Die erforderliche Datengrundlage wird durch Auswertung von Veröffentlichungen der zuständigen Landesbehörden gewonnen.

Eine bundesweite Übersichtskarte der ausgewiesenen bzw. geplanten Wasserschutzgebiete ist derzeit nicht verfügbar. Nach Angaben des UBA betrug 2001 in Nordrhein-Westfalen der Flächenanteil von 389 ausgewiesenen Wasserschutzgebieten 3842 qkm, entsprechend 11,27 % der Landesfläche. Gleichzeitig befanden sich weitere 469 Wasserschutzgebiete mit einer Gesamtfläche von 2010 qkm entsprechend 5,9 % der Landesfläche in Planung. Für Bayern wurden 3763 Schutzgebiete mit einem Anteil von etwa 9 % der Landesfläche benannt. Schätzungsweise kann man für die Bundesrepublik von einem Flächenanteil in der Größenordnung von 1 bis 30 % und einer durchschnittlichen Flächengröße von 30 bis 5000 km<sup>2</sup> ausgehen. Mit einem raschen Anstieg der Anzahl der geschützten Flächen in den nächsten Jahren ist zu rechnen.

Für die Ausweisung von Wasserschutzgebieten haben sich GIS-Anwendungen als sehr hilfreich erwiesen, häufig kombiniert mit Grundwassermodellen. Als weitere mögliche Nutzungsaspekte sind zu nennen:

- Beobachtung und Überwachung unter Einbeziehung von Daten zur Landnutzungsänderung, Bebauung und Bodenverdichtung,
- Analyse der räumlichen Zuordnung von Wasserschutzgebieten z.B. im Rahmen des HACCP Konzepts (*Hazard Analysis and Critical Control Point*, ein aus der Lebensmittelindustrie stammendes Risikoanalyseverfahren) und
- Ableitung von Belastbarkeitskarten und Beratung von Landwirten bei der Anwendung von Dünge- und Pflanzenschutzmitteln.

Wesentliche der SFE direkt zugängliche Beobachtungsgrößen sind Landnutzungsänderungen, insbesondere

- Waldflächenänderungen,
- Grünlandumbruch und
- Bodenversiegelung, des weiteren das
- DHM mit Hangneigung und Exposition.

Indirekt kann über die Art der Flächennutzung in Kombination mit Bodenkarten und Reliefdaten mit Hilfe geeigneter Modelle eine Abschätzung vorwiegend landwirtschaftlicher Einträge vorgenommen werden. Insbesondere für Bundesländer mit hohen Anteilen an Talsperren, die der Trinkwassergewinnung dienen, spielt die Bodenerosion in den Einzugsgebieten eine Rolle beim Eintrag von Pflanzenschutzmitteln und Nitrat (s.a. Kap. 3.9).

Als Datengrundlage für die Bewertung und Ausweisung von Wasserschutzgebieten ist eine parzellenscharfe Erfassung auf der Grundlage von digitalen Flurkarten im Maßstab 1:5 000 bzw. 1:25 000 unter Berücksichtigung des Flächennutzungsplans sinnvoll. Neben den Wasserschutzgebieten sollten auch sog. Vorhaltegebiete flächenhaft dargestellt werden. Insgesamt erscheint ein bundesweit vereinheitlichtes Erhebungsverfahren wünschenswert.

## **Rechtliche Grundlagen:**

### ***EG-Recht***

2000/60/EG: Richtlinie des Rates zur Schaffung eines Ordnungsrahmens für Maßnahmen der Gemeinschaft im Bereich der Wasserpolitik (Wasserrahmenrichtlinie – WRRL) vom 23.10.2000, ABL. EG 22.12.2000 Nr. L 327

### ***Bundesrecht***

Gesetz zur Ordnung des Wasserhaushalts (Wasserhaushaltsgesetz – WHG) vom 19.08.2002, BGBl. I S. 3245



## Beobachtungsmethodik:

Verfahren	Beobachtungsgrößen			
	Waldflächen- änderung (ARD)	Landwirtschaftliche Bodennutzung, Acker- land/Grünland	Boden- versiegelung	DGM (Hangnei- gung, Exposition)
<b><i>konventionell/aktuell*</i></b>				
Methode/ Datenquelle	Literaturlauswertung/Landesbehörden			
Auflösung**	5-10m			
Aktualität**	max. 5 Jahre			n.a.
Wiederholrate**	5 Jahre			nicht notwendig
Kontinuität/ Verfügbarkeit	Abhängig von der Intensität der Bund-Länder-Zusammenarbeit			
Defizite	Heterogene Datengrundlage			
<b><i>SFE-Optionen</i></b>				
Sensor/ Mission	a) IRS LISS b) SPOT 1-4 c) SPOT 5 d) Rapid Eye e) IKONOS f) Quickbird			a) SRTM b) Spot-5
Räuml. Auflösung	a) 23 m multispektral, 6 m panchromatisch b) 20 m multispektral, 10 m panchromatisch c) 10 m multispektral, 5 m panchromatisch d) 6.5 m im Nadir e) 4 m multispektral f) 2,5 m multispektral			a) 20 m (X-Band) 60 m (C-Band) b) 20 m
Wiederholrate	a) 25 Tage b) 26 Tage, häufiger bei Schrägaufnahmen c) 26 Tage, häufiger bei Schrägaufnahmen d) täglich jeder Punkt erreichbar e) 2,9 Tage bei 1,0 m, 111,5 Tage bei 1,5 m f) 1-3 Tage			n.a.
Aktualität	bei den höchstaflösenden Systemen und SPOT aufgrund der möglichen Schrägaufnahmen hoch			a) 2000 b) ca. 5 Jahre
Kontinuität/ Verfügbarkeit	die Aufnahmen müssen bestellt und programmiert werden, die schnelle Verfügbarkeit ist vom Wetter abhängig. Rapid Eye ist ab ca. 2005 verfügbar.			a) verfügbar b) auf Bestellung

Verfahren	Beobachtungsgrößen			
	Waldflächen- änderung (ARD)	Landwirtschaftliche Bodennutzung, Ackerland/Grünland	Boden- versiegelung	DGM (Hangnei- gung, Exposition)
<b>Defizite</b>	Bei der Klassifizierung von Waldflächenänderungen ist die Abgrenzung junger Aufforstungsstadien (nicht geschlossene Kulturen) von naturnahem Grünland schwierig.	Für die Abgrenzung Grünland / Ackerland sind multisaisonale / multitemporale Datensätze zu empfehlen.	Bei der detaillierten Bestimmung des Versiegelungsgrades aus Fernerkundung (z. B. mittels Korrelationen zum Vegetationsindex) gibt es die Schwierigkeit, vegetationsfreie Flächen unterschiedlicher Verdichtung (Sand, Lehme, Asphaltierung) mit automatischen Verfahren zu differenzieren. Hier sind Methodenentwicklungen notwendig.	a) Kombination aus 2 zeitgleich aufgenommenen Datensätzen mit einheitlicher Methode, aber unterschiedlicher Auflösung b) muss erst erzeugt werden a) + b) liefern ein Oberflächenmodell

\* Verfahren in Entwicklung

\*\* Anforderung

### 3.5.4 Hochwasservorsorge

Für die Durchführung vorsorgender Maßnahmen des Hochwasserschutzes sind die Bundesländer oder die Kommunen zuständig. Als Konsequenz aus dem Elbe-Hochwasser von 2002 hat die Bundesregierung das 5-Punkte-Programm zur Verbesserung des vorbeugenden Hochwasserschutzes beschlossen. Gefordert wird u.a. ein gemeinsames Hochwasserschutzprogramm von Bund und Ländern mit den Zielen:

- den Flüssen mehr Raum zu geben,
- Hochwasser dezentral zurückzuhalten und
- durch Steuerung der Siedlungsentwicklung Schadenspotenziale zu mindern.

In Übereinstimmung mit der Wasserrahmenrichtlinie der EU stützt sich das Konzept auf einen flussgebietsbezogenen Ansatz, d.h. Flüsse und ihre Einzugsgebiete sind grenzübergreifend als wasserwirtschaftliche und ökologische Einheiten zu betrachten und zu bewirtschaften.

Zur Umsetzung des 5-Punkteprogramms hat das BMU im Juni 2003 den Entwurf eines Artikelgesetzes zur Verbesserung des vorbeugenden Hochwasserschutzes vorgelegt. Mit dem Gesetz sollen bestehende bundesgesetzliche Instrumente zum Hochwasserschutz fortentwickelt und die hochwasserrelevanten Rechtsvorschriften in den Bundesgesetzen Wasserhaushaltsgesetz (WHG), Baugesetzbuch (BauGB), Raumordnungsgesetz (ROG), Bundeswasserstraßengesetz (WaStrG) und Gesetz über den Deutschen Wetterdienst (DWDG) ausgebaut werden. Im Entwurf vorgesehene Aufgaben und Ziele mit potentiellen Auswirkungen auf räumliche bezogene Informationsanforderungen sind:

- eine flächendeckende Festsetzung und Kartierung von Überschwemmungsgebieten (mindestens 100-jährliches Bemessungshochwasser) innerhalb von 5 Jahren (WHG),

- Beschränkungen der Flächennutzung in Überschwemmungsgebieten (Siedlungs- und Ackerbau),
- zusätzliche Erfassung und Kartierung von überschwemmungsgefährdeten Gebieten und deren Einbeziehung in den gesetzlichen Hochwasserschutz (WHG),
- stärkere Berücksichtigung der Regelungen zu Überschwemmungsgebieten und überschwemmungsgefährdeten Gebieten in der Raum- und Bauleitplanung (ROG, BauGB) und
- Aufstellung flussgebietsbezogener Hochwasserschutzpläne unter Einbeziehung von Maßnahmen zum Erhalt oder zur Rückgewinnung von Rückhalteflächen und Auen.

Grundsätzlich ist beabsichtigt, den Ackerbau mittelfristig aus den Überschwemmungsgebieten zu verlagern und die Ausweisung neuer Baugebiete in Flächennutzungs- und Bebauungsplänen für Überschwemmungsgebiete auszuschließen.

Das BMU sieht für den vorbeugenden Hochwasserschutz gesetzgeberischen Handlungsbedarf des Bundes, da der bisherige gesetzliche Rahmen des Hochwasserschutzes in Deutschland uneinheitlich ist und ein erhebliches Vollzugsdefizit besteht. Zur wirksamen Bekämpfung der Hochwassergefahren sollen einheitliche Strategien vorgegeben, die notwendigen Beschränkungen in der Nutzung der Gewässer und des Bodens (Siedlung und landwirtschaftliche Flächen) bundesweit durchgesetzt und die staatliche Planung der Hochwasservorsorge einschließlich der Abstimmung der zuständigen Stellen geordnet werden. Die Länder werden verpflichtet, die flussgebietsbezogenen Hochwasserschutzpläne untereinander und auch international abzustimmen. Die Bundesregierung übernimmt dabei auf Antrag eines Bundeslandes eine Vermittlerrolle.

Im Bereich des Hochwasserschutzes in den internationalen Flussgebieten ist der Bund Vertragspartner der Anrainerstaaten. Das BMU beteiligt sich in allen internationalen Flusskommissionen (Rhein, Donau, Elbe, Oder, Mosel/Saar, Maas) an der Erarbeitung grenzübergreifender Hochwasserschutz- und -vorsorgemaßnahmen. Grundsätzlich wird dabei auf der Grundlage einer Hochwasserstrategie und einer Bestandsaufnahme des bestehenden Hochwasserschutzniveaus ein Hochwasseraktionsplan erarbeitet und umgesetzt. Die grenzüberschreitende Planung und Koordinierung des vorbeugenden Hochwasserschutzes ist bisher nicht verbindlich durch die EU vorgegeben. Es ist erklärtes Ziel der Bundesregierung, die Schwerpunkte des 5-Punkte-Programms möglichst weitgehend auch in der Politik der EU zu verankern (Bundesrepublik Deutschland 2002).

Zur Wahrnehmung ihrer Aufgaben benötigen die verantwortlichen Stellen räumlich bezogene Informationen über

- Niederschlag,
- Abfluss und
- Hochwasserausbreitung,

sowie deren Entwicklungstendenzen, die vom Deutschen Wetterdienst (DWD) bzw. von der Bundesanstalt für Gewässerkunde (BfG), von der Wasser- und Schifffahrtsverwaltung des Bundes (WSV) und von zusätzlichen ergänzenden Beobachtungsnetzen der Länder bereitgestellt werden.

Vor dem Hintergrund des Gesetzentwurfs zur Verbesserung des vorbeugenden Hochwasserschutzes ist damit zu rechnen, dass im Rahmen der Außenvertretung des Bundes

und der vorgesehenen Vermittlungsaufgabe auch Überblicksinformation über Landnutzung und Landnutzungsveränderungen in internationalen Flusseinzugsgebieten benötigt wird, mit dem Schwerpunkt auf

- Siedlungsflächen und
- ackerbaulich genutzten Flächen.

Ein verstärkter Überwachungsbedarf für diese Landnutzungen in Überschwemmungsgebieten und ggf. überschwemmungsgefährdeten Gebieten entsteht für die Länder. Ein spezifisches Anforderungsprofil des Bundesumweltressorts ist derzeit nicht gegeben.

## Rechtliche Grundlagen:

### **Völkerrecht**

Protokoll zwischen den Regierungen der Bundesrepublik Deutschland und der Französischen Republik über die Errichtung einer intern. Kommission zum Schutz der Saar gegen Verunreinigung, vom 20. Dezember 1961, in Kraft getreten am 1. Juli 1962; BGBl. 1962 II S.1106 ff
Protokoll zwischen den Regierungen der Bundesrepublik Deutschland, der Französischen Republik und des Großherzogtums Luxemburg über die Errichtung einer internationalen Kommission zum Schutz der Mosel gegen Verunreinigung, vom 20. Dezember 1961, in Kraft getreten am 1. Juli 1962; BGBl. 1962 II S.1103 ff
Übereinkommen vom 20. Juni 1994 über die Zusammenarbeit zum Schutz und zur verträglichen Nutzung der Donau (Donauschutzübereinkommen), in Kraft getreten am 22.10.1998, BGBl. 1998 II Nr.48
"Internationales Maas-Übereinkommen"; unterzeichnet am 3.12.2003; zur Zeit im Ratifizierungsprozess
Vereinbarung vom 29.04.1963 über die Internationale Kommission zum Schutze des Rheins gegen Verunreinigung (IKSR), 06.09.1965 BGBl.1965 II 1432, in Kraft für Deutschland am 01.05.1965, geändert mit dem „Gesetz zu dem Übereinkommen vom 12. April 1999 zum Schutz des Rheins“, BGBl.2001 II.Nr.26, in Kraft getreten am 1. Januar 2003 (BGBl.2003 II S.96)
Vereinbarung vom 08.10.1990 über die Internationale Kommission zum Schutz der Elbe (IKSE), BGBl. 1992 II 943
Protokoll vom 09.12.1991 (betr. Änderung)
Vertrag vom 19.05.1992 zwischen der Bundesrepublik Deutschland und der Republik Polen über die Zusammenarbeit auf dem Gebiet der Wasserwirtschaft an den Grenzgewässern
Vertrag über die Internationale Kommission zum Schutz der Oder gegen Verunreinigung (IKSO) vom 11.04. 1996, in Kraft am 28.04.1999, BGBl. 1997 II 1708

### **Bundesrecht**

Gesetz vom 14.09.1992 zur Vereinbarung vom 08.10.1990 über die Internationale Kommission zum Schutz der Elbe, BGBl. II S. 942, und Durchführungsgesetz zur Änderung
Gesetz zu dem Vertrag vom 19. Mai 1992 zwischen der Bundesrepublik Deutschland und der Republik Polen über die Zusammenarbeit auf dem Gebiet der Wasserwirtschaft an den Grenzgewässern vom 06.01.1994, BGBl. II S. 59
Entwurf eines Gesetzes zur Verbesserung des vorbeugenden Hochwasserschutzes vom 07.08.2003 <a href="http://www.bmu.de/files/artikelgesetz_hochwasserschutz.pdf">http://www.bmu.de/files/artikelgesetz_hochwasserschutz.pdf</a>

## **3.6 Naturschutz und Biologische Vielfalt**

Die EU-Richtlinie zur Erhaltung der natürlichen Lebensräume sowie der wildlebenden Tiere und Pflanzen (FFH-Richtlinie) stellt ein umfassendes rechtliches Instrumentarium für den Lebensraum- und Artenschutz in der Europäischen Union dar. Alle 6 Jahre soll über die Durchführung der in der FFH-Richtlinie vorgesehenen Maßnahmen berichtet werden.

Artikel 11 der FFH-Richtlinie verpflichtet die Mitgliedsstaaten zu einer allgemeinen Überwachung der Arten und Lebensraumtypen gemeinschaftlichen Interesses, Artikel 17 beinhaltet eine präziser formulierte Berichtspflicht. Hiernach muss über alle im Zuständigkeitsbereich liegenden Bestandteile des Natura 2000-Netzes Bericht erstattet werden. Dieser Bericht soll eine Bewertung des Erhaltungszustandes der Arten und Lebensräume enthalten.

Gefordert sind für die Lebensraumtypen Angaben über

- Vollständigkeit und Qualität der Habitatstrukturen,
- Vollständigkeit des lebensraumtypischen Arteninventars und
- Beeinträchtigungen,

für die Arten Angaben über

- Populationsparameter,
- Habitatparameter und ebenfalls
- Beeinträchtigungen.

Die o.g. Daten sind auf Länderebene um Angaben über die besiedelte Fläche sowie um Verbreitungsangaben zu ergänzen.

Die zur Erfüllung der Berichtspflichten nach der Vogelschutzrichtlinie erforderlichen Daten werden von den zuständigen Landesfachbehörden dem Bund zur Verfügung gestellt. Die Erhebung und Erfassung der im Rahmen der FFH-Richtlinie benötigten Monitoringdaten ist ebenfalls Sache der Länder. Die Länderarbeitsgemeinschaft Naturschutz (LANA) hat die vom LANA-Arbeitskreis „Umsetzung der FFH-Richtlinie“ vorgelegten „Mindestanforderungen für die Erfassung und Bewertung von Lebensräumen und Arten sowie die Überwachung“ als Grundlage für das Monitoring und die Berichtspflicht nach der FFH-Richtlinie beschlossen. Die gegenwärtig durchgeführte Ersterfassung der FFH-Gebiete beruht im Wesentlichen auf detaillierten Feldaufnahmen.

Auf Grund der detaillierten Anforderungen an die Erfassungsmethodik und der gegebenen Zuständigkeitsverteilung zwischen Bund und Ländern bestehen seitens des BfN im Rahmen von NATURA 2000 gegenwärtig keine Anforderungen an die Nutzung von SFE-Daten.

Im Zuständigkeitsbereich der Länder ist diese Situation differenzierter zu beurteilen. In mehreren Bundesländern (Brandenburg, Hamburg, Mecklenburg-Vorpommern, Saarland, Sachsen, Sachsen-Anhalt, Schleswig-Holstein, Thüringen) wurde eine Habitatkartierung im Rahmen der Biotop- und Nutzungstypenkartierung (BNTK) Anfang der neunziger Jahre durchgeführt, gestützt auf die Interpretation von Farb-Infrarot-Luftbildern (CIR) durch Experten. Eine bundesweite Fortschreibung dieser Kartierung durch die Länder ist z.Z. aus Kostengründen nicht gesichert.

Durch Vorab-Identifizierung von eingetretenen Veränderungen (Veränderungsnachweis, *change detection*) auf der Grundlage von multispektralen Satellitendaten kann der Kartierungsaufwand optimiert werden. Am Beispiel der Biotoptypenkartierung in Schleswig-Holstein wurden für diesen Ansatz Kosteneinsparungen in der Größenordnung von 50 bis 80 % abgeschätzt (Weiers et al. 2001).

Die Landesumweltverwaltung Sachsen-Anhalt hat im Rahmen des Projekts OFULSA (Operationalisierung von Fernerkundungsdaten für die Umweltverwaltung des Landes Sachsen-Anhalt) eine methodenbasierte Software implementiert, die u.a. ein Modul „Veränderungsnachweis“ beinhaltet (LAU 2002).

Dagegen werden seitens des BfN in anderen Aufgabenbereichen auch SFE-Nutzungspotenziale auf Bundesebene gesehen. So ist durch die Neufassung des Bundesnaturschutzgesetzes die Umweltbeobachtung erstmalig in § 12 rahmenrechtlich verankert worden. Die Ausfüllung der neuen Vorschriften durch den Bund stößt an die Grenzen der grundsätzlichen Zuständigkeit der Länder für Naturschutzfragen (vgl. Kap. 3.11).

Grundsätzlich sind Anwendungsmöglichkeiten der SFE z. B. im Bereich des naturschutzfachlichen Landschaftsmonitorings gegeben (s.a. Kap. 3.7).

Des Weiteren werden insbesondere von internationalen Organisationen (EU, OECD) und Konventionen (CBD) Anforderungen zur Erhebung von Biodiversitätsindikatoren an die Bundesrepublik herangetragen. Diese Indikatoren und das damit verknüpfte Monitoring sind in Teilen auf die Anwendung von SFE-Daten abgestimmt.

Die von der OECD gewählten Indikatoren, z. B. zum Prozess der Umwandlung von extensiv genutzten Landschaften in intensiv genutzte/nicht mehr landwirtschaftlich genutzte Landschaften, lassen sich mit Hilfe der SFE bundesweit quantifizieren.

Im Rahmen des EU-Projekts *Spatial Indicators for European Nature Conservation* (Weiers et al. 2004) wurde eine Reihe von Indikatoren für unterschiedliche Aspekte der Habitatbewertung entwickelt, die sich problemlos in das DPSIR-Konzept (*driving forces - pressure - state - impact - response*) der OECD einbinden lassen. Ebenso bieten sie praktikable Lösungen für einige von europäischer Seite konzipierte Indikatorlisten (z.B. EEA, EUROSTAT), die teilweise noch aus einer rein qualitativen Beschreibung bestehen und methodisch noch nicht definiert wurden.

Naturschutzrelevante Indikatoren werden u.a. nach Aspekten der Struktur, der Veränderung, der landschaftsökologischen Funktion, der Biodiversität und der Belastung eingeteilt.

- Strukturindikatoren charakterisieren die räumliche Anordnung und Nachbarschaftsbeziehungen von Habitaten hinsichtlich ihrer Arealgröße, Fragmentierung und Konnektivität. Die geometrischen Eigenschaften von Habitaten und ihre Verteilung in der Landschaft werden quantitativ durch sogenannte Landschaftsmaße (*landscape metrics*) beschrieben; Berechnungsgrundlage für Landschaftsmaße sind Habitat- oder Landnutzungskarten. Landschaftsmaße sind derzeit hauptsächlich Gegenstand der Forschung, der unumstrittenen ökologischen Bedeutung räumlicher Verteilung von Habitaten wird im Naturschutz bislang nur durch Biotopverbundplanungen Rechnung getragen.
- Veränderungsindikatoren lokalisieren und beschreiben flächenhafte Veränderungen nach ihrer Intensität, ihren räumlichen Mustern und ihrer Naturschutzrelevanz. Hinweise auf solche Veränderungen können aus SFE-Daten gewonnen werden. Zusätzlich lassen sich auch Strukturindikatoren als Veränderungsindikatoren nutzen, wenn sie über eine Zeitreihe betrachtet werden. Damit lassen sich Kernfragen der Belastung abdecken, wie sie durch die von EUROSTAT aufgestellte Indikatorenliste angesprochen sind, z.B. Abnahme, Schädigung und Fragmentierung von geschützten Habitaten und Fragmentierung von Wäldern.

- Biodiversitätsindikatoren, wie sie vom *European Topic Center for Nature Conservation* aufgestellt wurden, sind ebenfalls durch die o.g. Indikatoren zu gewinnen, z.B. die relativen Flächenanteile der Haupthabitattypen nach dem EUNIS Klassifikationsschlüssel, ihre Veränderung, die räumliche Verteilung und Fragmentierung von Wäldern, Habitattypveränderungen innerhalb und im Umkreis von Schutzgebieten, die Fragmentierung der Landschaft und Wälder durch Verkehrswege, sowie die Nähe von Verkehrswegen zu Schutzgebieten.
- Indikatoren zu landschaftsökologischen Funktionen wie z.B. Filter-, Puffer-, Transformationsfunktion, Grundwasserneubildungsfunktion und Erosionswiderstandsfunktion können auf der Grundlage von Bodendaten in Verbindung mit Landnutzungsdaten, Reliefdaten, Klimadaten etc. modelliert werden. Sie bieten eine sinnvolle Ergänzung zur Habitatbewertung, indem sonstige direkt habitatbezogene Indikatoren in ihren landschaftsfunktionsökologischen Zusammenhang gestellt werden.

Für alle Indikatoren stellen Biotop- bzw. Landnutzungskarten (CORINE Land Cover, Lebensraumtypenkartierung, Biotop- und Nutzungstypenkartierung) eine wesentliche Datengrundlage dar.

Aktuelle Anforderungen des BfN bestehen darüber hinaus im Bereich folgender Aufgaben:

- Erarbeitung umweltbezogener Beiträge zur Bundesverkehrswegeplanung und zukünftiger Verkehrswegepläne und
- Stellungnahmen zu Linienbestimmungsverfahren des Bundes nach § 16 FStrG im Rahmen der Ressortaufgaben des BMU, insbesondere zur Umweltverträglichkeitsuntersuchung (UVS) nach § 3 UVPG und FFH-Verträglichkeitsuntersuchung (FFH-VP) nach § 34 BNatSchG (Validierung der vorgelegten Unterlagen der Vorhabensträger).

Im Rahmen der Überarbeitung der Bundesverkehrswegeplanung wurde im Auftrag des BMVBW eine Methodik zur Umweltrisikoeinschätzung (URE) der einzelnen Verkehrsprojekte entwickelt. Die URE basiert auf digitalen Fachdaten des Naturschutzes (v.a. Schutzgebietsdaten), die überwiegend durch die Naturschutzverwaltungen der Länder bereitgestellt werden. Daneben werden (in bislang ca. 600 Verkehrsprojekten der Bundesverkehrswegeplanung) auch CORINE-Daten zugrunde gelegt, die derzeit bundesweit flächendeckende - allerdings relativ gering aufgelöste - Informationen zur Landnutzung liefern.

Eine bundesweit flächendeckende Biotoptypenkartierung, in ähnlicher Qualität wie sie in einigen Bundesländern (z.B. Sachsen, Sachsen-Anhalt) auf Grundlage einer CIR-Luftbilddauswertung bereits vorliegen, kann detailliertere projektspezifische Informationen liefern. Auch für die Berücksichtigung von Habitategnung und Habitatverbundaspekten liegen bislang keine bundesweit einheitlichen Daten vor, die für zukünftige Verkehrswegepläne relevant wären. Die Nutzung von SFE-Daten wird daher im Rahmen der Erarbeitung zukünftiger Verkehrswegepläne für die methodische Weiterentwicklung der URE eine wesentliche Rolle spielen (z.B. für die differenzierte Berücksichtigung von Biotoptypen und Habitat- bzw. Lebensraumverbundaspekten).

Für Stellungnahmen zu Linienbestimmungsverfahren des Bundes im Planungsmaßstab 1:25 000 bis 1:10.000 stehen geeignet aufbereitete Satellitendaten bislang nicht zur Verfügung. Die in einigen Bundesländern existierenden CIR-Biotoptypenkartierungen

werden dagegen durch den Vorhabensträger häufig als Planungsgrundlage für die UVS bzw. die FFH-VP herangezogen und durch vertiefende faunistische und floristische Untersuchungen ergänzt. Aussagen zum Vorkommen von Lebensraumtypen und Arten von gemeinschaftlicher Bedeutung, wie sie für die FFH-VP erforderlich sind, können mit diesen Daten bislang nicht getroffen werden. Bei geeigneter Auflösung wäre jedoch die Überprüfung der Aktualität der zur Stellungnahme vorgelegten Unterlagen auf Grundlage von SFE-Daten denkbar.

## Rechtliche Grundlagen:

### **Völkerrecht**

Alpenkonvention vom 07.11.1991, Protokoll „Naturschutz und Landschaftspflege“ vom 17.11.1994
Biogenetische Reservate des Europarates (Resolutionen (79)9 und (76)17)
Übereinkommen vom 19.9.79 über die Erhaltung der europäischen wildlebenden Pflanzen und Tiere und ihrer natürlichen Lebensräume (Bern). ABI.EG vom 10.02.1982 Nr. L 038/3 dazu div. Änderungen
Übereinkommen über die Biologische Vielfalt vom 05.06.1992 (UNCED Rio 92)
Übereinkommen vom 02.02.1971 über Feuchtgebiete, insbesondere als Lebensraum für Wasser- und Watvögel, von internationaler Bedeutung, (Ramsar-Konvention), 1976, BGBl. II S. 265

Protokoll vom 03.12.1982 zur Änderung des Übereinkommens, 1990, BGBl. II S. 1670, national in Kraft seit 01.10.1986
Verwaltungs-Übereinkommen vom 13.10.1987 über ein Gemeinsames Sekretariat für die Zusammenarbeit beim Schutz des Wattenmeers zwischen dem Ministerium für Umwelt Dänemarks, dem Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit der Bundesrepublik Deutschland und dem Ministerium für Landwirtschaft und Fischereiwesen der Niederlande, 1988, BGBl. II S. 87

### **EG-Recht**

CORINE-Biotop (Entsch. 85/338 EWG), Nr. IV1-6,VI5
Richtlinie 92/43/EWG des Rates vom 21. 05. 1992 zur Erhaltung der natürlichen Lebensräume sowie der wildlebenden Pflanzen und Tiere (FFH), ABI.EG vom 22.07.1992 Nr. L 206/7 zuletzt geändert durch RL 97/62/EG v. 27.10.1997 (Abl. EG Nr. L 305 S.42)
79/409/EWG Richtlinie des Rates vom 02. 04. 1979 über die Erhaltung der wildlebenden Vogelarten, ABI.EG vom 25.04.1979 Nr. L 103/1, zuletzt geändert durch Richtlinie 97/49/EWG v. 29.07.1997 (ABI. EG Nr. L 223 S. 9
Entschließung des Rates vom 02.04.1979 zu der Richtlinie 79/409/EWG über die Erhaltung der wildlebenden Vogelarten, ABI.EG vom 25.04.1979 Nr. C 103/6

### **Bundesrecht**

Gesetz zu dem Übereinkommen vom 19.09.79 über die Erhaltung der europäischen wildlebenden Pflanzen und Tiere und ihrer natürlichen Lebensräume, vom 17.07.1984, BGBl. II 618, geändert BGBl. I S. 2089
Gesetz über Naturschutz und Landschaftspflege (Bundesnaturschutzgesetz) vom 21.09.1998, BGBl. I S. 2995
Gesetz zur Neuregelung des Rechts des Naturschutzes und der Landschaftspflege und zur Neuregelung anderer Rechtsvorschriften vom 25.03.2002, Art. I Abschn. 2, BGBl. I S. 1193
Gesetz zu dem Übereinkommen vom 05.06.1992 über die Biologische Vielfalt, 1993, BGBl. II S. 1741
Gesetz über die Umweltverträglichkeitsprüfung (UVPG) vom 12. 02. 1990, BGBl. I S. 205, neugefasst durch Bek. v. 05. 09. 2001 BGBl. I S. 2350, zuletzt geändert durch Art. 2 G v. 18. 06. 2002 I
Bundesfernstraßengesetz i.d.Fsg. vom 19.04.1994, BGBl. I S.854



## Beobachtungsmethodik:

Verfahren	Beobachtungsgrößen			
	Lebensraumtypen (LRT)-Kartierung*	Biotop-u. Nutzungstypen (BNTK)-Kartierung*	LRT-Veränderung**	BNTK-Veränderung**
<b>konventionell/aktuell</b>				
<b>Methode/ Datenquelle</b>	Feldaufnahmen unterstützt durch CIR-Luftbildinterpretation (BNTK)	Feldkartierung/CIR-Luftbildinterpretation, landesweite flächendeckende Erfassung	Feldaufnahmen (ggf. unterstützt durch aktuelle CIR-Luftbildinterpretationen (aktualisierte BNTK)	CIR-Luftbild / Scannerbefliegung / Interpretation (nicht flächendeckend)
<b>Maßstab</b>	< 1:5000	1:10 000		
<b>Auflösung</b>	n.a.	n.a	n.a.	n.a
<b>Aktualität</b>	Erstkartierung für NATURA 2000 Berichte wird z.T. noch durchgeführt	je nach Bearbeitungsstand d. Bundeslandes		
<b>Wiederholrate</b>	6-jährlich (EU-Vorgabe)	5-12 Jahre	6-jährlich (EU-Vorgabe)	5-12 Jahre
<b>Kontinuität/ Verfügbarkeit</b>	bisher nur für einen Teil der gemeldeten Gebiete vorhanden	nicht flächendeckend für Deutschland vorhanden	nicht gesichert	unregelmäßig / nicht flächendeckend
<b>Defizite</b>	mangelnde räumliche und zeitliche Repräsentanz (Umsetzung auf Länderebene)	Flächendeckende Erhebung aufgrund der hohen Kosten nicht praktikabel (Umsetzung auf Länderebene)	vollständige Neukartierung erforderlich / personal-, kosten- und zeitintensiv	personal- und zeitintensive Bildinterpretation, Kostenminimierung über Change Detection möglich
<b>SFE-Optionen</b>				
<b>Sensor/ Mission</b>	a) Ikonos b) Landsat TM/ETM			
<b>räuml. Auflösung</b>	a) 4m (multispektral) 1m (panchromatisch) b) 30 m (multispektral) 15m (panchromatisch)			
<b>Wiederholrate</b>	a) 3 Tage b) 16 Tage (< 16 Tage bei paralleler Nutzung beider Systeme TM5/ETM)			
<b>Aktualität</b>	a) hoch (Vorbestellung von wolkenarmen Aufnahmen für definiertes Zeitfenster möglich) b) hoch			
<b>Kontinuität/ Verfügbarkeit</b>	a) regelmäßige Aufnahmen möglich b) Kontinuität z.Z. nicht gesichert (Sensorausfall ETM)			
<b>Defizite</b>	a) hohe Kosten (Standard- Produkt 28 €/km <sup>2</sup> ), Restriktive Daten/Nutzungsrechte: Käufer erwirbt Nutzungs-, keine Eigentumsrechte an den Daten Erarbeitung von angepassten Kartierschlüsseln erforderlich b) eingeschränkte Verfügbarkeit je nach Wolkenbedeckung, geometrische und atmosphärische Vorverarbeitung erforderlich, räumliche Auflösung nur für Veränderungsindikation oder höher aggregierte Basisklassifikation geeignet			

\* SFE-Optionen setzen erweiterte Klassifikationsmethoden (wissensbasiert / objektorientiert) voraus

\*\* SFE-Optionen basieren auf Ableitung von spektralen oder basisklassenspezifischen Veränderungsindikatoren als Steuerungsinstrument für die Fortschreibung der LRT- und BNTK-Kartierungen

### **3.7 Raumbezogene Umwelt- und Landschaftsplanung**

Vor dem Hintergrund zunehmender Urbanisierungstendenzen und Inanspruchnahme natürlicher Ressourcen strebt die EU eine stärkere Koordinierung der Raumentwicklung im Rahmen eines fachübergreifenden Raumentwicklungskonzepts an. Das raumwirksame Instrumentarium der EU umfasst

- Informationsgrundlagen (z.B. Europa 2000+, INSPIRE, CORINE),
- planerische Konzeptionen (z.B. NATURA 2000) und
- raumwirksame Förderprogramme (z.B. INTERREG II C, LIFE).

Den nationalen Rahmen für eine nachhaltige und umweltgerechte Raumentwicklung bilden das Raumordnungsgesetz (ROG), das Bundesnaturschutzgesetz (BNatSchG) und das Wasserhaushaltsgesetz, deren Ausführung durch Landesplanungsgesetze, Naturschutz- und Landschaftspflegegesetze der Länder und Landeswassergesetze geregelt ist. Bund und Länder stimmen ihre raumbezogenen Konzeptionen und Leitvorstellungen in der Ministerkonferenz für Raumordnung (MKRO) ab.

Die Novelle zum BNatSchG von 2002 hat die flächendeckende Landschaftsplanung unter Einbeziehung von Naturschutzaspekten eingeführt. Dadurch wurde die Querschnittsfunktion der Landschaftsplanung für räumlich bezogene Zielsetzungen und Strategien des Umwelt- und Naturschutzes bedeutend gestärkt. In ähnlicher Weise bestehen Synergiepotenziale für die Landschaftsplanung im Rahmen der Umsetzung der FFH-Richtlinie, der Wasserrahmenrichtlinie und der SUP-Richtlinie der EU (BfN 2002; s.a. Kap. 3.5.1, 3.6).

Die Durchführung der Landschaftsplanung in Form von Landschaftsprogrammen der Länder und weiterer Untersetzung durch regionale Landschaftsrahmenpläne und kommunale Landschaftspläne ist nicht bundeseinheitlich geregelt. Durch eine bundesweit einheitliche Datengrundlage könnte der Qualitätsstandard der Landschaftsplanung erhöht und vereinheitlicht werden.

Die einzige derzeit in standardisierter Form bundesweit vorliegende Informationsgrundlage zur Flächennutzung in der Landschaft ist CORINE-LC. In diesem Zusammenhang sieht das UBA einen Bedarf für eine höhere räumliche Auflösung bei der Erfassung

- der Siedlungsflächen (zur Ableitung der real versiegelten Flächenanteile) und
- der Verkehrswege (zur Ableitung von Indikatoren zur Flächenzerschneidung).

#### **Rechtliche Grundlagen:**

##### **EG-Recht**

Richtlinie 92/43/EWG des Rates vom 21. 05. 1992 zur Erhaltung der natürlichen Lebensräume sowie der wildlebenden Pflanzen und Tiere (FFH), ABl. EG vom 22.07.1992 Nr. L 206/7 zuletzt geändert durch RL 97/62/EG v. 27.10.1997 (Abl. EG Nr. L 305 S.42)
---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

79/409/EWG Richtlinie des Rates vom 02. 04. 1979 über die Erhaltung der wildlebenden Vogelarten, ABl. EG vom 25.04.1979 Nr. L 103/1, zuletzt geändert durch Richtlinie 97/49/EWG v. 29.07.1997 (Abl. EG Nr. L 223 S. 9)
-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Entschließung des Rates vom 02.04.1979 zu der Richtlinie 79/409/EWG über die Erhaltung der wildlebenden Vogelarten, ABl. EG vom 25.04.1979 Nr. C 103/6
--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

2000/60/EG: Richtlinie des Rates zur Schaffung eines Ordnungsrahmens für Maßnahmen der Gemeinschaft im Bereich der Wasserpolitik (Wasserrahmenrichtlinie – WRRL) vom 23.10.2000, ABL.EG 22.12.2000 Nr. L 327

### **Bundesrecht**

Raumordnungsgesetz i.d. Fsg. vom 18.08.1997, BGBl. I S. 2081, 2102
6. Verordnung zu § 6a Abs.2 des Raumordnungsgesetzes (Raumordnungsverordnung –RoV) vom 13.12.1990, BGBl. I S. 2766
Bundesfernstraßengesetz i.d.Fsg. vom 19.04.1994, BGBl. I S. 854
Gesetz über Naturschutz und Landschaftspflege (Bundesnaturschutzgesetz) vom 21.09.1998, BGBl. I S. 2995
Gesetz zur Neuregelung des Rechts des Naturschutzes und der Landschaftspflege und zur Neuregelung anderer Rechtsvorschriften vom 25.03.2002, Art. I Abschn. 2, BGBl. I S. 1193
Siebtes Gesetz zur Änderung des Wasserhaushaltsgesetzes vom 18.06.2002, BGBl. I S. 1914
Gesetz zur Ordnung des Wasserhaushalts (Wasserhaushaltsgesetz – WHG), Neufassung vom 19.08.2002, BGBl. I S. 3245

### **Beobachtungsmethodik:**

Verfahren	Beobachtungsgrößen	
	Siedlungsflächen	Verkehrswege
<b>konventionell/aktuell</b>		
Methode/ Datenquelle	CORINE-LC	keine Angaben
Maßstab	1 : 100.000	
Auflösung	25 ha	
Aktualität	ca. 5 - 10 Jahre	
Wiederholrate	ca. 10 Jahre	
Kontinuität/ Verfügbarkeit	Ersterhebung 1989-1992 liegt seit 1996 vor, Aktualisierung 2000 ist laufendes Projekt	
Defizite	zu geringe räumliche Auflösung	
<b>SFE-Optionen</b>		
Sensor/ Mission	Bei der detaillierten Bestimmung des Versiegelungsgrades aus Fernerkundung (z. B. mittels Korrelationen zum Vegetationsindex) gibt es die Schwierigkeit, vegetationsfreie Flächen unterschiedlicher Verdichtung (Sande, Lehme, Asphaltierung) mit automatischen Verfahren zu differenzieren. Hier sind Methodenentwicklungen notwendig.	Die aktuelle Erfassung der Verkehrswege ist mit den dafür notwendigen höchstauflösenden Satellitendaten nicht wirtschaftlich zu leisten, hier sind andere Datenquellen zu integrieren, insbesondere sei hier auf ATKIS verwiesen.
räuml. Auflösung	a) 30 m multispektral, 15 m panchr. b) 23 m multispektral, 6 m panchr. c) 20 m multispektral, 10 m panchr. d) 10 m multispektral, 5 m panchr.	
Wiederholrate	a) 16 Tage, Neue Aufnahmen zur Zeit nicht gesichert (Sensorausfall ETM) b) 25 Tage c) 26 Tage, häufiger bei Schrägaufnahmen d) 26 Tage, häufiger bei Schrägaufnahmen	

Verfahren	Beobachtungsgrößen	
	Siedlungsflächen	Verkehrswege
<b>Aktualität</b>	a) neue Aufn. Z. Zt. nicht gesichert, Sensorausfall (ETM) b) hoch c) hoch d) hoch	
<b>Kontinuität/ Verfügbarkeit</b>	a) Kontin. z. Zt nicht gesichert (Sensorausfall ETM), b) Regelm. Aufnahmen möglich, wetterabh. c) Regelm. Aufnahmen möglich, wetterabh. d) Regelm. Aufnahmen möglich, wetterabh.	
<b>Defizite</b>	Die Methoden zur (semi-) automatischen Siedlungsextraktion, unter Nutzung von Texturinformation, sind im Hinblick auf schnelle Aktualisierungen zu operationalisieren. Die visuelle Abgrenzung von Siedlungsbereichen (ab 5 ha) wird als nicht problematisch angesehen.	

### 3.8 Deponiedatenerfassung

Die EU-Deponierichtlinie hat die Vermeidung bzw. Verringerung negativer Auswirkungen zum Ziel, die von einer Deponierung von Abfällen ausgehen können (Artikel 1) und verpflichtet die Mitgliedsstaaten zur Durchführung eines die Deponie und die Umgebung kontrollierenden Mess- und Überwachungsprogramms (Artikel 12). Es besteht eine Berichtspflicht des Bundes. Der erste Bericht umfasst den Zeitraum 2001 – 2003. Im Rahmen dieser Berichtspflicht geben BMU/UBA Länderdaten in zusammengefasster Form an die Kommission weiter. Nur soweit der Bund in eigener Zuständigkeit Abfalldeponien betreibt, ist er selbst zur Datenerhebung verpflichtet. Dies betrifft die Bundesressorts BMVBW und BMVg, ggf. BMI und BMF/Treuhand.

Für die räumliche Deponieüberwachung sind meteorologische Daten, Emissionsdaten, Grundwasserspiegel und Frühindikatoren (z.B. Vegetationsschäden in der Deponieumgebung) von Interesse. Die Überwachung basiert ganz überwiegend auf lokalen Messungen, in Ausnahmefällen wird auf Luftbildbefliegungen zurückgegriffen. Für die Überwachung stillgelegter Deponien sind Veränderungen der Form (ungleichmäßige Setzungen) und der Größe (Rekultivierungsfortschritt) wichtige Indikatoren.

Deponien nehmen Flächen von ca. 5 bis 30 ha ein, im Durchschnitt etwa 10 ha. Sie sind gleichmäßig über Deutschland verteilt, die meisten Kreise besitzen eine Zentraldeponie.

## Rechtliche Grundlagen:

### EG-Recht

75/442/EWG: Richtlinie des Rates über Abfälle vom 15.07.1975, maßgeblich geändert durch die Richtlinie 91/156/EWG, Art. 16, ABL.EG L 78/32, zuletzt geändert durch die Entscheidung der Kommission vom 24.05.1996 zur Anpassung der Anhänge IIA und IIB, ABL.EG Nr. L 135/32
99/31/EG: Richtlinie des Rates über Abfalldeponien vom 26.04.1999, ABL.EG vom 16.07.1999 Nr. L 182
2000/738/EG: Entscheidung der Kommission vom 17.11.2000 über einen Fragebogen für die Berichte der Mitgliedsstaaten über die Durchführung der Richtlinie 1999/31/EG über Abfalldeponien, ABL.EG vom 25.11.2000 Nr. L 298/24

### Bundesrecht

Verordnung über die umweltverträgliche Ablagerung von Siedlungsabfällen (Abfallablagerungsverordnung), Artikel 1 der Verordnung vom 20.02.2001, BGBl. I S.305, geändert durch Artikel 2 der Verordnung vom 24.07.2002, BGBl. I S. 2807
Verordnung über Deponien und Langzeitlager (Deponieverordnung), Artikel 1 der Verordnung vom 24.07.2002, BGBl. I S. 2807, geändert durch Artikel 1 der Verordnung vom 26.11.2002, BGBl. I S. 4417

## Beobachtungsmethodik:

Verfahren	Beobachtungsgrößen	
	Veränderung des Verfüllungsstandes der Deponie gegenüber Vorjahr; Bestimmung des noch verfügbaren Restvolumens	Größe der Deponieoberfläche, rekultivierter Anteil
<b><i>konventionell/aktuell</i></b>		
<b>Methode/ Datenquelle</b>	Nivellement, Luftbildauswertung / Deponiebetreiber, Länderbehörden	Vermessung / Deponiebetreiber, Länderbehörden
<b>Maßstab</b>	1:1000 bis 1:5000	1:1000 bis 1:5000
<b>Auflösung</b>	Vertikal: 10 cm Horizontal: 1 m	1 m
<b>Aktualität</b>	Vorjahr	Vorjahr
<b>Wiederholrate</b>	jährlich	jährlich
<b>Kontinuität/ Verfügbarkeit</b>	ist gegeben / bei Deponiebetreiber oder Länderbehörden	ist gegeben / bei Deponiebetreiber oder Länderbehörden
<b>Defizite</b>	keine	keine
<b><i>SFE-Optionen</i></b>		
In Anbetracht der Anforderungen an räumliche Auflösung und räumliche Verteilung erscheinen SFE-Lösungen bei gegebener Funktionalität des konventionellen Verfahrens nicht sinnvoll.		

### 3.9 Bodenschutz

Die EU hat 2001 in ihrem 6. Umweltaktionsprogramm den Bodenschutz als neuen Tätigkeitsbereich der gemeinschaftlichen Umweltpolitik aufgegriffen. In der Mitteilung der Kommission vom 16.04.2002 wurden der Rat und das Europäische Parlament über die Erstellung eines Plans zur Entwicklung einer gemeinschaftlichen Bodenschutzstrategie informiert. Ein wesentliches Element der Bodenschutzstrategie der Gemeinschaft ist die

Bodenüberwachung und die Entwicklung neuer Maßnahmen auf der Grundlage der Überwachungsergebnisse. Die Kommission wird im Jahre 2004 Rechtsvorschriften für ein gemeinschaftliches Informations- und Überwachungssystem für den Bodenschutz vorschlagen (Monitoring-Richtlinie).

Die Aktivitäten der DG Environment zur Formulierung der Monitoringdirektive und zur Formulierung weiterer Mitteilungen werden von fünf Technischen Arbeitsgruppen zu den Themen

- Monitoring,
- Forschung,
- Erosion,
- organische Substanz und
- Kontamination/stoffliche Belastung

unterstützt, in denen u. a. das UBA vertreten ist.

Die europäische Umweltagentur (EEA) unterstützt die Arbeiten der Technischen Arbeitsgruppe Monitoring durch einen konzeptionellen Beitrag. Das *European Topic Center/Terrestrial Environment* (ETC/TE) der EEA wird derzeit umstrukturiert und soll in der Folge umbenannt werden (ETC/Spatial). Zukünftig wird Bodenschutz daher nur unter Aspekten der räumlichen Analyse vertreten sein.

Von der DG Agri/EUROSTAT wird das auch in diesem Zusammenhang relevante Projekt LUCAS (*Land Use/Cover Area Frame Statistical Survey*) durchgeführt. LUCAS wird Informationen über die landwirtschaftlich genutzte Fläche sowie Schätzungen aller Flächen nach Kategorien der Bodennutzung und Bodenbedeckung enthalten. LUCAS ist ein Survey. Die Beobachtung findet vor Ort auf Rasterpunkten statt. In Einzelfällen (Militärgebieten, Hochgebirge etc.) wird auf Orthophotos und SFE-Aufnahmen zurückgegriffen. Die nationale Zuständigkeit liegt beim BMVEL.

Um eine einheitliche Rechtsgrundlage für den Bodenschutz zu schaffen, verabschiedete der Bundestag 1998 das Bundes-Bodenschutzgesetz (BBodSchG), 1999 erließ die Bundesregierung die Bodenschutz- und Altlastenverordnung (BBodSchV). Zweck des BBodSchG ist die nachhaltige Sicherung der Bodenfunktionen oder die Wiederherstellung ihrer Leistungsfähigkeit. Die mit Bodenschutzaufgaben befassten obersten Behörden des Bundes und der Länder arbeiten in der Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Bodenschutz (LABO) zusammen. Die LABO begleitet die Entwicklung des Bodenschutzes und des Bodenschutzrechts und unterstützt den Erfahrungsaustausch zwischen dem Bund und den Ländern.

Das BBodSchG bestimmt, dass neben der Gefahrenabwehr auch Vorsorge gegen nachteilige Einwirkungen auf den Boden und seine natürlichen Funktionen zu treffen ist (§1).

Wesentliche strategische Elemente zur Umsetzung dieser Bestimmung sind u.a. die Verminderung der Flächeninanspruchnahme und die Förderung einer nachhaltigen Entwicklung von Siedlungs- und Verkehrsflächen. Dabei ist Siedlungsfläche nicht mit versiegelter Fläche gleichzusetzen. Zielsetzung der Bundesregierung ist eine Verringerung der Flächeninanspruchnahme von derzeit etwa 129 ha/Tag auf 30 ha/Tag im Jahr 2020 (Bundesregierung 2002).

Auf Grundlage des § 19 BBodSchG entwickelt das UBA ein Länderübergreifendes Bodeninformationssystem für Bundesaufgaben (bBIS), mit dem Informationen zu den Bodenfunktionen, zum Bodenzustand, zur Bodenbelastung und zum Ein- und Austrag von Stoffen erfasst und verfügbar gemacht werden können. Das bBIS umfasst die drei Fachinformationssysteme (FIS):

- FIS Bodenkunde der Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR),
- FIS Altlasten (ALIS) des UBA und
- FIS Bodenschutz des UBA.

In der Regel werden durch den Bund keine neue Daten erhoben, sondern vorhandene Daten und Auswertungsmethoden genutzt. Reichen die auf Bundesebene vorhandenen Datenbestände nicht aus, greift der Bund auf bei den Ländern vorhandene Datenbestände zurück. Grundlage dafür ist die Verwaltungsvereinbarung zwischen Bund und Ländern über den Datenaustausch im Umweltbereich (VwV Datenaustausch) von 1995. Für die Überwachung des Bodenzustands unterhalten die Länder seit Mitte der 80 er Jahre die Boden-Dauerbeobachtungsflächen (BDF), an derzeit bundesweit 800 Standorten. Diese Dauerbeobachtungsflächen repräsentieren unterschiedliche Landschaften, Bodenformen, Nutzungen und Belastungen. Einige Länder haben nach fünf bis zehn Jahren Wiederholungsbeprobungen durchgeführt. Für Bundesaufgaben werden die Daten beim UBA zusammengestellt und sollen nach erforderlichen Harmonisierungsschritten länderübergreifend ausgewertet werden. Eine weitere räumliche Datengrundlage ist die durch die BGR koordinierte Bodenübersichtskarte im Maßstab 1:200.000 (BÜK 200), die allerdings erst zu etwa 25% vorliegt. Bisher ist die BÜK 1:1 000 000 verfügbar.

Als Hauptproblem bei der bundesweiten Zustandserfassung von Böden sieht die Bundesregierung die Erfassung vorhandener Daten auf unterschiedlichen administrativen Ebenen. „Ein Bericht über die Beschaffenheit der Böden ist kurz- oder mittelfristig nicht erstellbar.“ (Bundesregierung 2002). U.a. wird gefordert, zur Bewertung von Auswirkungen der jeweiligen Flächennutzung auf die Ressource Boden geeignete Verfahren und Strategien zu entwickeln.

Maßgebliche Voraussetzungen für gezielte Maßnahmen des Bundes sind flächendeckende bodenbezogene Daten, die aktuell und vergleichbar in Zeitreihen verfügbar sein sollten.

Das UBA hat dazu im Rahmen des Vollzugs des BBodSchG und seiner Aktivitäten zum „Umweltbarometer des BMU“ u.a. den nachfolgend aufgelisteten Datenbedarf identifiziert:

- Flächeninanspruchnahme für Siedlungs- und Verkehrsflächen/ Flächenverbrauch:
  - Versiegelungsausmaß innerhalb der Siedlungs- und Verkehrsflächen
  - real versiegelte Fläche
  - bebaute Fläche
  - Zuwachs an Siedlungs- und Verkehrsfläche
- Landwirtschaftliche Bodennutzung:
  - weitere Differenzierung von Ackerkulturen (bezogen auf CORINE-LC)
  - Aussagen zur aktuellen Bodenbedeckung (zeitlich und räumlich differenziert)
- Erosion

- Digitales Geländemodell (DGM), Hangneigung, Hanglänge
- Aussagen zur Bodenbedeckung und –bearbeitung in Zeitreihen
- Informationen zur landwirtschaftlichen Bodennutzung
- Erosionsschutzmaßnahmen (Uferrandstreifen, Heckenpflanzungen, usw.)

Eine umfassende Darstellung der Nutzungsmöglichkeiten von Fernerkundungsdaten für Aufgaben des Bodenschutzes geben Feldwisch et al. (2001).

## Rechtliche Grundlagen:

### Bundesrecht

Gesetz zum Schutz vor schädlichen Bodenveränderungen und zur Sanierung von Altlasten (Bundesbodenschutzgesetz – BBodSchG) vom 17.03.1998, BGBl. I 1998 S. 502, geändert durch Art. 17 G vom 09.09.2001, BGBl. I 2001 S. 2331
Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung (BbodSchV) vom 12.07.1999, BGBl. I. S. 1554

## Beobachtungsmethodik:

Verfahren	Beobachtungsgrößen					
	DGM	Siedlungs- u. Verkehrs- flächen	Bodenver- siegelung	Landwirt- schaftliche Bodennut- zung (Acker, Wald, Grünland)	Bodenbe- deckungs- grad	Verände- rung der Landnut- zung (Sied- lungs- und Verkehrsflä- che, Land- wirtschaft)
<b><i>konventionell/aktuell</i></b>						
<b>Methode/ Datenquelle</b>	ATKIS, z.B. DGM25 / BGR	CORINE-LC	a) Flächen- statistik b) ATKIS	CORINE-LC		
<b>Maßstab</b>	1:25.000	1:100.000	b) 1:25.000	1:100.000		
<b>Auflösung</b>	25 m (Fläche) +/- 2 m (Höhe)	25 ha	b) 25 m	25 ha		
<b>Aktualität</b>		ca. 5 - 10 Jahre	a) max. 4 Jahre b) unein- heitlich, je nach Bun- desland	ca. 5 - 10 Jahre		
<b>Wiederholrate</b>	n.a.	ca. 10 Jahre	a) 4 Jahre	ca. 10 Jahre		
<b>Kontinuität/ Verfügbarkeit</b>		Ersterhebung 1989-1992 liegt seit 1996 vor, Aktualisie- rung 2000 ist laufendes Projekt		Ersterhebung 1989-1992 liegt seit 1996 vor, Aktualisierung 2000 ist laufendes Pro- jekt		



Verfahren	Beobachtungsgrößen					
	DGM	Siedlungs- u. Verkehrs- flächen	Bodenver- siegelung	Landwirt- schaftliche Bodennut- zung (Acker, Wald, Grünland)	Bodenbe- deckungs- grad	Verände- rung der Landnut- zung (Sied- lungs- und Verkehrsflä- che, Land- wirtschaft)
<b>Defizite</b>	keine flächen- deckende In- formation zur Hanglänge, zu geringe vertika- le Auflösung	zu geringe räumliche Auflösung	a) fehlender räumlicher Bezug b) keine Differenzie- rung der real versie- gelten Flä- che	zu geringe räumliche und zeitliche Auflösung, unzurei- chende Klas- sifizie- rungstiefe	zu geringe räumliche und zeitliche Auflösung	Unzureichen- de Aktualität und zeitliche Auflösung
<b>SFE-Optionen</b>						
<b>Sensor/ Mission</b>	a) SRTM b) ERS-DEM c) Spot-5	a) ETM b) IRS LISS c) SPOT 1-4 d) SPOT 5	a) SPOT 5 b) Rapid Eye c) IKONOS d) Quick- bird	a) Landsat-7 ETM b) IRS LISS c) SPOT 1-4 d) SPOT 5		
<b>Räuml. Auflösung</b>	a) 20 m (X- Band) b) 60 m (C- Band) c) 20 m 20 m	a) 30 m mul- tispe- ktral., 15 m panchr. b) 23 m mul- tisp., 6 m panchr. c) 20 m mul- tisp., 10 m panchr. d) 10 m mul- tisp., 5 m panchr.	a) 10 m multisp., 5 m (bzw. 2,5 m) panchr. b) 6.5 m im Nadir c) 4 m mul- tispektral d) 2,5 m multi- spektral	a) 30 m multispektral, 15 m panchr. b) 23 m multispektral, 6 m panchr. c) 20 m multispektral, 10 m panchr. d) 10 m multispektral, 5 m panchr.		
<b>Wiederholrate</b>	n.a.	a) 16 Tage, Neue Auf- nahmen z. Z. nicht ge- sichert (Sensor- ausfall ETM) b) 25 Tage c) 26 Tage, häufiger bei Schräg- aufnahmen d) 26 Tage, häufiger bei Schräg- aufnahmen	a) <= 26 Tage b) täglich jeder Punkt er- reichbar c) 2,9 Tage bei 1,0 m, 1,5 Tage bei 1,5 m d) 1-3 Tage	a) 16 Tage, Neue Aufnahmen zur Zeit nicht gesichert (Sensorausfall ETM) b) 25 Tage c) 26 Tage, häufiger bei Schrägaufnahmen d) 26 Tage, häufiger bei Schrägaufnahmen		

Verfahren	Beobachtungsgrößen					
	DGM	Siedlungs- u. Verkehrs- flächen	Bodenver- siegelung	Landwirt- schaftliche Bodennut- zung (Acker, Wald, Grünland)	Bodenbe- deckungs- grad	Verände- rung der Landnut- zung (Sied- lungs- und Verkehrsflä- che, Land- wirtschaft)
<b>Aktualität</b>	a) 2000 b) ca. 5 Jahre c) ca. 5 Jahre	e) neue Aufn. z. Zt. nicht gesichert, Sensor- ausfall (ETM) f) hoch g) hoch d) hoch	Bei den höchstauf- lösenden Systemen und SPOT aufgrund der mögli- chen Schräg- aufnahmen hoch	a) neue Aufn. Z. Zt. nicht gesichert, Sensor- ausfall (ETM) b) hoch c) hoch d) hoch		
<b>Kontinuität/ Verfügbarkeit</b>	a) verfügbar b) verfügbar c) auf Bestel- lung	a) Kontinui- tät z. Zt nicht gesi- chert (Sen- sorausfall ETM), b) – d) regelm., wetterbe- dingt	Die Auf- nahmen müssen bestellt und program- miert wer- den, die schnelle Verfügbar- keit ist vom Wetter abhängig. Rapid Eye ist für ca. 2005 ge- plant.	a) Kontin. z. Zt nicht gesichert (Sensor- ausfall ETM), b) Regelm. Aufnahmen möglich, wetterabh. c) Regelm. Aufnahmen möglich, wetterabh. d) Regelm. Aufnahmen möglich, wetterabh.		

Verfahren	Beobachtungsgrößen					
	DGM	Siedlungs- u. Verkehrs- flächen	Bodenver- siegelung	Landwirt- schaftliche Bodennut- zung (Acker, Wald, Grün- land)	Bodenbe- deckungs- grad	Verände- rung der Landnut- zung (Sied- lungs- und Verkehrsflä- che, Land- wirtschaft)
<b>Defizite</b>	<p>a) Kombination aus 2 zeitgleich aufgenommenen Datensätzen mit einheitlicher Methode, aber unterschiedlicher Auflösung</p> <p>b) homogen</p> <p>c) muss erst erzeugt werden</p> <p>a), b) + c) liefern ein Oberflächenmodell, Qualität in stark reliefiertem Gebiet (alpiner Raum) begrenzt</p>	<p>Die Methoden zur (semi-) automatischen Siedlungsextraktion, unter Nutzung von Texturinformation, sind im Hinblick auf schnelle Aktualisierungen zu operationalisieren. Die visuelle Abgrenzung von Siedlungsbereichen (ab 5 ha) wird als nicht problematisch angesehen.</p>	<p>Bei der detaillierten Bestimmung des Versiegelungsgrades aus Fernerkundung (z. B. mittels Korrelationen zum Vegetationsindex) gibt es die Schwierigkeit, vegetationsfreie Flächen unterschiedlicher Verdichtung (Sand, Lehme, Asphaltierung) mit automatischen Verfahren zu differenzieren. Hier sind Methodenentwicklungen notwendig.</p>	<p>Bei der Differenzierung der Ackerflächen ist zu beachten, dass deren Verteilung jährlich wechselt.</p> <p>Eine Abgrenzung von Maisflächen wird mittels multisaisonalen Daten als weitgehend auch automatisch möglich angesehen.</p>	<p>Der Bodenbedeckungsgrad ist eine phänologisch sich schnell ändernde Größe, er kann mittels Produkten aus dem Vegetationsindex abgeschätzt werden.</p>	<p>Problematisch ist die Abgrenzung von Änderungen bei den linearen Verkehrsflächen, die erst bei höher aufgelösten Daten (ab SPOT-5) voll erfassbar sind.</p>

### 3.10 Umweltradioaktivität (Notfallschutz und Lagermittlung)

Im Fall einer Freisetzung und Ablagerung von Radionukliden in der Umwelt benötigt das BfS eine zeitnahe Überblicksinformation über Landnutzung und die landwirtschaftliche Anbausituation in dem vom radioaktiven Wolkendurchzug betroffenen Region Gebiet. Erwünscht sind möglichst aktuelle Daten über beispielsweise

- die Landnutzung (landwirtschaftliche Flächen, Wald, Gewässer, Siedlungsflächen,...),
- die angebauten landwirtschaftlichen Fruchtarten,

- wichtige phänologische Eck-Daten (Keimstadium/Auflaufen, Erntereife oder abgeerntet),
- Flächen, die durch Hagel, Dürre oder Überschwemmungen geschädigt sind, sowie
- Blattflächenindex und Ertrag

u.a. zur Abschätzung des Pflanzen-Wachstumszustands und der Kosten von Gegenmaßnahmen.

Voraussetzung dafür ist eine regelmäßige Erhebung von Daten über Anbauflächen für landwirtschaftliche Produkte in Deutschland.

Die für Notfallschutz und Lageermittlung relevanten Informationssysteme des BfS sind

- das Integrierte Mess- und Informationssystem zur Überwachung der Umweltradioaktivität (IMIS),
- das Programmsystem zur Abschätzung und Begrenzung radiologischer Konsequenzen (PARK) und
- das System *Real-time On-line Decision Support* (RODOS) zur Unterstützung von Katastrophenschutz- und Strahlenschutzvorsorgemaßnahmen im Nah- und Fernbereich von Kernkraftwerken.

Im Katastrophenfall dient PARK zur Bereitstellung von prognostischen Überblicksinformationen für das BMU und die Bundesländer, während Ergebnisse aus RODOS vorrangig direkt den Katastrophenschutzbehörden der Länder zur Verfügung gestellt werden.

Modellgrundlage für die Abschätzung der nuklidspezifischen Kontamination landwirtschaftlicher Produkte im betroffenen Gebiet ist das von der GSF entwickelte radioökologische Modell ECOSYS. Mit Ausnahme der Daten für den phänologischen Status, die mit einer Aktualität von etwa einer Woche vom Agrarmeteorologischen Dienst des DWD bezogen werden, gehen in ECOSYS derzeit in den Bereichen Landnutzung, Anbaufläche, Fruchtarten und Blattflächenindex keine zeitnahen Beobachtungsdaten ein, sondern statistisch aggregierte bzw. gemittelte Daten mit geringer räumlicher und zeitlicher Spezifität (s. Tabelle Beobachtungsmethodik). Auch die zeitnah erhobenen phänologischen Eintrittstermine (Sommergetreide-Aufgang, Apfelblüte, Winterweizen-Aufgang, -Ährenschieben, -Ernte) sind über mehrere deutsche Naturräume gemittelt, so dass im konkreten regionalen Einzelfall witterungsbedingte Abweichungen von bis zu vier Wochen möglich sind. Aktuelle Information wird insbesondere auch für den tatsächlichen Erntezeitpunkt benötigt, da das Modell nach dem Erntetermin der jeweiligen Anbauprodukte keine Kontamination mehr ausweist.

## Rechtliche Grundlagen:

### Bundesrecht

Gesetz über die Errichtung eines Bundesamtes für Strahlenschutz vom 09.10.1989, BGBl. I 1830, geändert durch Gesetz zur Änderung atomrechtlicher Vorschriften für die Umsetzung von EURATOM-Richtlinien zum Strahlenschutz vom 03.05.2000 BGBl. I S. 636,640
Gesetz zum vorsorgenden Schutz der Bevölkerung gegen Strahlenbelastung (Strahlenschutzvorsorgegesetz – StrVG) vom 19.12.1986, BGBl. I 2610, geändert durch Art. 4 des Gesetzes vom 14.12.2001, BGBl. I S. 3714
7. Zuständigkeitsanpassungs-VO vom 29.10.2001, BGBl. I S. 55
Abkommen der 42. Umweltministerkonferenz am 18./19.Mai 1994
Verordnung über den Schutz vor Schäden durch ionisierende Strahlen (Strahlenschutzverordnung - StrlSchV) i.d. Fsg. vom 20.07.2001, BGBl. I S. 1713, Anlage XIII (zu §§ 51 und 53) Information der Bevölkerung

### Beobachtungsmethodik:

Verfahren	Beobachtungsgrößen				
	Landnutzung*	Landwirtschaftliche Anbaufläche	Fruchtarten**	Phänologischer Status	Blattflächenindex (LAI)
<b><i>konventionell/aktuell</i></b>					
<b>Methode/ Datenquelle</b>	STABU CORINE-LC***	landwirtschaftliche Statistik/ STABU	landwirtschaftliche Statistik/ STABU	Agrarmeteorologischer Dienst/ DWD	Modellierung aus phänolog. Daten/ECOSYS
<b>Maßstab</b>	1:100.000	n.a., Flächenangabe in ha	n.a.	n.a.	n.a.
<b>Auflösung</b>	25 ha	Landkreise	Landkreise	Beobachtungsstandorte des DWD	Bezug auf 1 naturräumliche Region
<b>Aktualität</b>	5-10 Jahre	3-4 Jahre	3-4 Jahre	ca. 1 Woche	ca. 1 Woche
<b>Wiederholrate</b>	10 Jahre	1 Jahr	3-4 Jahre	ca. 1 Woche	4-5 Eckdaten/ Jahr, lineare Interpolation
<b>Kontinuität/ Verfügbarkeit</b>	Ersterhebung 1989-1992 liegt seit 1996 vor, Aktualisierung 2000 ist laufendes Projekt			Internetzugang	
<b>Defizite</b>	Aktualität und Wiederholrate nicht ausreichend	Unterjährige Änderungen nicht erfassbar	Jährlicher Fruchtwechsel wird nicht erfasst	räumlicher Durchschnittswert, wetterabhängige regionale Abweichungen	räumlicher Durchschnittswert, wetterabhängige regionale Abweichungen

Verfahren	Beobachtungsgrößen				
	Landnut- zung*	Landwirt- schaftliche Anbaufläche	Fruchtarten**	Phänologischer Status	Blattflächen- index (LAI)
<b>SFE-Optionen</b>					
<b>Sensor/ Mission</b>	a) NOAA/AVHRR b) ENVISAT/MERIS c) Landsat/ETM	a) ENVISAT/MERIS b) Landsat/ETM	a) ENVISAT/MERIS b) RapidEye c) IKONOS	ENVISAT/MERIS	a) NOAA/AVHRR b) ENVISAT/MERIS c) IRS/WiFS d) Landsat/ETM
<b>Räuml. Auflösung</b>	a) multispek.: 1100m b) multispek.: 300m c) multispek.: 30m panchrom.: 15m	a) multispek.: 300m b) multispek.: 30m panchrom.: 15m	a) multispek.: 300m b) Nadir: 6,5 m; c) multispektral: 4 m panchromat.: 1 m	multispek.: 300m	a) multispek.: 1100m b) multispek.: 300m c) multispek.: 188m d) multispek.: 30m panchrom.: 15m
<b>Wiederholrate</b>	a) täglich b) 3-5 Tage c) 16 Tage	a) 3-5 Tage b) 16 Tage	a) 3-5 Tage b) täglich ist jeder Punkt erreichbar c) 2,9 Tage bei 1,0m 1,5 Tage bei 1,5m	3-5 Tage	a) täglich b) 3-5 Tage c) 5 Tage d) 16 Tage
<b>Aktualität</b>	a) 1-2 Tage b) hoch c) Tage	a) hoch b) Tage	a) hoch b) nicht be- kannt c) auf Bestel- lung	hoch	a) 1-2 Tage b) hoch c) Tage d) Tage
<b>Kontinuität/ Verfügbarkeit</b>	wetterabhängig				
<b>Defizite</b>	Wetterabhängigkeit; Kosten für kontinuierliche bundesweite Datenvorhaltung stehen in ungünstigem Verhältnis zur Wahrscheinlichkeit des Anwendungsfalls				

\* landwirtschaftliche Flächen, Wald, Gewässer, Siedlungsflächen, Grasland

\*\* Gras (Wiese), Mais, Wintergerste, Winterweizen, Roggen, Kartoffeln, Blattgemüse, Wurzelgemüse, Fruchtgemüse, Beeren, Obst

\*\*\* potentielle Datenquelle, nicht operationell genutzt

### 3.11 Umweltbeobachtung und Umweltprobenbank des Bundes

Umweltbeobachtung befasst sich mit der Erhebung und Bewertung von Daten über den Zustand der Umwelt in Abhängigkeit von der Zeit. Dies schließt Daten über umweltrelevante Veränderungen und umweltbedingte Gesundheitseffekte beim Menschen ein. Die Zielsetzung, Umweltzustände zu analysieren und zu bewerten, Risiken frühzeitig zu erkennen und die Auswirkungen umweltpolitischer Maßnahmen zu kontrollieren erfordert systematisch und zuverlässig erhobene Daten über den Zustand der Umwelt.

In Deutschland stehen für diese Aufgabe eine Vielzahl langfristig angelegter Beobachtungsprogramme auf Bundes- und Länderebene zur Verfügung. Sie sind je nach Veranlassung und Fragestellung unterschiedlich konzipiert und in ihrer Struktur heterogen.

Neben den Grundlagen für allgemeine Informationen über den Zustand der Umwelt muss die Umweltbeobachtung einen großen Teil der für die nationalen und internationalen Berichtspflichten erforderlichen Daten zur Verfügung stellen. Entsprechende Aufgaben des Bundes resultieren aus seinen Vertretungsverpflichtungen im Außenverhältnis in Wahrnehmung der gesamtstaatlichen Repräsentanz (z.B. im Rahmen europäischer bzw. internationaler Berichtspflichten) sowie aus der Erfüllung von innerstaatlichen Bundesaufgaben (z.B. der Überprüfung der Wirksamkeit bundesgesetzlicher Regelungen). Während die Länder detaillierte Daten für ihre Vollzugsaufgaben benötigen, sind die spezifischen Anforderungen des Bundes auf ein Gesamtbild ausgerichtet, das es erlaubt, die Umweltsituation in Deutschland deutlich zu machen und die Wirksamkeit der Politik abzuschätzen bzw. Handlungsnotwendigkeiten abzuleiten. In analoger Weise stellt sich darüber hinaus ein spezifischer Datenbedarf auf der Seite der EU dar.

Das UBA dokumentiert Umweltbeobachtungsdaten und macht sie in Wahrnehmung der Verpflichtungen aus der EWG-Richtlinie über den freien Zugang zu Informationen über die Umwelt und des Umweltinformationsgesetzes (UIG) der Öffentlichkeit zugänglich. Die für diese Aufgabe verfügbaren Informationssysteme umfassen

- das Umweltinformationsnetz Deutschland (*German Environmental Information Network*, GEIN, <http://www.gein.de>) mit dem Meta-Informationssystem Umweltdatenkatalog (UDK) und das
- Internetangebot "Umweltdaten Deutschland Online" mit aktuellen Informationen zu ausgewählten Umweltthemen (<http://www.umweltbundesamt.de>).

Das UIG sieht ein vierjähriges Berichtsintervall vor. Die derzeit vorbereitete Novellierung des UIG lässt Verpflichtungen zu einem noch offeneren Umgang mit Umweltinformationen erwarten. Das UBA erarbeitet konzeptionelle Vorschläge für die Umweltbeobachtung einschließlich der Entwicklung und Harmonisierung von Methoden, für die Kooperation zwischen den Bundesbehörden, den Ländern und den europäischen Partnern sowie für die Harmonisierung von Beobachtungsprogrammen. Im Rahmen ihrer thematischen Zuständigkeiten werden Umweltbeobachtungsaufgaben ebenfalls vom BfN und vom BfS wahrgenommen.

Im novellierten Bundesnaturschutzgesetz wird die Umweltbeobachtung im § 12 explizit rahmenrechtlich verankert. Absatz 2 weist auf den Zweck der Umweltbeobachtung hin: *(2) Zweck der Umweltbeobachtung ist, den Zustand des Naturhaushalts und seine Veränderungen, die Folgen solcher Veränderungen, die Einwirkungen auf den Naturhaushalt und die Wirkungen von Umweltschutzmaßnahmen auf den Zustand des Naturhaushalts zu ermitteln, auszuwerten und zu bewerten.*

Umweltbeobachtungsprogramme auf Bundes- und Länderebene sind nach folgenden Beobachtungsbereichen gegliedert:

- Umweltorientierte Beobachtung (UBA)
  - Luft
  - Boden
  - Wasser
  - Ökosysteme
- Gesundheitsbezogene Umweltbeobachtung (UBA)

- Naturschutzorientierte Beobachtung (BfN)
  - alle Ökosysteme
  - terrestrische Ökosysteme
  - Feuchtlebensräume
  - Wälder
  - wandernde Tierarten
- Beobachtung der Umweltradioaktivität (BfS)

Diese Auflistung macht den Querschnittscharakter der Umweltbeobachtung deutlich. Beobachtungsdaten aus den genannten Bereichen werden durchweg auch für spezifische Ressortaufgaben im jeweiligen thematischen Zusammenhang benötigt. Soweit ein räumlicher Bezug gegeben ist, wird die Beobachtungsmethodik im Zusammenhang mit den jeweiligen Aufgabenkomplexen behandelt (Kap. 3.3, 3.5, 3.6, 3.9, 3.10).

Darüber hinaus bestehen nach Angaben des UBA aus Sicht der Umweltbeobachtung im Hinblick auf eine verstärkte Nutzung von SFE-Daten folgende allgemeine Anforderungen:

- Für die Beobachtung von Zustandsveränderungen der Umwelt werden in Ergänzung zur konventionellen Umweltbeobachtung Fernerkundungsdaten notwendig, die die Bundesrepublik Deutschland als Ganzes abbilden. Daraus lassen sich Aussagen über Veränderungen des Zustandes von Umwelt und Natur in Deutschland ableiten bzw. neue Erkenntnisse über mögliche Ursachen innerhalb eines komplexen Wirkungsgefüges gewinnen. Darüber hinaus benötigt die Umweltbeobachtung auch kleinräumigere Fernerkundungsdaten, die Veränderungsprozesse z.B. in bestimmten Ökosystemen abbilden (z.B. in den Probenahmegebieten der Umweltprobenbank, s.w.u.).
- Umweltbeobachtung findet immer über einen definierten Zeitraum statt, innerhalb dessen Trendentwicklungen festgestellt werden können. Diese Entwicklungen können von jährlichen, jahreszeitlichen sowie vegetationsbedingten Zyklen abhängen. Die Anforderung an die Bereitstellung von Fernerkundungsdaten beziehen sich somit einerseits auf eine Zeitskala die bestimmten Prozessen entspricht (Echtzeit-Monitoring); andererseits auf ein retrospektives Monitoring zur Verifizierung von Veränderungen über einen längeren Zeitraum in einem definierten Zeitabschnitt.
- Da die Umweltbeobachtung sich von der sektoralen – d.h. von einer medienbezogenen Beobachtung - hin zur medienübergreifenden, integrierenden Beobachtung entwickeln muss, besteht die Chance, durch die Interpretation von zusätzlichen räumlichen Daten - wie z.B. SFE-Daten - möglichst frühzeitig Veränderungen der beobachteten Gebiete zu erkennen und daraus Prognosen abzuleiten.

Zur Erfüllung dieser Anforderungen bestehen seitens der Umweltbeobachtung folgende generellen Erwartungen bezüglich der Qualität von SFE-Daten:

- Kontinuität von Aufnahmen und Archivierung mit unbegrenzter Dauer,
- Verfügbarkeit von zeitnahen Aufnahmen,
- Reproduzierbarkeit der Methoden,
- einfache und schnelle Verarbeitung der Bilder sowie eindeutige Interpretierbarkeit und
- kostengünstige Anwendung durch standardisierte Methoden.



Ein zentrales Instrument der Umweltbeobachtung ist die Umweltprobenbank (UPB) des Bundes, die unter der Gesamtverantwortung des BMU durch das UBA fachlich und administrativ koordiniert wird. Die Umweltprobenbank dient der retrospektiven ökologischen und toxikologischen Umweltbeobachtung durch konservierende Archivierung von Humanproben von vier Standorten Deutschlands sowie von Boden-, Pflanzen- und Tierproben aus derzeit 13 Probenahmegebieten (PNG). Diese PNG repräsentieren die Hauptökosystemtypen Deutschlands (marine Ökosysteme, Fließgewässer-Ökosysteme, Agrar-Ökosysteme, Forst-Ökosysteme, ballungsraumnahe Ökosysteme, naturnahe terrestrische Ökosysteme),  
(<http://www.umweltbundesamt.de/umweltproben/upb17.htm>).

Die durchschnittliche Flächengröße der PNG bewegt sich in einem Bereich von ca. 50 bis 3800 km<sup>2</sup>.

Für die Umweltprobenbank existiert ein Informationssystem (IS UPB), welches Daten und Informationen von der Probenahme über die Analytik bis hin zur Lagerung sowie Abgabe der Proben enthält. Darüber hinaus dient es der grafischen und kartografischen Darstellung von Daten. Diese Informationen sind Grundlage für eine Bewertung der Erhebungen im ökosystemaren Zusammenhang. Die Verknüpfung der UPB-Daten mit entsprechenden Geo- sowie anderen externen Beobachtungsdaten soll über ein Geographisches Informationssystem (GIS) realisiert werden. Es ist vorgesehen, dies über eine Schnittstelle an das IS UPB anzubinden.

Ein langfristiges Monitoring der Landschaftsentwicklung in den Probenahmegebieten ist notwendig, um Veränderungen im ökosystemaren Zusammenhang zu erkennen. Folgende Beobachtungsgrößen bzw. Landschaftsmerkmale sollten dafür verfügbar sein:

- Digitales Geländemodell (DGM),
- Landbedeckung (Vegetationszonen),
- Landnutzung,
- Veränderung der Landnutzung,
- Phänologie und
- Klimaparameter.

Entsprechende, z.T. SFE-gestützte Erhebungsverfahren wurden durch das UBA für zwei Probenahmegebiete der UPB versuchsweise entwickelt und unterliegen noch keiner Routine. Für die UPB liegt dabei der Schwerpunkt der Anforderungen zukünftig auf der Bereitstellung von Landnutzungsdaten im Maßstabsbereich 1 : 5.000 bis 1 : 25.000.

## **Rechtliche Grundlagen:**

### ***EG-Recht***

1210/90/EWG: Verordnung des Rates zur Errichtung einer Europäischen Umweltagentur und eines Europäischen Umweltinformations- und beobachtungsnetzes, ABL.EG L 120/1
---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

2003/4/EG: Richtlinie des Parlaments und des Rates vom 28. 01.2003 über den Zugang der Öffentlichkeit zu Umweltinformationen und zur Aufhebung der Richtlinie 90/313/EWG des Rates, ABL.EG L 41/26 14.2.2003
-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

## Bundesrecht

Gesetz zur Neuregelung des Rechts des Naturschutzes und der Landschaftspflege und zur Neuregelung anderer Rechtsvorschriften vom 25.03.2002, Art. I Abschn. 2, BGBl. I S. 1193
Umweltinformationsgesetz (UIG) i.d. Fassung vom 23. 08. 2001, BGBl. I S. 2220 (Entwurf der Neufassung des des UIG vom Juli 2003

## Beobachtungsmethodik (Umweltprobenbank, prototypische Entwicklung)

Verfahren	Beobachtungsgrößen				
	DGM **	Landbedek- kung / Land- nutzung **	Veränderung d. Landnut- zung **	Phänologie **	Klimapara- meter (Nieder- schlag) ***
<b>konventionell/aktuell*</b>					
<b>Methode/ Datenquelle</b>	ATKIS, Topographi- sche Karten	a) Landsat-TM b) CORINE-LC c) KFA-1000 (bis zu 21 Klas- sen)	GIS-gestützte Veränderungs- erfassung ( <i>Change Detection</i> )/ Landsat-TM	Landsat-TM (Juni bis August, Höhepunkt der Vegetationsent- wicklung)	Interpolation von Nieder- schlagsdaten (Kriging- Verfahren)
<b>Maßstab</b>	1:100.000 bis max. 1:50.000	a) 1:100.000 b) 1:100.000 c) 1:25.000- 1:50.000	1:100.000 bis max. 1:50.000	1:100.000 bis max. 1:50.000	1:100.000 bis max. 1:50.000
<b>Auflösung</b>	100 m	a) 30 m b) 25 ha c) 5-7 m	30 m	30 m	100 m
<b>Aktualität</b>	1990-1992	a) 1984, 1992 b) 1992 c) 1989	Vergleich 1984-1992	Vergleich 1984-1992	1990 – 2000
<b>Wiederholrate</b>	n.a.	ca. 5-10 Jahre	ca. 5-10 Jahre	16 Tage	täglich
<b>Kontinuität/ Verfügbarkeit</b>	evtl. Nutzung von DGM 50	e) wetterab- hängig f) 10 - 15 Jahre b) nicht mehr verfügbar		wetterabhängig	kontinuierliche Erhebung
<b>Defizite</b>	Auflösung zu gering	a,b) Auflösung zu gering c) nicht verfügbar	Datengenauig- keit, z.Zt keine aktu- ellen Daten verfügbar	Wetterabhän- gigkeit, keine multitemporalen Szenen aus ei- nem Jahr ver- fügbar	aufwändige Datenaufberei- tung, statistische Bearbeitung im Vorfeld nötig
<b>SFE-Optionen</b>					
<b>Sensor/ Mission</b>	a) SRTM b) Spot-5	a) Landsat-7 ETM b) IRS LISS c) SPOT 1-4 d) SPOT 5		a) AVHRR/NOAA b) MODIS/TERRA (2000-2005) c) Landsat-7 ETM d) IRS LISS e) SPOT 1-4	Meteosat, SSMI / DMSP

Verfahren	Beobachtungsgrößen				
	DGM **	Landbedek- kung / Land- nutzung **	Veränderung d. Landnut- zung **	Phänologie **	Klimapara- meter (Nieder- schlag) ***
<b>Räuml. Auflösung</b>	a) 20 m (X- Band) 60 m (C- Band) b) 20 m	a) 30 m multispektral, 15 m pan- chromatisch b) 23 m multispektral, 6 m pan- chromatisch c) 20 m multispektral, 10 m pan- chromatisch d) 10 m multispektral, 5 m panchr		a), b) 1-4 km c) 30 m multi- spektral d) 23 m multi- spektral e) 20 m multi- spektral	28 km
<b>Wiederholrate</b>	n.a.	a) 16 Tage, neue Aufnahmen zur Zeit nicht gesichert (Sensoraus- fall ETM) b) 25 Tage c) 26 Tage, häufiger bei Schrägauf- nahmen d) 26 Tage, häufiger bei Schräg- aufnahmen		a), b) täglich c) 16 Tage, Neue Aufnahmen zur Zeit nicht gesichert (Sensorausfall ETM) d) 25 Tage e) 26 Tage, häu- figer bei Schrägauf- nahmen	3 stündig
<b>Aktualität</b>	a) 2000 b) ca. 5 Jahre	a) neue Aufn. Z. Zt. nicht gesichert, Sensorausfall (ETM) b) hoch c) hoch d) hoch		a), b) Nahe- Echtzeit (inner- halb weniger Stunden) c) neue Aufn. Z. Zt. nicht gesi- chert, Sensor- ausfall (ETM) d) hoch e) hoch	12h
<b>Kontinuität/ Verfügbarkeit</b>	a) verfügbar b) auf Bestel- lung	a) Kontin. z. Zt nicht gesichert (Sensorausfall ETM), b) Regelm. Aufnahmen möglich, wetterabhängig c) Regelm. Aufnahmen möglich, wetterabhängig d) Regelm. Aufnahmen möglich, wetterabhängig		a), b) operatio- nell seit 1995 frei verfügbar im Internetportal <a href="http://wdc.dlr.de">http://wdc.dlr.de</a> c) Kontin. z. Zt nicht gesichert (Sensor-Ausfall ETM), d), e) Regelm. Aufnahmen möglich, wetter- abhängig	täglich

Verfahren	Beobachtungsgrößen				
	DGM **	Landbedek- kung / Land- nutzung **	Veränderung d. Landnut- zung **	Phänologie **	Klimapara- meter (Nieder- schlag) ***
<b>Defizite</b>	a) Kombination aus 2 zeitgleich aufgenommenen Datensätzen mit einheitlicher Methode, aber unterschiedlicher Auflösung b) muss erst erzeugt werden a) + b) liefern ein Oberflächenmodell	a) Kontin. z. Zt nicht gesichert (Sensorausfall ETM), b) Regelm. Aufnahmen möglich, wetterabhängig c) Regelm. Aufnahmen möglich, wetterabhängig d) Regelm. Aufnahmen möglich, wetterabhängig		Die Erfassung zum Höhepunkt der Vegetationsentwicklung in den Daten von Landsat, IRS oder SPOT ist abhängig von der Wettersituation. Hier können Produkte der mittelaufgelösten Daten von AVHRR und MODIS mit genutzt werden.	exp. Daten, Verfahren in Entw.

\* Verfahren in Entwicklung, z.T. Erprobung von SFE-Anwendungen

\* PNG Saarländischer Verdichtungsraum

\*\*\* PNG Dübener Heide

### 3.12 Forest Focus

Im Zusammenhang mit Aufgaben der Umweltbeobachtung ist auf ein in Vorbereitung befindliches europäisches Regelwerk für die Beobachtung der Wälder hinzuweisen. Die Kommission hat am 15.07.2002 einen Vorschlag für eine Verordnung des Europäischen Parlaments und des Rates für das Monitoring von Wäldern und der Umweltwechselwirkungen in der Gemeinschaft (*Forest Focus*) vorgelegt

([http://europa.eu.int/eur-lex/en/com/pdf/2002/com2002\\_0404en01.pdf](http://europa.eu.int/eur-lex/en/com/pdf/2002/com2002_0404en01.pdf)). Zielsetzung der Maßnahme ist ein harmonisiertes, umfassendes und breit angelegtes Monitoring der europäischen Waldökosysteme. Die vorgesehenen Monitoring-Aktivitäten im Rahmen von Forest Focus beziehen sich auf die Bereiche

- Schutz gegen Luftverschmutzung,
- Schutz gegen Waldbrände,
- Biologische Vielfalt,
- Klimawandel,
- Kohlenstoffbindung und
- Böden.

Zur Unterstützung einer permanenten Bewertung des Monitorings beabsichtigt die Kommission,

- die Erfassung und Aufbereitung der Daten sowie ihre harmonisierte Validierung zu stimulieren sowie
- die Datenauswertung und die Qualität der Daten und der erhaltenen Information zu verbessern.

Die Mitgliedstaaten berichten der Kommission alle drei Jahre über den Zustand ihrer Waldökosysteme (über Waldbrände jährlich). Mit dem Inkrafttreten der Verordnung Forest Focus wird in 2004 gerechnet, mit einer Laufzeit von sechs Jahren. Auf der Grundlage einer abschließenden Bewertung ist eine Anpassung der Verordnung und eine Fortführung der Monitoring-Aktivitäten über 2009 hinaus vorgesehen.

### **3.13 "Virtuelles Kraftwerk Deutschland"**

„Die Energieversorgung der Zukunft wird sehr viel weniger zentralisiert sein als die heutige. Wir stehen am Beginn eines Strukturwandels, der sich auf ein dezentrales virtuelles Kraftwerk mit vielen Erzeugern von Strom und Wärme aus erneuerbaren Energien hinbewegt“ (Bundesumweltminister Jürgen Trittin anlässlich der Trinationalen Konferenz Energiepolitik in Freiburg, 26.03.2003).

Der Begriff „Virtuelles Kraftwerk“ beschreibt ein Konzept für ein Steuerungssystem, das geeignet ist, die betriebliche Regelung eines dezentralen Kraftwerkverbunds im Hinblick auf die unvermeidlichen Schwankungen auf der Last- wie auf der Erzeugungsseite zu optimieren ( s.a. Santjer et al. 2002).

Das Virtuelle Kraftwerk ist gegenwärtig noch eine Vision. Die Nutzung von SFE-Daten ist zur Modellierung und Vorhersage von Energiepotenzialen und deren Schwankungen auf der Erzeugungsseite prinzipiell möglich in den Bereichen

- nachwachsende Rohstoffe,
- nutzbare Solareinstrahlung und
- Windenergie.

Unter Umwelt- und Naturschutzaspekten kommen Anforderungen an Indikatoren zum Flächenverbrauch und zur Naturraumbeanspruchung hinzu.

Kurz- bis mittelfristig wird unter den erneuerbaren Energiequellen den Offshore-Windkraftanlagen das größte Potenzial beigemessen. In diesem Zusammenhang kommt sowohl der Berücksichtigung von Auflagen des Bundesnaturschutzgesetzes als auch der Verbesserung von Windprognosen besondere Bedeutung zu.

Eine umfassende Anforderungsanalyse zur zukunftsfähigen Energieversorgung in Deutschland hat das UBA im August 2003 vorgelegt (UBA 2003b).

Spezifische Anforderungen zur Nutzung von SFE-Daten durch das Umweltressort des Bundes sind derzeit nicht gegeben.

## 4 Produktszenarien und Effizienzanalyse

Aus den in Kap. 3 im Detail dargestellten Nutzeranforderungen wurden eine Reihe von Produktszenarien abgeleitet (vgl. Kap. 2). Die darin beschriebenen SFE-gestützten Produkte bzw. Dienstleistungen werden nachfolgend einer Effizienzanalyse unterzogen.

### 4.1 Szenariendefinition und –beschreibung

Einen Überblick über die erfassten Nutzeranforderungen gibt Tabelle 4. Wie aus der Beschreibung der Ressortaufgaben in Kap. 3 im einzelnen ersichtlich, weist die Spezifität der Anforderungen an die räumlichen Informationsgrundlagen große Unterschiede auf. Dies entspricht sowohl dem unterschiedlichen Entwicklungsstand der jeweiligen rechtlichen Grundlagen bzw. ihrer operativen Umsetzung als auch den Unterschieden in Qualität und Verfügbarkeit der jeweiligen konventionell genutzten Datenquellen. Das Spektrum reicht von definitiven Fehlanzeigen bis zu hochspezifischen Anforderungen hinsichtlich räumlicher/zeitlicher Auflösung und thematischer Differenzierung. Des weiteren wird deutlich, dass sich die Mehrzahl der Anforderungen (mit z.T. sehr spezifischen Vorgaben) auf die Beobachtung von Landnutzung und Landbedeckung bezieht.

Diese Sachlage legte es nahe, bei der Definition der Szenarien zwischen Basisprodukten und zusätzlichen Dienstleistungen zu unterscheiden.

- Basisprodukte sollten eine vielfach nutzbare standardisierte Informationsgrundlage liefern. Angesichts der Spannweite und teilweise gegebenen Unschärfen in den Anforderungsprofilen können sie u.U. Kompromisslösungen darstellen.
- Zusätzliche Dienstleistungen (*dedicated services*) sind auf spezifischere Nutzeranforderungen bezogen und können Basisprodukte in ihre Datenbasis einbeziehen.

Die Ableitung von Szenarien für Basisprodukte und zusätzliche Dienstleistungen wird durch das Schema in Abb. 2 verdeutlicht. Dementsprechend wurden die folgenden Szenarien definiert:

- Basisprodukte
  - verbessertes Landbedeckungs-Informationssystem CORINE Land Cover (CLC level 4)
  - Flächendeckendes Digitales Geländemodell
- zusätzliche Monitoring-Dienstleistungen
  - UV-Einstrahlung
  - Eutrophierung in Nord- und Ostsee (Chlorophyll)
  - Gewässerbelastung (GMES Service Element Aqua SAGE)
  - Siedlungsentwicklung und Flächenversiegelung (GMES Service Element Soil SAGE)
  - Aktuelle landwirtschaftliche Anbausituation
  - Waldmonitoring (GMES-Service Element Forest Monitoring)
  - Veränderungserfassung für die Biotopüberwachung

Die Szenarien werden in Tab. 5 - 13 beschrieben.

**Tabelle 4: Zusammenfassung der Nutzeranforderungen**

<b>Aufgabenkomplex</b>	<b>Beobachtungsgrößen</b>	<b>Aktuelle Datenquelle</b>	<b>Anforderungen</b>
• <b>Klimaschutz</b>			
- <b>Klimaparameter</b>	globale u. regionale Klimaparameter	wiss. Literatur, Berichte von Wetterdiensten und Klimaforschungszentren	nicht gegeben
- <b>Treibhausgase</b>	nationale Emissionsraten von Treibhausgasen	statistische Daten über Quellen u. Senken	nicht gegeben
- <b>Kohlendioxid-Quellen/Senken (Landnutzung)</b>	Waldflächenänderung (ARD)	Bundeswaldinventur, statistische Daten der Länder	detailliertere Klassifikation, Verbesserung der Datenvergleichbarkeit
• <b>Schutz der Erdatmosphäre</b>			
- <b>stratosphärisches Ozon</b>	a) Emission ozonabbauender Stoffe b) stratosphärische Ozondynamik	a) nationale Produktions- u. Verbrauchsstatistik b) Forschungsprogramme	a)b) nicht gegeben
- <b>Überwachung der solaren UV-Einstrahlung</b>	UV-Einstrahlung (bundesweit)	Bodenmessstationen, EXPERT-GIS des BfS	Bereitstellung von aktuellen Atmosphärendaten
• <b>Luftreinhaltung</b>			
- <b>Luftschadstoffe und Luftverunreinigungen</b>	Ozon, Stickoxide, Schwefeldioxid, Nicht-Methan-Kohlenwasserstoffe, Aerosole	Verbrauchsstatistik (Emission), Bodenmessstationen (Immission)	nicht gegeben
- <b>Wirkungen auf sensitive Ökosysteme</b>	Wald, Grünland, Heiden u. Moore, Wasserflächen	CORINE-LC	detailliertere Klassifikation, höhere räumliche u. zeitliche Auflösung
• <b>Meeresschutz (Eutrophierung)</b>	Chlorophyll	küstennahe Messstationen, Messungen von Forschungsschiffen	Flächendeckung mit hoher zeitlicher Auflösung
• <b>Wasser-Management</b>			
- <b>Umsetzung EU-Wasserrahmenrichtlinie</b>	Siedlungsflächen, Ackerflächen, Sonderkulturen	CORINE-LC	detailliertere Klassifikation, höhere räumliche u. zeitliche Auflösung
- <b>Umsetzung EU-Badegewässerrichtlinie</b>	Vorkommen von Cyanobakterien	visuelle Inspektion u. Laboranalysen	flächenhafte Erfassung, Reduktion des Überwachungsaufwands
- <b>Ausweisung/ Überwachung von Wasserschutzgebieten</b>	Waldflächenänderung (ARD), landwirtschaftliche Bodennutzung, Bodenversiegelung, Digitales Geländemodell	Berichte der Landesbehörden	Vereinheitlichung der Datengrundlagen (bundesweit)
- <b>Hochwasservorsorge</b>	Tendenzen der Niederschlags-/Abflussdynamik	Informationsdienste von DWD, BfG, WSV; Beobachtungsnetze der Länder	nicht gegeben
• <b>Naturschutz und Biologische Vielfalt</b>	Flächen- u. Zustandsänderung Habitats und Biotop, Biodiversitätsindikatoren	CORINE-LC, Biotop- u. Lebensraumtypenkartierung der Länder	bundesweit flächendeckende, homogene Biotop- und Lebensraumtypenkartierung

<b>Aufgabenkomplex</b>	<b>Beobachtungsgrößen</b>	<b>Aktuelle Datenquelle</b>	<b>Anforderungen</b>
• <b>Raumbezogene Umweltplanung</b>	Siedlungsflächen, Verkehrsnetz	CORINE-LC	höhere räumliche Auflösung
• <b>Deponiedatenerfassung</b>	Verfüllungsstand, Deponieoberfläche	Luftbilddauswertung, Vermessung	nicht gegeben
• <b>Bodenschutz</b>	a) Bodenversiegelung b) Landwirtschaftliche Bodennutzung c) Erosion (DGM, Hangneigung, -länge)	a) CORINE-LC, ATKIS, Flächenstatistik b) CORINE-LC c) CORINE-LC, BÜK, DGM, Statistische Daten	a)b) detailliertere Klassifikation, höhere räumliche u. zeitliche Auflösung c) flächendeckende Information zu Hangneigung u. Hanglänge
• <b>Umweltradioaktivität (Notfallschutz und Lageermittlung)</b>	Landnutzung, landwirtschaftl. Anbaufläche, aktueller Entwicklungsstand landwirtschaftlicher Fruchtarten	landwirtschaftliche Statistik, agrarmeteorologische Daten	räumlicher Bezug, höhere räumliche Auflösung und Aktualität
• <b>Umweltbeobachtung und Umweltprobenbank des Bundes</b>	DGM, Landbedeckung/-nutzung, Phänologie, Niederschlag	Umweltbeobachtungsprogramme (medien- und schutzgutübergreifend), Pilotprojekte in Probenahmegebieten	höhere räumliche Auflösung und Aktualität (Landnutzung / Landbedeckung), flächendeckende Erfassung von Umweltveränderungen, Langzeit-Archivierung
• <b>Wald-Monitoring (Forest Focus)</b>	nicht definiert	n.a.	n.a.
• <b>„Virtuelles Kraftwerk Deutschland“</b>	nicht definiert	n.a.	n.a.



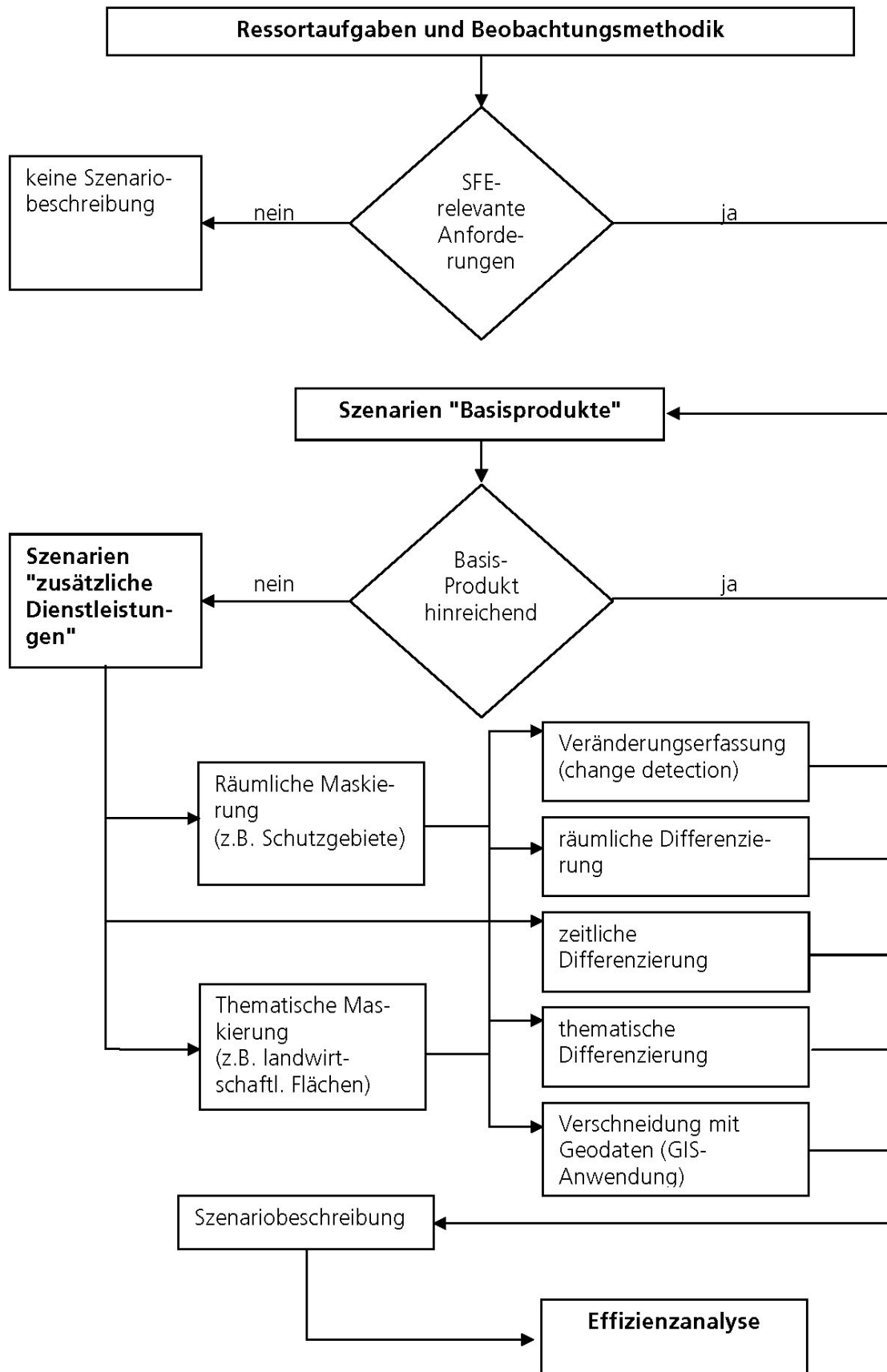


Abbildung 2: Ableitung von Produktszenarien

**Tabelle 5: Verbessertes Landbedeckungsinformationssystem  
CORINE Land Cover (CLC level 4)**

<b>Produkte/ Service</b>	<b>Basisprodukt CORINE Land Cover mit höherer räumlicher Auflösung, Aktualität und thematischer Differenzierung*</b>
Maßstab	1:50 000 bis 1:100 000
Auflösung	10 -30 m (je nach Sensor), Erfassungsuntergrenze 5 ha
Aktualität	abhängig von Größe des Erfassungsgebietes, ½ - bis 2-jährig
Wiederholrate	5 jährlich, bei Bedarf 3-4 jährlich
Verfügbarkeit	ab 2005 in Pilotprojektgebieten
<b>Datenquellen SFE</b>	Landsat ETM, IRS LISS, eventuell partiell SPOT V
<b>zusätzliche Datenquellen</b>	TK25, ATKIS, Luftbilder, thematische Karten, Stadtpläne
<b>Annahmen/ Randbedingungen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Kombination von automatischer Klassifizierung einiger Hauptklassen (Wasserflächen, Waldgebiete, evtl. Siedlungsgebiete) mit GIS-gestützter visueller Interpretation,</li> <li>- evtl. Unterstützung der Abgrenzung durch automatisch erzeugte Segmente **</li> <li>- multisaisonale / multitemporale Datengrundlage (2-3 Szenen pro Region) zur Abgrenzung landwirtschaftlicher Klassen, insbesondere Ackerland/ Grünland</li> <li>- Nachfolgesystem von Landsat-7 für günstige Flächendeckung verfügbar, möglichst auch mit Kanal im mittleren Infrarot (zur besseren Differenzierung der Vegetation)</li> </ul>
<b>Kosten</b> (unverbindliche Abschätzung)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Datenkosten (monotemporal): Landsat ETM 0,01 bis 0,023 €/km<sup>2</sup> IRS LISS 0,13 €/km<sup>2</sup> SPOT V 1,7 bis 1,9 €/km<sup>2</sup></li> <li>- Bearbeitung Basisprodukt: ca. 6-18 €/ km<sup>2</sup> (zu einem größeren Teil Neudigitalisierung notwendig; noch genauer mittels Testprodukten abzuschätzen; bei stärker automatisierten Verfahren (Entwicklungs- und Operationalisierungsbedarf) größere Einsparpotenziale vorhanden)</li> </ul>
<b>Auskunft</b>	Manfred Keil, DLR-DFD, 08153-28-1377, manfred.keil@dlr.de

\*) z.B. thematische Differenzierung von Wald-Strauch-Übergangsstadien (Degenerierung, Waldverjüngung) und Ackerflächen/Dauerkulturen (Hackfrüchte, Mais, Hopfen)

\*\*\*) Förderung von Pilotvorhaben vorausgesetzt

**Tabelle 6: Flächendeckendes Digitales Geländemodell**

<b>Produkte/ Service</b>	<b>Digitales Oberflächenmodell aus ERS-Tandem Daten für das Bundesgebiet</b>	
Maßstab	n.a.	
Auflösung	1 Bogensekunde ~ 20 m (horizontal) 1 m vertikal	
Aktualität	5 Jahre	
Wiederholrate	n.a.	
Verfügbarkeit	sofort	
<b>Datenquellen SFE</b>	ERS-1 und ERS-2	
<b>zusätzliche Datenquellen</b>	keine	
<b>Annahmen/ Randbedingungen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- einmalige Lieferung des Datensatzes durch DLR-DFD auf Datenträger (DVD) in geogr. Koordinaten, bezogen auf mittl. Meereshöhe</li> <li>- Bestimmung der Hangneigung und Exposition setzt auf Raster-DHM auf und kann optional auch auf ATKIS-Datensatz angewandt werden</li> <li>- Bestimmung der Hanglänge müßte entwickelt werden (hier nicht bepreist, technisch machbar)</li> </ul>	
<b>Kosten</b> (unverbindliche Abschätzung)	- Datenbereitstellung:	30.000 €
	- Hangneigung und Exposition:	10.000 €
<b>Auskunft</b>	Achim Roth, DLR-DFD, 08153-28-2706, achim.roth@dlr.de	

**Tabelle 7: Flächendeckendes Monitoring der UV-Einstrahlung**

<b>Produkte/ Service</b>	<b>UV-Karten Deutschland/Europa unter Einbeziehung von satellitenbasierten Karten von Wolken, Ozon, Aerosolen / optischer Dicke*</b>
Maßstab	n.a.
Auflösung	1 km
Aktualität	Innerhalb weniger Tage, je nach Verfügbarkeit der Zusatzdaten
Wiederholrate	tägliche Beobachtungen und wöchentliche, monatliche, saisonale und Jahresmittelwerte
Verfügbarkeit	- Wolken, Ozon: bereits operationell - Aerosol operationell ab Ende 2004
<b>Datenquellen SFE</b>	ERS-2, ENVISAT, METOP, EarthProbe, NOAA, TERRA/AQUA MSG
<b>zusätzliche Datenquellen</b>	Stationsmessungen des BfS an 10 bundesweiten Stationen
<b>Annahmen/ Randbedingungen</b>	- Fertigstellung des Prozessierungssystems ENVISAT/SYNAER/Aerosole (12/04) - Datenempfang SCIAMACHY und AATSR von der ESA und tägliche Prozessierung am DFD - Integration von Stationsmessungen und Satellitenkarten erfolgt am BfS - Es werden aus Standard-Orbit-Produkten des DFD Deutschland/Europa-Karten erzeugt (Kompositing bzw. Datenassimilation) - ftp-Transfer der Zusatzdaten
<b>Kosten**</b> (unverbindliche Abschätzung)	Betriebs-Kosten: - Wartungs- und Betriebsaufwand je Produkt je 2 Stunde/Woche a 75 €, insgesamt ca. 24.000 €/Jahr - CPU-Zeit je Produkt je 1 Stunde/Tag a 5 €, insgesamt ca. 6.000 €/Jahr - Archivzugriff je Produkt a 1 Gbyte zu 7.- ca. 8.000 €/Jahr - ftp-Service 3.000 €/Jahr - Gesamtsumme Betrieb: 41.000 €/Jahr Implementierungskosten: - Prozessierungsrechner, einmalig : 20.000 € - Prozessoradaption / Kompositing, einmalig 60.000 € Gesamtsumme Implementierung: 80.000 € (einmalig)
<b>Auskunft</b>	Dr. Thomas Holzer-Popp, DLR-DFD, 08153-28-1382, thomas.holzer-popp@dlr.de

\*) routinemäßige Bereitstellung durch DFD auf Grundlage von operationellen Prozessoren für Ozon und Wolken sowie eines im Aufbau befindlichen Prozessors Aerosole/optische Dicke. Die Basisdaten für die Ableitung von Wolkenprodukten stehen innerhalb weniger Stunden aus eigenen Antennen am DFD zur Verfügung. Die Basisdaten für Ozon- und Aerosolprodukte werden von der ESA übertragen und sind innerhalb weniger Stunden (Ozon) bis Tage (Aerosole) verfügbar. Daraus können UV-Mittelwert-Karten für Deutschland berechnet werden; die Integration mit den Stationsmessungen des BfS sollte am BfS erfolgen.

\*\*\*) bezogen auf Bereitstellung von folgenden Produkten:

- tägliche Komposit-Wolkenkarte (optische Dicke, Messstreifen ca. 2300 km) mit 1 km Auflösung (Mittagszeit)
- tägliche synoptische Ozonkarte (Dobson-Einheiten) mit 40 km Auflösung (12:00 UTC)
- tägliche Komposit-Aerosolkarte (optische Dicke, Messstreifen ca. 960 km) mit 10 km Auflösung (später Vormittag)

**Tabelle 8: Eutrophierungs-Monitoring für die Nord- und Ostsee**

<b>Produkte/ Service</b>	<b><i>Chlorophyll-Karten der Nord- und Ostsee</i></b>
Maßstab	n.a.
Auflösung	300 m, 1km
Aktualität	hoch
Wiederholrate	wöchentliche, monatliche, saisonale und Jahresmittelwerte, für spezielle Phänomene (Algenblüten) 1-2 Tage
Verfügbarkeit	operationell ab Mitte 2004, ENVISAT-Nachfolge ab ca. 2007 offen
<b>Datenquellen SFE</b>	ENVISAT/ MERIS
<b>zusätzliche Datenquellen</b>	keine
<b>Annahmen/ Randbedingungen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Fertigstellung des Prozessierungssystems MAPP-VA (06/04)</li> <li>- Dateneingang MERIS und tägliche Prozessierung am DFD</li> <li>- Archivierung und Produktbereitstellung über DIMS/EOWeb</li> <li>- Nutzerbetreuung durch DLR und GKSS</li> <li>- Datenfreigabe für operationelle (= nicht wissenschaftliche) Nutzung</li> <li>- Integration in den GMES-Service <i>CoastWatch</i></li> </ul>
<b>Kosten</b> (unverbindliche Abschätzung)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Dateneingang: 150.000 €/Jahr</li> <li>- Prozessierung, Produktbereitstellung: 100.000 €/Jahr</li> <li>- Archivierung: 5.000 €/Jahr</li> <li>- Nutzerbetreuung 20.000 €/Jahr</li> <li>- Gesamtkosten 275.000 €/Jahr</li> </ul>
<b>Auskunft</b>	Dr. Andreas Neumann, DLR-IMF, 030-67055-640, andreas.neumann@dlr.de

**Tabelle 9: Gewässerbelastung (GMES Service Element Aqua SAGE)**

<b>Produkte/ Service</b>	<b>Allgemeine &amp; spezielle Landnutzung (landwirtschaftliche Intensität), Modellierung der Nitratbelastung aus diffusen Quellen (insbes. aus der Land- und Forstwirtschaft)*</b>
Maßstab	1 : 50.000
Auflösung	1 ha
Aktualität	saisonal
Wiederholrate	alle 4-5 Jahre unter Bezugnahme auf Vorgaben der Wasserrahmenrichtlinie
Verfügbarkeit	operationell auf der Basis einzelner Mitgliedsstaaten
<b>Datenquellen SFE</b>	IRS, SPOT, (Landsat-ETM); zukünftig auch TerraSAR-X
<b>zusätzliche Datenquellen</b>	DGM, Bodenparameter, Kreisstatistiken
<b>Annahmen/ Randbedingungen</b>	Operationelle Budgets über Ko-finanzierung EU / Mitgliedsländer analog CLC ab 2008 Implementierung von GMES zur Absicherung der Datensituation (d.h. durch Bereitstellung europ. Satellitenkapazitäten → "europ. Landsat" oder RapidEye
<b>Kosten</b> (unverbindliche Abschätzung)	0,05 – 1,3 € / km <sup>2</sup> (abhängig von der Größe des Gebiets; hier: Bundesrepublik gesamt versus kleines Einzugsgebiet Größe 1000 km <sup>2</sup> ; Kalkulationsbasis: Landsat-ETM
<b>Auskunft</b>	Dr. Steffen Kuntz, Fa. Infoterra GmbH, 07545-89966, steffen.kuntz@infoterra-global.com

\*) Angaben der Fa. Infoterra GmbH

**Tabelle 10: Siedlungsentwicklung und Flächenversiegelung  
(GMES Service Element Soil SAGE)**

<b>Produkte/ Service</b>	<i>Allgemeine &amp; spezielle Landnutzung (Bodenversiegelung), Veränderungen der Siedlungsstruktur, Modellierung von Oberflächenabfluß, Entwicklungsszenarien und wei- teren ökologisch relevanten Veränderungen durch Zunahme der Ver- siegelung*</i>
Maßstab	1 : 10.000 – 1 : 25.000 (lokal, 8 Versiegelungsklassen) 1: 100.000 (national, 5 Versiegelungsklassen)
Auflösung	0,25 ha 5 ha
Aktualität	saisonal
Wiederholrate	3-5 jährlich
Verfügbarkeit	Operationell auf der Basis einzelner Mitgliedsstaaten
<b>Datenquellen SFE</b>	IRS, SPOT, (Landsat-ETM); IKONOS, QuickBird
<b>zusätzliche Datenquel- len</b>	DTM, Bodenparameter, Gemeindestatistiken, Luftbilder
<b>Annahmen / Randbe- dingungen</b>	Operationelle Budgets über Ko-finanzierung EU / Mitgliedsländer analog CLC ab 2008 Implementierung von GMES zur Absicherung der Datensituation (d.h. durch Bereitstellung europ. Satellitenkapazitäten → "europ. Landsat" oder RapidEye
<b>Kosten</b> (unverbindliche Abschät- zung)	0,12 – 0,8 € / km <sup>2</sup> (abhängig vom Maßstab)
<b>Auskunft</b>	Dr. Steffen Kuntz, Fa. Infoterra GmbH, 07545-89966, steffen.kuntz@infoterra- global.com

\*) Angaben der Fa. Infoterra GmbH

**Tabelle 11: Aktuelle landwirtschaftliche Anbausituation**

<b>Produkte/ Service</b>	<b>Landwirtschaftliches Informationssystem für den Strahlenschutz, Bereitstellung landwirtschaftlicher Anbauarten für Impaktflächen im Katastrophenfall</b>
Maßstab	Übersichtsmaßstab 1 : 500 000 (für die genaue Abgrenzung der Impaktflächen 1:50 000 bis 1:100 000)
Auflösung	1 km (für die genaue Abgrenzung der Gefährdungsbereiche unterschiedlicher Einwirkung 30 m)
Aktualität	im Katastrophenfall 7 Tage nach Impakt
Wiederholrate	Tages-, Wochen-, Monatskomposite (je nach Verfügbarkeit wolkenfreier/ -armer Szenen)
Verfügbarkeit	ab Mitte 2004
<b>Datenquellen SFE</b>	NOAA / AVHRR zur Ableitung von Datenkompositen
<b>zusätzliche Datenquellen</b>	INVEKOS-Daten, verbessertes CORINE Land Cover (Flächenrahmen für Ackerflächen)
<b>Annahmen/ Randbedingungen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Verfügbarkeit operationeller NDVI-Produkte aus NOAA-AVHRR,</li> <li>- Aktuelle Differenzierung und räumliche Verteilung der Fruchtarten auf Grundlage von INVEKOS,</li> <li>- Verbessertes CORINE Land Cover,</li> <li>- Erstellung von NDVI Daten-Kompositen bei gleicher Datenpolitik des DFD wie bisher (Abgabe der Daten free of charge bzw. gegen Kopierkosten),</li> <li>- Verfügbarkeit eines empirischen Assimilationsmodells, das auf NDVI-Kompositbasis den aktuellen Zustand der Bestandesentwicklung fort-schreibt*</li> </ul>
<b>Kosten</b> (unverbindliche Abschätzung)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Prozessierung, Produktbereitstellung: 10.000 €/Jahr</li> <li>- Nutzerbetreuung: 10.000 €/Jahr</li> <li>- Gesamt 20.000 €/Jahr bzw. 0,06 €/km<sup>2</sup> und Jahr (Bezug: Fläche Bundesrepublik)</li> </ul>
<b>Auskunft</b>	Erik Borg, DLR-DFD, 03981-480-183, erik.borg@dlr.de

\*) Förderung eines entsprechenden Pilotvorhabens vorausgesetzt



**Tabelle 12: Waldmonitoring (GMES Service Element Forest Monitoring)**

<b>Produkte/ Service</b>	- <i>LULUCF Kartierung für 1990 und aktuelle Jahre</i> - <i>Information für die Berichterstattung nach Kyotoprotokoll Art. 3.3 und 3.4, Statistiken zur Waldfläche, Vorrat Biomasse und Kohlenstoff – Zustand und Veränderungen, mit kombiniertem Ansatz aus Fernerkundungskartierung und Bundeswaldinventurdaten*</i>
Maßstab	1: 50 000
Auflösung	0,1 ha – 1 ha ( für KP je nach nationaler Festlegung)
Aktualität	Jährlich (zu kleinen Flächenanteilen max. – 2 Jahre tolerierbar)
Wiederholrate	Nach Vorgaben in GPG und Nutzervorgaben, z.B. alle 5 Jahre, da nach GPG Interpolation zu jährlichen Statistiken zulässig.
Verfügbarkeit	Operationell
<b>Datenquellen SFE</b>	Landsat 7 ETM (5), derzeit nur eingeschränkt verfügbar SPOT, IRS Landsat 5 (für 1990 Kartierung) Mittelfristig: Landsat Continuity Mission, „europäischer Landsat“
<b>zusätzliche Datenquellen</b>	Bundeswaldinventur, DGM, TK, selektiv forstliche GIS Daten und Luftbilder
<b>Annahmen/ Randbedingungen</b>	Zur langfristigen Sicherung der bestehenden Operationalität ist mittelfristig Ersatz für Landsat 7 ETM erforderlich: Landsat Continuity Mission, „europäischer Landsat“ im Rahmen von GMES. Realisierung von GMES.
<b>Kosten</b> (unverbindliche Abschätzung)	0,5 €/km <sup>2</sup> (Kalkulation auf Basis von SPOT und IRS) 1,5 €/km <sup>2</sup> (Kalkulation auf Basis von Landsat)
<b>Auskunft</b>	Dr. Matthias Dees, Fa. GAF AG, 089-12152848, dees@gaf.de

\*) Angaben der Fa. GAF AG

**Tabelle 13: Veränderungserfassung für die Biotopüberwachung**

<b>Produkte/ Service</b>	<b>Naturschutzspezifische Veränderungskarten (change detection) für die Landesbehörden*</b>
Maßstab	Übersichtsmaßstab 1 : 50 000
Auflösung	15 - 30m (je nach Sensor)
Aktualität	1- 4 Monate (je nach Bearbeitungsaufwand, Gebietsgröße/ -verteilung , Verfügbarkeit wolkenfreier/ -armer Szenen)
Wiederholrate	1 - 6 jährlich (je nach Anfrage)
Verfügbarkeit	ab Mitte 2004
<b>Datenquellen SFE</b>	Landsat ETM, IRS LISS, SPOT V
<b>zusätzliche Datenquellen</b>	ATKIS, DGM zur geometrischen Anpassung, CORINE Land Cover, Schutzgebietsgrenzen
<b>Annahmen/ Randbedingungen</b>	Datenkontinuität Landsat ETM
<b>Kosten</b> (unverbindliche Abschätzung)	Auf Basis Landsat ETM: 0,32 €/ km <sup>2</sup>
<b>Auskunft</b>	Michael Wissen, DLR-DFD, 02203-601-4653, <a href="mailto:michael.wissen@dlr.de">michael.wissen@dlr.de</a>

\*) zur Kosteneinsparung bei der Biotopüberwachung im Interesse verbesserter zeitlicher und thematischer Konsistenz der bundesweiten Datengrundlagen zu Biotop- und Lebensraumtypen

## 4.2 Effizienzanalyse

Eine Effizienzanalyse der vorgeschlagenen Produktszenarien im Sinne einer klassischen Kosten-Nutzen-Analyse würde folgende Teilschritte umfassen:

- Bestimmung der relevanten Nebenbedingungen,
- Formulierung und Vorauswahl von Alternativen,
- Erfassung und Bewertung der positiven und negativen Wirkungen von Alternativen in Form einer Monetarisierung von Nutzen und Kosten,
- Diskontierung,
- Berücksichtigung von Risiko und Unsicherheit,
- Ableitung eines Entscheidungsmaßes aus dem Nutzen und den Kosten,
- Aufstellen einer Rangfolge der Alternativen.

Die relevanten Nebenbedingungen sind durch die Ressortaufgaben und ihre rechtlichen Grundlagen bestimmt.

Die Formulierung von Alternativen ist dagegen bereits problematisch, da die Fernerkundung als eine Beobachtungstechnik *sui generis* im Vergleich zu konventionellen Verfahren in vielen Fällen komplementäre, aber keine im strengen Sinne alternativen Lösungen bietet. Typischerweise ist vielmehr eine Abwägung zwischen

- räumlicher Abdeckung und Aktualität der SFE-Daten einerseits und
- Detaillierungsgrad und Präzision lokaler Beobachtung mit konventionellen Methoden andererseits

erforderlich, mit nachfolgender Optimierung beider Ansätze nach dem Kriterium des maximalen Nutzens. Es kommt hinzu, dass für eine Reihe von Ressortaufgaben die konventionell angewandte Beobachtungsmethodik bereits z.T. auf der indirekten oder direkten Nutzung von SFE-Daten beruht (z.B. Klima- und Ozondaten, CORINE-LC).

Eine monetäre Bewertung des Nutzens von Umweltinformation würde die Bepreisung von Umweltgütern und die Quantifizierung des Anteils der jeweils erzielten Information an ihrer Bewahrung voraussetzen. Abgesehen von der wissenschaftlichen Problematik einer Monetarisierung von Umweltressourcen würde dieser Ansatz den Rahmen der vorliegenden Studie sprengen.

Eine vorläufige, unverbindliche Abschätzung der Kosten von SFE-Datenprodukten ist dagegen möglich, während bei der Angabe von Kosten für die jeweils angewandten konventionellen Verfahren wiederum das Problem der mangelnden Vergleichbarkeit (s.o.) zu berücksichtigen ist. Streng genommen müsste für einen direkten Kostenvergleich von SFE- und konventionellen Datenprodukten die Schnittmenge ihres Informationsgehalts bestimmt werden.

Ein Diskontierungsproblem ist gegeben, wenn Kosten und Nutzen nicht zeitgleich entstehen. In diesem Zusammenhang wären Investitionskosten für Hard- und Software zur Nutzung von SFE-Daten zu kalkulieren. Das Problem erscheint vernachlässigbar, da nutzerseitig teilweise eine Ausstattung zur Verarbeitung digitaler räumlicher Datensätze vorhanden ist, in jedem Fall aber kein Interesse besteht, eine aufwändige Verarbeitung

von SFE-Daten zu aufgabenspezifischen Informationsprodukten mit eigener Kapazität vorzunehmen. Letzteres wird vielmehr als Bestandteil der Dienstleistung externer Anbieter erwartet.

Unter den Aspekten Risiko und Unsicherheit ist insbesondere die Abhängigkeit des SFE-Nutzers von der Kontinuität der Datenverfügbarkeit zu berücksichtigen. Die von nationalen wie multinationalen öffentlichen Institutionen durchgeführten Satellitenprogramme dienen derzeit mit Ausnahme der Wettersatelliten und der militärischen Satelliten in erster Linie Zwecken der wissenschaftlichen Forschung und der Technologieerprobung. Die gelieferten Daten sind für die Dauer der jeweiligen Mission (und gegebenenfalls in oft verbesserter Qualität für die Dauer eventueller Nachfolgemissionen) verfügbar. Marktwirtschaftlich betrachtet handelt es sich um einen klassischen Anbietermarkt, bei dem die technischen Möglichkeiten eher für das Angebot ausschlaggebend sind als der Bedarf potenzieller operativer Nutzer (s. dazu Waldschmidt 1995). In den letzten Jahren hat sich dieser Markt zunehmend für private Unternehmen geöffnet und sich vermehrt auf operative Anforderungen ausgerichtet. Diese Tendenz wird gegenwärtig durch die europäische GMES-Initiative deutlich forciert.

Mit der Privatisierung des SFE-Datenmarktes geht das Risiko von Preissteigerungen einher, da nicht-ökonomische Finanzierungsformen entfallen. Auf der anderen Seite ist im Bereich der kommerziellen Satelliten mit einem (eventuell drastischen) Preisrückgang als Folge der zunehmenden Konkurrenz bzw. der Aufweichung von Monopol-/Oligopolstrukturen zu rechnen.

#### **4.2.1 Wirtschaftlichkeitsbetrachtung**

Angesichts der vorstehend geschilderten Problematik wurde für die Effizienzanalyse der vorgeschlagenen Produktszenarien ein modifiziertes Verfahren der Wirtschaftlichkeitsbetrachtung gewählt, das an das Verfahren der Koordinierungs- und Beratungsstelle der Bundesregierung für Informationstechnologie in der Bundesverwaltung im Bundesministerium des Inneren (KBSt) angelehnt ist. Damit folgt die Studie den „Empfehlungen zur Durchführung von Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen in der Bundesverwaltung der KBSt“ (Version 3.0, Band 52).

Das Verfahren umfasst drei Module

- Kosten/Nutzenrechnung,
- Qualität (Bewertung interner und externer Auswirkungen der Nutzung des vorgeschlagenen Produkts) und
- Dringlichkeit (unter rechtlichen und fachlichen Aspekten).

Im Hinblick auf das Problem der Monetarisierung des Produktnutzens (Quantifizierung der Auswirkungen auf Umweltgüter, s.w.o.) wurde das Modul „Kosten / Nutzenrechnung“ auf die Angabe der Gestehungskosten für den Nutzer reduziert. Zur Bewertung des Nutzens wurden die Ergebnisse der Module „Qualität“ und „Dringlichkeit“ herangezogen. Im Ergebnis entsteht für jedes Produktszenario das Tripel (Produktkosten in Euro, Produktqualität, Dringlichkeit).

Maßgeblich für die Qualitätsbewertung war die Einschätzung des Produktnutzens im Vergleich zur konventionellen bzw. aktuell angewandten Beobachtungsmethodik und ihrer Datengrundlage. Die dafür heranzuziehenden Beurteilungskriterien berücksichtigen sowohl interne Auswirkungen auf die Arbeit in den Fachressorts als auch externe Auswirkungen auf die Zusammenarbeit mit anderen Behörden in Bund, Ländern und Europa und auf die Öffentlichkeit. Diese Kriterien wurden folgendermaßen definiert (s. auch Tab. 14):

- Interne Auswirkungen:
  - Qualitative Verbesserung bei der Aufgabenerfüllung, Leistungssteigerung,
  - Beschleunigung und Erleichterung der Arbeitsabläufe,
  - Erweiterung der Qualifikation der Mitarbeiter für zukünftige Aufgaben,
  - Pilotcharakter für andere Ressortaufgaben,
- Externe Auswirkungen:
  - Einheitliches Verwaltungshandeln von Bund und Ländern,
  - Einheitliches Verwaltungshandeln im europäischen Rahmen,
  - Absicherung von Verwaltungs- und politischen Entscheidungen,
  - Akzeptanz von umweltpolitischen Entscheidungen in der Öffentlichkeit.

Im Modul „Dringlichkeit“ wurde die Ablöse- bzw. Verbesserungsdringlichkeit des konventionell angewandten Beobachtungsverfahrens in Bezug auf das jeweilige SFE-Produkt bewertet. Kriterien dafür waren

- der Erfüllungsgrad gesetzlicher Vorschriften und
- ggf. sachliche Defizite des konventionellen Verfahrens bzw. der aktuellen Datengrundlage.

In beiden Modulen erfolgte eine unabhängige Bewertung der vorgeschlagenen SFE-Produkte bzw. -Dienstleistungen durch Fachbetreuer in den Bundesumweltbehörden nach einem normierten Punkteschema mit gewichteten Kriterien (s. Tab. 14 - 15). Anhand des vorgegebenen Bewertungsschlüssels und der Gewichtungsfaktoren war für jedes SFE-Produkt jeweils eine Punktschuld von maximal 100 erreichbar.

#### **4.2.2 Ergebnisse der Effizienzanalyse**

Für alle 9 Produktszenarien sind die Bewertungsergebnisse in den Tabellen 16, 17, 18, 19, 20 und 21 zusammengefasst. Die Ergebnisse beruhen auf der aufgabenspezifischen Einschätzung durch einzelne Fachabteilungen bzw. Fachbetreuer, z.T. wurden Mehrfachbewertungen eines Produktszenarios abgegeben.

Mit Ausnahme des Szenarios „Aktuelle landwirtschaftliche Anbausituation“, das spezifisch auf den Lageermittlungsbedarf des BfS in Katastrophenfällen ausgerichtet ist, wurden alle Produkte und Dienste unter Gesichtspunkten der Ressortaufgabe

- Umweltbeobachtung (UBA)

bewertet (Tab. 17 und 19). Zusätzliche Bewertungen einzelner Produkte/Dienste wurden im Rahmen der Aufgaben

- Umweltprobenbank des Bundes (UBA),
- Bodenschutz (UBA),
- Luftreinhaltung: Wirkungen auf sensitive Ökosysteme (UBA),
- Wassermanagement: Umsetzung der EU-Wasserrahmenrichtlinie (UBA),
- Überwachung der UV-Einstrahlung“ (BfS) und
- Naturschutz und Biologische Vielfalt (BfN)

abgegeben. Die Mehrfachbewertungen erfolgten für die Basisprodukte

- Verbessertes Landbedeckungsinformationssystem CORINE LC (CLC level 4; n=6) und
- Flächendeckendes Digitales Geländemodell (n=3)

sowie die Monitoring-Dienstleistungen

- Siedlungsentwicklung und Flächenversiegelung (n=4),
- Gewässerbelastung (n=3),
- Waldmonitoring (n=2) und
- Flächendeckendes Monitoring der UV-Einstrahlung“ (n=2).

Unabhängig von den quantitativen Einzelergebnissen spricht diese Verteilung grundsätzlich für den Bedarf an

- bundesweit einheitlichen und verbesserten SFE-Basisprodukten zu Landbedeckung und Relief und
- spezifischen SFE-gestützten Monitoring-Diensten,

insbesondere für Aufgaben der bundesweiten, medien- und schutzgutübergreifenden Umweltbeobachtung.

### **Qualität**

Unter Qualitätsaspekten (Tab. 16) wurde die Bedeutung der SFE-Produkte/Dienste für

- qualitative Verbesserungen bei der Aufgabenerfüllung und
- einheitliches Verwaltungshandeln in Bund, Ländern und im europäischen Rahmen

im Durchschnitt am höchsten bewertet (ohne Gewichtung dieser Kriterien), am geringsten im Hinblick auf den Pilotcharakter für andere Ressortaufgaben. Die gewichteten Bewertungssummen belegen eine insgesamt sehr hohe Qualitätsbewertung aller Szenarien mit einem Durchschnitt von 80,5 von maximal 100 erreichbaren Punkten.

Maximale Qualitätsbewertungen (> 90%) aus Sicht jeweils unterschiedlicher Aufgaben erzielten die Basisprodukte

- Verbessertes Landbedeckungsinformationssystem CORINE LC und
- Flächendeckendes Digitales Geländemodell

und die Monitoring-Dienstleistungen

- Siedlungsentwicklung und Flächenversiegelung,
- Veränderungserfassung für die Biotopüberwachung,
- Waldmonitoring und
- Gewässerbelastung.

Die im Durchschnitt aller Szenarien höchsten Bewertungssummen (> 80%; s. Tab. 17) wurden im Bereich der Aufgaben

- Umweltprobenbank des Bundes (UBA),
- Bodenschutz (UBA),
- Wassermanagement: Umsetzung der EU-Wasserrahmenrichtlinie (UBA),
- Umweltbeobachtung (UBA) und
- Luftreinhaltung: Wirkungen auf sensitive Ökosysteme (UBA)

erreicht.

### ***Dringlichkeit***

Die Dringlichkeit der Verbesserung der aktuellen Beobachtungsmethodik durch das jeweils vorgeschlagene SFE-Produkt wurde im Vergleich zu den aufgabenbezogenen Qualitätsaspekten im Durchschnitt mit 47,4 von 100 möglichen Punkten um rund 40% niedriger bewertet (Tab. 18).

Im Rahmen dieses Durchschnittswerts wurden die Produktmerkmale

- räumliche Auflösung,
- Aktualität und
- Wiederholrate

mit jeweils >50 % der maximalen Punktzahl am höchsten eingestuft. Aus aufgabenspezifischer Sicht ergaben sich die durchschnittlich höchsten Dringlichkeitsbewertungen (>50 %; s. Tab. 19) in den Bereichen

- Umweltradioaktivität (Notfallschutz und Lagermittlung, BfS),
- Wassermanagement: Umsetzung der EU-Wasserrahmenrichtlinie (UBA) und
- Umweltbeobachtung (UBA).

Maximale Dringlichkeitseinstufungen (>60 %) erzielten die Monitoring-Dienste

- Veränderungserfassung für die Biotopüberwachung und
- Siedlungsentwicklung und Flächenversiegelung,

und zwar aus Sicht der Umweltbeobachtungsaufgaben des UBA.

### ***Kosten und Ranking***

Die Ergebnisse der Qualitäts- und Dringlichkeitsbewertung sind in Tab. 20 summarisch den Kosten gegenübergestellt. Bei den Kostenangaben handelt es sich um überschlags-

mäßige Größenordnungen, die auf den vorläufigen Abschätzungen in Tab. 5 bis 13 beruhen. Nutzerseitig ggf. anfallende Implementierungskosten wurden aus Gründen der Vergleichbarkeit nicht berücksichtigt. Bei den Monitoring-Dienstleistungen mit relativ hoher zeitlicher Auflösung bzw. Aktualität wurden statt der Bereitstellungskosten für das jeweilige Datenprodukt die Betriebskosten/Jahr zugrundegelegt.

In Tab. 21 sind diese Ergebnisse in Rangfolgen der Produkte/Dienste umgesetzt worden. Die resultierende Darstellung bringt, wie jedes Rankingverfahren, gewisse Interpretationsrisiken mit sich.

Die kostenbezogene Rangfolge ist gut nachvollziehbar, sie ist im wesentlichen geprägt durch den erforderlichen Datenverarbeitungsaufwand. Für ein thematisch hoch differenziertes, flächendeckendes Landbedeckungsinformationssystem (CORINE LC level 4) liegt dieser Aufwand deutlich höher als für Monitoringdienste, die auf die Erfassung spezifischer Klassen ausgerichtet sind. Wird ein operationell verfügbares einfaches Standardprodukt genutzt ( wie der Vegetationsindex im Fall des Szenarios „Aktuelle landwirtschaftliche Anbausituation“), liegen die Kosten entsprechend noch niedriger.

Demgegenüber ist zu den qualitäts- und dringlichkeitsbezogenen Rangfolgen einschränkend anzumerken:

- Das Ranking ist für mehrfach bewertete Produkte/Dienste mittelwertsbasiert, der eigentlich positiv zu wertende Sachverhalt der Mehrfach-Nutzbarkeit geht nur über die Mittelwertbildung in das Ranking ein.
- Das Ranking sagt nichts aus über die Signifikanz der teilweise geringen Bewertungsintervalle (vgl. Tab. 20).

Zur Interpretation sind daher die oben detaillierter geschilderten Zusammenhänge zwischen Ressortaufgaben, Bewertungskriterien und Bewertungsergebnissen mit heranzuziehen.



**Tabelle 14: Qualitätsbewertung von Produktszenarien (Schema)**

Kriterien	Punkte	Faktor
<b>Interne Auswirkungen</b>		
1.) Qualitative Verbesserung bei der Aufgabenerfüllung		1,7
2.) Beschleunigung und Erleichterung der Arbeitsabläufe		1,1
3.) Erweiterung der Qualifikation für zukünftige Aufgaben		0,5
4.) Pilotcharakter für andere Ressortaufgaben		0,5
<b>Externe Auswirkungen</b>		
5.) Einheitliches Verwaltungshandeln von Bund und Ländern		1,7
6.) Einheitliches Verwaltungshandeln im europäischen Rahmen		1,7
7.) Absicherung von Verwaltungs- u. politischen Entscheidungen		1,1
8.) Akzeptanz von umweltpol. Entscheidungen in der Öffentlichkeit		1,7
Summe		
<b>Erläuterung der Kriterien</b>		
1) z.B. höhere Qualität der räumlichen Informationsgrundlage (Homogenität, Aktualität, Flächendeckung etc.) 2) z.B. reduzierter Aufwand bei der Integration von Daten aus unterschiedlichen Quellen 3) z.B. im Hinblick auf absehbare erweiterte Berichtspflichten 4) multiples Nutzungspotenzial des SFE-Produkts, Übertragbarkeit auf andere Aufgaben 5) z.B. durch höhere Homogenität der räumlichen Datengrundlage 6) z.B. durch Einbindung des SFE-Produkts in europäische Programme und Erfüllung europäischer Normen 7) z.B. Erleichterung von Beweislasten, Verbesserung der Argumentationsgrundlagen 8) z.B. durch Visualisierung von Umweltzuständen und -prozessen		
<b>Bewertungsschlüssel</b>		
<b>Kriterien 1 – 3; 5 - 8:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 0 Punkte: keine Verbesserung</li> <li>- 2,5 Punkte: geringe Verbesserung</li> <li>- 5 Punkte: bemerkbare Verbesserung</li> <li>- 7,5 Punkte: deutliche Verbesserung</li> <li>- 10 Punkte: erhebliche Verbesserung</li> </ul> <b>Kriterium 4 (Pilotcharakter):</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 0 Punkte: nicht von Bedeutung</li> <li>- 2,5 Punkte: bereits praktizierte Standardlösung</li> <li>- 5 Punkte: Standardlösung mit einigen neuen Elementen</li> <li>- 7,5 Punkte: weitgehend neue Methode</li> <li>- 10 Punkte: völlig neue Methode</li> </ul>		

**Tabelle 15: Dringlichkeitsbewertung von Produktszenarien (Schema)**

<b>Produkteigenschaften</b>	<b>Punkte</b>	<b>Faktor</b>
<b>Flächendeckung</b>		1
<b>Auflösung</b>		1
<b>Aktualität</b>		1
<b>Wiederholrate</b>		1
<b>Verfügbarkeit</b>		1
<b>Summe</b>		
<b>Bewertungsschlüssel</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>- 0 Punkte: das konventionelle/aktuelle Verfahren deckt alle Anforderungen ab</li> <li>- 4 Punkte: das konventionelle/aktuelle Verfahren hat geringfügige Nachteile</li> <li>- 8 Punkte: das konventionelle/aktuelle Verfahren hat noch akzeptable Nachteile</li> <li>- 12 Punkte: das konventionelle/aktuelle Verfahren hat deutliche Mängel</li> <li>- 16 Punkte: die Erfüllung gesetzlicher Vorgaben ist ohne Nutzung des Produkts erschwert</li> <li>- 20 Punkte: die Erfüllung gesetzlicher Vorgaben ist ohne Nutzung des Produkts nicht gewährleistet</li> </ul>		

**Tabelle 16: Qualitätsbewertung nach Kriterien**

Produkt bzw. Dienstleistung	Aufgabe/ Behörde	Kriterien*								à abs **	à %***
		1.)	2.)	3.)	4.)	5.)	6.)	7.)	8.)		
<b>Verbessertes CORINE LC</b>	Umweltprobenbank/UBA	10	7,5	10	7,5	10	10	10	10	75	<b>96</b>
	Bodenschutz/UBA	10	6,5	10	8,5	10	10	10	8,5	73,5	<b>92,8</b>
	Umweltbeobachtung/UBA	10	7,5	10	7,5	10	10	10	7,5	72,5	<b>91,7</b>
	Umsetzung WRRL/UBA	10	10	5	10	10	10	5	7,5	67,5	<b>87,75</b>
	Luftreinhaltung: Wirkungen/UBA	10	7,5	5	5	10	10	7,5	5	60	<b>81</b>
	Naturschutz u. Biolog. Vielf./BfN	7,5	5	2,5	0	2,5	2,5	0	0	20	<b>28</b>
<b>Digitales Geländemodell</b>	Bodenschutz/UBA	10	5	10	7,5	10	10	10	10	72,5	<b>93,2</b>
	Umweltbeobachtung/UBA	10	5	10	7,5	10	10	10	10	72,5	<b>93,2</b>
	Umweltprobenbank/UBA	5	7,5	7,5	7,5	10	10	7,5	10	65	<b>83,5</b>
<b>Monitoring der UV-Einstrahlung</b>	Umweltbeobachtung/UBA	7,5	5	10	7,5	5	5	7,5	7,5	55	<b>65</b>
	Überwachung UV- Einstr. /BfS	7,5	0	5	0	0	0	0	7,5	20	<b>28</b>
<b>Eutroph.-Monitoring Nord- und Ostsee</b>	Umweltbeobachtung/UBA	10	7,5	10	7,5	7,5	7,5	10	7,5	67,5	<b>83,2</b>
<b>Gewässerbelastung</b>	Umweltbeobachtung/UBA	10	7,5	10	5	10	10	10	7,5	70	<b>90,5</b>
	Umsetzung WRRL/UBA	10	10	5	10	10	10	5	7,5	67,5	<b>87,75</b>
	Luftreinhaltung: Wirkungen/UBA	7,5	10	10	5	10	10	7,5	5	65	<b>82</b>
<b>Siedlungsentwicklung/ Flächenversiegelung</b>	Umweltprobenbank/UBA	10	10	10	7,5	10	10	10	10	77,5	<b>98,7</b>
	Umsetzung WRRL/UBA	10	10	5	10	10	10	5	7,5	67,5	<b>87,75</b>
	Bodenschutz/UBA	7,5	5	10	7,5	10	10	10	5	65	<b>80,5</b>
	Umweltbeobachtung/UBA	7,5	5	10	7,5	10	10	10	5	65	<b>80,5</b>
<b>Aktuelle landwirtsch. Anbausituation</b>	Umwelt-radioaktivität/BfS	10	0	5	0	5	0	5	7,5	32,5	<b>46,2</b>
<b>Waldmonitoring</b>	Umweltbeobachtung/UBA	10	10	10	2,5	10	10	10	10	72,5	<b>96,2</b>
	Luftreinhaltung: Wirkungen/UBA	10	7,5	5	5	10	10	7,5	5	60	<b>81</b>
<b>Veränderungserf. f. d. Biotopüberwachung</b>	Umweltbeobachtung/UBA	10	10	10	5	10	10	10	10	75	<b>97,5</b>
<b>X</b>		<b>9,1</b>	<b>6,9</b>	<b>8</b>	<b>6,1</b>	<b>8,7</b>	<b>8,5</b>	<b>7,7</b>	<b>7,4</b>	<b>62,5</b>	<b>80,5</b>

\*Kriterien: 1.) Qualitative Verbesserung bei der Aufgabenerfüllung; 2.) Beschleunigung und Erleichterung der Arbeitsabläufe; 3.) Erweiterung der Qualifikation für zukünftige Aufgaben; 4.) Pilotcharakter für andere Ressortaufgaben; 5.) Einheitliches Verwaltungshandeln von Bund und Ländern; 6.) Einheitliches Verwaltungshandeln im europäischen Rahmen; 7.) Absicherung von Verwaltungs- u. politischen Entscheidungen; 8.) Akzeptanz von umweltpolitischen Entscheidungen in der Öffentlichkeit

\*\*Zeilensumme absolut \*\*\*Zeilensumme relativ und gewichtet (Gewichtungsfaktoren s. Tab. 14)

**Tabelle 17: Qualitätsbewertung nach Ressortaufgaben**

Produkt bzw. Dienstleistung	Aufgabe/ Behörde*							
	Umwelt- beobachtung/UBA	Umweltproben- bank/UBA	Bodenschutz/ UBA	Luftreinhalte- ng/Wirkungen/UBA	Umsetzung WRRRL/ UBA	Überwachung UV- Einstr. /Bfs	Umwelt- radioaktivität/Bfs	Naturschutz u. Bi- olog. Vielf./BfN
<b>Verbessertes CORINE LC</b>	91,7	96	92,8	81	87,75	n.b.	n.b.	28
<b>Digitales Geländemo- dell</b>	93,2	83,5	93,2	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.
<b>Monitoring der UV- Einstrahlung</b>	65	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	28	n.b.	n.b.
<b>Eutroph.-Monitoring Nord- und Ostsee</b>	83,2	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.
<b>Gewässerbelastung</b>	90,5	n.b.	n.b.	82	87,75	n.b.	n.b.	n.b.
<b>Siedlungsentwicklung/ Flächenversiegelung</b>	80,5	98,7	80,5	n.b.	87,75	n.b.	n.b.	n.b.
<b>Aktuelle landwirtsch. Anbausituation</b>	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	46,2	n.b.
<b>Waldmonitoring</b>	96,2	n.b.	n.b.	81	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.
<b>Veränderungserf. f. d. Biotopüberwachung</b>	97,5	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.
<b>n</b>	<b>8</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>
<b>X</b>	<b>87,2</b>	<b>92,7</b>	<b>88,8</b>	<b>81,3</b>	<b>87,75</b>	<b>28</b>	<b>46,2</b>	<b>28</b>

\* gewichtete Summen, s. Tab. 16  
n.b.: nicht bewertet

**Tabelle 18: Dringlichkeitsbewertung nach Kriterien**

Produkt bzw. Dienstleistung	Aufgabe/ Behörde	Kriterien *					à abs/% **
		1.)	2.)	3.)	4.)	5.)	
<b>Verbessertes CORINE LC</b>	Umsetzung WRRL/UBA	0	16	16	16	8	<b>56</b>
	Umweltprobenbank/UBA	4	12	12	12	4	<b>44</b>
	Bodenschutz/UBA	4	12	12	12	4	<b>44</b>
	Umweltbeobachtung/UBA	4	12	12	12	4	<b>44</b>
	Luftreinhaltung: Wirkungen/UBA	0	16	4	12	8	<b>40</b>
	Naturschutz u. Biolog. Vielf./BfN	0	8	8	8	0	<b>24</b>
<b>Digitales Geländemodell</b>	Umweltbeobachtung/UBA	8	12	12	12	12	<b>56</b>
	Umweltprobenbank/UBA	12	12	4	4	12	<b>44</b>
	Bodenschutz/UBA	4	8	8	8	4	<b>32</b>
<b>Monitoring der UV-Einstrahlung</b>	Umweltbeobachtung/UBA	4	8	12	4	12	<b>40</b>
	Überwachung UV-Einstr. /BfS	8	8	0	0	0	<b>16</b>
<b>Eutroph.-Monitoring Nord- und Ostsee</b>	Umweltbeobachtung/UBA	12	12	12	12	8	<b>56</b>
<b>Gewässerbelastung</b>	Umweltbeobachtung/UBA	8	12	16	12	8	<b>56</b>
	Umsetzung WRRL/UBA	0	16	16	16	8	<b>56</b>
	Luftreinhaltung: Wirkungen/UBA	0	2	16	12	12	<b>42</b>
<b>Siedlungsentwicklung/ Flächenversiegelung</b>	Umweltbeobachtung/UBA	12	8	16	16	12	<b>64</b>
	Umweltprobenbank/UBA	12	12	12	12	12	<b>60</b>
	Umsetzung WRRL/UBA	0	16	16	16	8	<b>56</b>
	Bodenschutz/UBA	8	12	12	8	12	<b>52</b>
<b>Aktuelle landwirtsch. Anbausituation</b>	Umwelt-radioaktivität/BfS	12	12	12	12	12	<b>60</b>
<b>Waldmonitoring</b>	Luftreinhaltung: Wirkungen/UBA	0	16	4	12	8	<b>40</b>
	Umweltbeobachtung/UBA	8	8	8	4	4	<b>32</b>
<b>Veränderungserf. f. d. Biotopüberwachung</b>	Umweltbeobachtung/UBA	16	12	16	16	16	<b>76</b>
<b>Σ</b>		<b>5,9</b>	<b>11,4</b>	<b>11,1</b>	<b>10,8</b>	<b>8,2</b>	<b>47,4</b>

\* 1.) Flächendeckung; 2.) Auflösung; 3.) Aktualität; 4.) Wiederholrate; 5.) Verfügbarkeit

\*\*Zeilensumme absolut und gewichtet (f=1, s.Tab.15)

**Tabelle 19: Dringlichkeitsbewertung nach Ressortaufgaben**

Produkt bzw. Dienstleistung	Aufgabe/ Behörde*							
	Umweltbeobachtung/UBA	Umweltprobenbank/UBA	Bodenschutz/UBA	Luftreinhalte: Wirkungen/UBA	Umsetzung WRR/L/UBA	Überwachung UV-Einstr./Bfs	Umwelt-radioaktivität/Bfs	Naturschutz u. Biolog. Vielf./BfN
<b>Verbessertes CORINE LC</b>	44	44	44	40	56	n.b.	n.b.	24
<b>Digitales Geländemodell</b>	56	44	32	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.
<b>Monitoring der UV-Einstrahlung</b>	40	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	16	n.b.	n.b.
<b>Eutroph.-Monitoring Nord- und Ostsee</b>	56	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.
<b>Gewässerbelastung</b>	56	n.b.	n.b.	42	56	n.b.	n.b.	n.b.
<b>Siedlungsentwicklung/ Flächenversiegelung</b>	64	60	52	n.b.	56	n.b.	n.b.	n.b.
<b>Aktuelle landwirtsch. Anbausituation</b>	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	60	n.b.
<b>Waldmonitoring</b>	32	n.b.	n.b.	40	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.
<b>Veränderungserf. f. d. Biotopüberwachung</b>	76	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.
<b>n</b>	<b>8</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>
<b>X</b>	<b>53</b>	<b>49,3</b>	<b>42,7</b>	<b>40,7</b>	<b>56</b>	<b>16</b>	<b>60</b>	<b>24</b>

\* gewichtete Summen, s. Tab. 18  
n.b.: nicht bewertet

**Tabelle 20: Effizienzabschätzung (Kosten/Qualität/Dringlichkeit)**

Produkt bzw. Dienstleistung	Größenordnung Kosten (€/km <sup>2</sup> )	Qualität (%)***	Dringlichkeit (%)***
Verbessertes CORINE LC	12*	79 (28 - 96)	42 (24 - 56)
Digitales Geländemodell	0,1*	90 (83,5 - 93,2)	44 (32 - 56)
Monitoring der UV-Einstrahlung	0,1**	46 (28 - 65)	28 (16 - 40)
Eutroph.-Monitoring Nord- und Ostsee	0,3**	83	56
Gewässerbelastung	0,7*	87 (82 - 90,5)	51 (42 - 56)
Siedlungsentwicklung/ Flächenversiegelung	0,5*	87 (80,5 - 98,7)	58 (52 - 64)
Aktuelle landwirtsch. Anbausituation	0,06**	46	60
Waldmonitoring	1*	89 (81 - 96,2)	36 (32 - 40)
Veränderungserf. f. d. Biotopüberwachung	0,3*	97	76

\*Bereitstellungskosten Datenprodukt \*\*Betriebskosten/Jahr

\*\*\* gerundete Bewertungssummen, bei Mehrfachbewertungen Angabe von Mittelwert und Minimal-/Maximalwert

**Tabelle 21: Effizienzabschätzung (Rangfolge)**

Produkt bzw. Dienstleistung	Rangfolge Kosten*	Rangfolge Qualität**	Rangfolge Dringlichkeit**
Verbessertes CORINE LC	9	7	7
Digitales Geländemodell	2	2	6
Monitoring der UV-Einstrahlung	3	8	9
Eutroph.-Monitoring Nord- und Ostsee	4	6	4
Gewässerbelastung	7	5	5
Siedlungsentwicklung/ Flächenversiegelung	6	4	3
Aktuelle landwirtsch. Anbausituation	1	9	2
Waldmonitoring	8	3	8
Veränderungserf. f. d. Biotopüberwachung	4	1	1

\* Rangfolge nach Kosten: günstigstes Produkt hat höchste Wertigkeit

\*\* Rangfolge nach Bewertungssummen (s. Tab. 20; 1= hoch); bei gleicher Wertigkeit mehrerer Produkte nach Anzahl der abgegebenen Bewertungen

## 5 Bewertung und Empfehlungen

Grundlage für die Formulierung der nachstehenden Umsetzungsempfehlungen sind die Ergebnisse der Effizienzanalyse (Kap. 4) im Zusammenhang mit Bewertungen von

- strukturellen Aspekten (Bund-Länder-Zuständigkeiten),
- finanziellen Aspekten (Datenkosten),
- programmatischen Randbedingungen im internationalen und europäischen Umfeld sowie
- Konsequenzen für Priorisierungen in der FuE-Förderung, in den Satelliten-Missionsprogrammen und in der Boden-Infrastruktur.

Abschließend werden spezifische Empfehlungen zur Operationalisierung der einzelnen Produktszenarien und zur Fortschreibung der Anforderungsanalyse gegeben.

### 5.1 Strukturelle Aspekte

Grundsätzlich ist die Bedarfssituation des Bundesumweltressorts durch ein strukturelles Dilemma gekennzeichnet:

- Für den Bund besteht im Rahmen von Verpflichtungen der nationalen Repräsentanz und Berichterstattung im Außenverhältnis sowie der Gestaltung der nationalen Umweltpolitik im Innenverhältnis ein zunehmender Bedarf an räumlich repräsentativen, homogenen Umweltinformationen von hinreichender Auflösung, Aktualität und thematischer Spezifität.
- Die Erhebung und Bereitstellung der erforderlichen Umweltdaten wird z.T. durch Bundesbehörden außerhalb des Umweltressorts, ganz überwiegend aber durch die Länder wahrgenommen, wobei Aufgaben der Landesumweltpolitik, regionale Schwerpunkte der Umweltbelastung und finanzielle Restriktionen sich auf die bundesweite Repräsentanz und Aktualität der Daten auswirken.
- Diese Situation ist vor dem Hintergrund zunehmender EU-Ansprüche an europaweite Standardisierung von Umweltinformation zu sehen, einerseits durch spezifische Vorgaben zur Umweltberichterstattung (z.B. WRRL, FFH), andererseits durch Programme zur Implementierung europäischer Standards für umweltrelevante Datenprodukte und Informationssysteme (z.B. INSPIRE).

Die Erfüllung vieler Umweltaufgaben wird durch diese im föderativen System verankerte Verteilung von Zuständigkeiten für Bund und Länder gleichermaßen erschwert. Dies gilt auch für die effiziente Nutzung von SFE-Daten. Andererseits haben zahlreiche Pilot- und Demonstrationsprojekte die Anwendungsreife der SFE-Technologie für operative Aufgaben in vielen Bereichen der Umweltverwaltung und räumlichen Planung belegt (vgl. Greve et al. 2002). Dies gilt sowohl für die nationale als auch für die regionale und lokale Ebene. Die vorliegende Studie hat gezeigt, dass für die Mehrzahl der Anforderungen aus dem Bundesumweltressort entsprechende SFE-Produkte kurzfristig realisierbar bzw. bereits verfügbar sind. Das Potenzial der SFE für Umweltaufgaben wird von den Ländern insbesondere unter Aspekten der Komplementierung und Rationalisierung konventioneller und flugzeuggestützter Beobachtungsmethoden in steigendem Maße erkannt. Einzelne Bundesländer treiben bereits die operative Nutzung von SFE-Daten für Aufgaben



der Landesumweltverwaltung voran (s.z.B. Lange 2002). Die im Rahmen der GMES Initiative definierten Service Elements werden z.T. bereits unter Beteiligung von Nutzern auf Länderebene entwickelt. Es gilt, die damit gegebenen Synergiepotenziale für die Bereitstellung abgestimmter SFE-Produkte im gemeinsamen Interesse von Bund und Ländern zu realisieren und Insellösungen zu vermeiden.

### **Empfehlung:**

Es sollten verstärkte Anstrengungen unternommen werden, um die Bereitstellung von SFE-Datenprodukten und – Diensten für die Umweltaufgaben von Bund und Ländern zu harmonisieren. Die in dieser Studie vorgeschlagenen SFE-Produkte können in diesem Prozess als Referenzszenarien dienen. Die hier vorgenommene Gliederung in Basisprodukte und zusätzliche Dienstleistungen ist dabei unter Berücksichtigung spezifischer Anforderungen der Länder ggf. weiter zu differenzieren. Die Ergebnisse der Effizienzanalyse lassen insbesondere die Bedeutung eines Basisdatensatzes zur Erstellung und regelmäßigen Aktualisierung des CORINE-LC level 4 Produkts erkennen.

Der erforderliche Harmonisierungsprozess ist strategisch in die Aktivitäten des Interministeriellen Ausschusses für Geoinformationswesen (IMAGI) zur Entwicklung einer nationalen Geodateninfrastruktur einzubinden. Die gegebene Plattform für die Abstimmung mit den Ländern ist der Bund-Länder-Arbeitskreis Umweltinformationssysteme (BLAK-UIS), der die zentrale Koordination für die Analyse, Bewertung und Definition der Nutzeranforderungen wahrnehmen sollte. Konkret sollten die Ergebnisse der vorliegenden Studie im BLAK-UIS kommuniziert, die Schnittmengen mit den Anforderungen der Länder ermittelt und ein Konzept für eine Grundversorgung mit SFE-Daten für die gemeinsame Nutzung durch Bund und Länder entwickelt und umgesetzt werden. Das Konzept sollte Spezifikationen zu Art und Umfang der Datensätze, Datenformat, Kompatibilität, Metainformation, Beschaffung und Zugriffsregelung (u.a. im Zusammenhang mit der Datenveredlung durch die künftigen GMES *Service Centres*) beinhalten. Im Hinblick auf fachspezifische Anforderungen sind insbesondere die Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA), die Länderarbeitsgemeinschaft Bodenschutz (LABO), die Länderarbeitsgemeinschaft Naturschutz, Landschaftspflege und Erholung (LANA) und der Länderausschuss Immissionsschutz (LAI) einzubeziehen.

## **5.2 Kosten**

In der Mehrzahl der untersuchten Ressortaufgaben ergeben sich aus den o.g. Gründen für das Umweltressort des Bundes nur marginale Datenkosten. Demgegenüber stehen konkrete Anforderungen an die Verbesserung bestimmter Datengrundlagen, um die Erfüllung rechtsverbindlicher Aufgaben gewährleisten zu können. Die erforderlichen Verbesserungen sind naturgemäß ohne zusätzlichen finanziellen Aufwand nicht zu erreichen, unabhängig von der Beobachtungsmethodik. Die aus den Anforderungen abgeleiteten Produktszenarien haben im Vergleich zur konventionellen Methodik ganz überwiegend komplementären Charakter bzw. bezwecken eine Verbesserung bereits bestehender SFE-Anwendungen (CORINE-LC) im Interesse der Aufgabenerfüllung. Eine einfache Kosteneinsparung im Sinne einer 1:1 Ablösung einer konventionellen Methodik durch eine kostengünstigere SFE-Anwendung ist in der überwiegenden Zahl der Fälle nicht gegeben. Es wäre jedoch unrealistisch, die bestehenden Anforderungen ausschließlich mit konventioneller Methodik erfüllen zu wollen. Eine Finanzierung von SFE-

Datenprodukten für operative Anwendungen aus dem nationalen Raumfahrtprogramm ist wiederum durch das Raumfahrtaufgaben-Übertragungsgesetz nicht gedeckt.

Auf europäischer Ebene werden dagegen im Rahmen der GMES-Initiative in beträchtlichem Umfang Mittel für die Entwicklung und Bereitstellung operativer SFE-gestützter Dienstleistungen für öffentliche Umweltaufgaben aufgewendet, und zwar 83 Mio. Euro im GMES *Service Element* der ESA, 150 Mio. Euro im 6. Rahmenprogramm der EU.

Für den Zeitraum nach 2007 liegt derzeit nur eine vorläufige Finanzierungsstrategie der EU vor. Geplant ist, dass sich einige GMES Dienste selbst tragen. Die Finanzierungsmechanismen werden im Laufe des Jahres 2004 von der EU gemeinsam mit der Europäischen Investitionsbank geprüft, um Möglichkeiten für Investitionsanreize zu sondieren und eine umfassende Finanzierungsstrategie über 2006 hinaus vorzuschlagen. (CEC 2004).

Bei dieser Sachlage sind Ausgaben des Bundesumweltressorts für die Nutzung von SFE-Produkten begründet durch

- den erzielten Zusatznutzen bei der Aufgabenerfüllung
- die Maximierung des gesamtstaatlichen Nutzens durch
  - ressortübergreifende Mehrfachnutzung von SFE-Produkten auf Bundes- und Länderebene und
  - die Realisierung der durch das europäische GMES-Programm gebotenen Synergieeffekte.

Die Realisierung gesamtstaatlicher, synergistischer Nutzeffekte erfordert eine entsprechend verteilte Finanzierung. Eine Kostenteilung zwischen Bund und Ländern zur Finanzierung einer gemeinsamen SFE-gestützten Daten- und Informationsbasis würde kein Novum darstellen. Ein Modell dafür bietet u.a. die Verwaltungsvereinbarung zwischen Bund und Ländern über den gemeinsamen Betrieb und die gemeinsame Entwicklung und Pflege des Metainformationssystems Umwelt-Datenkatalog UDK und des Umweltinformationsnetzes Deutschland GEIN. Die Verwaltungsvereinbarung UDK/GEIN sieht allerdings keine Umlage der Kosten für Datenerhebung und -aufbereitung vor. Beispielfähig ist auch hinzuweisen auf das Konzept des Gemeinsamen Stoffdatenpools Bund/Länder (GSBL) im UBA und auf die ressortübergreifende Finanzierung der britischen Landbedeckungskartierung im Rahmen des *Countryside Survey* (Balzter 2002).

**Empfehlung:**

In Abstimmung mit anderen Bundesministerien und mit den Ländern sollten nachhaltige, anteilige Finanzierungsmechanismen für erforderliche SFE-Produkte und - Dienstleistungen entwickelt werden. Als erster Schritt ist die konkrete Analyse der ressortspezifischen Anforderungen nach dem Beispiel des BMU anzuregen. Zielvorstellung sollte die Einrichtung dedizierter Budgets in den Behörden zur gemeinsamen Finanzierung eines zentralen Datenpools im Sinne der unter 5.1 empfohlenen Grundversorgung sein. Auf besondere Lizenzbedingungen bei der Mehrfachnutzung kommerzieller Daten durch verschiedene Behörden ist zu achten.

### 5.3 Internationales und europäisches Umfeld

In anderen Ländern ist die Nutzung von SFE-Daten für staatliche Aufgaben z.T. deutlich fortgeschritten. Dies gilt naturgemäß in erster Linie für weiträumig strukturierte Flächenstaaten.

Einer Untersuchung des US Senats zufolge nutzen 16 von 20 befragten Bundesbehörden Fernerkundungsdaten zur Erfüllung ihrer gesetzlichen Aufgaben, davon 10 für Aufgaben des Natur- und Umweltschutzes (US Senat 2001). Die Untersuchung differenziert allerdings nicht zwischen satelliten- und flugzeuggestützter Fernerkundung. Die Nutzungsschwerpunkte des Umweltressorts (*Environmental Protection Agency*) werden mit Management natürlicher Ressourcen, Naturschutz, Katastrophenerfassung und Überwachung der Erfüllung gesetzlicher Auflagen angegeben. Die wirtschaftliche Wertschöpfung durch Nutzung von Fernerkundung für öffentliche Aufgaben in den USA wurde von einer *Task Force* des *Federal Geographic Data Committee* untersucht (FGDC 2002). Die Untersuchung macht ebenfalls die methodischen Probleme der Nutzenquantifizierung deutlich, quantitative Angaben für das Umweltressort werden nicht gemacht.

Den Nutzern in den USA steht eine umfassende geowissenschaftliche Datenbasis zur Verfügung, die vom *U.S. Geological Survey* (USGS) entwickelt, verwaltet und (zunehmend auch über das Internet) angeboten wird. Die Datenprodukte unterstützen ein breites Spektrum von Anwendungen u.a. in den Bereichen Umweltpolitik, Naturschutz, Ressourcenmanagement und Katastrophenvorsorge. Der USGS verfügt über 10.000 Mitarbeiter und ein Jahresbudget von über 1 Mrd. Dollar.

Im europäischen Ausland sind die Aktivitäten zur Satellitenfernerkundung der Umwelt im öffentlichen Bereich gegenwärtig insbesondere durch die Vorbereitung der operativen Phase von GMES geprägt (s.z.B. Wyatt et al. 2003). Die Europäische Umweltagentur (EEA) hat ihre Interessen bezüglich der weiteren Ausgestaltung von GMES in einem Positionspapier dargelegt (EEA 2003). Teilweise in Übereinstimmung mit den Ergebnissen der vorliegenden Studie erwartet die EEA die Bereitstellung von geographischen Basisprodukten (u.a. auch zum Geländere relief und zur Landbedeckung) sowie spezifischen Monitoringdiensten. Die EEA betont die Notwendigkeit eines ganzheitlichen Ansatzes zur Umweltbewertung auf der Grundlage integrierter räumlicher Daten. Als prioritär werden folgende Bereiche genannt:

- Biodiversität: Zustandsbewertung von Ökosystemen,
- Wasser: Zustandsbewertung von Gewässersystemen und Flusseinzugsgebieten und
- Land: Bewertung von Landnutzungskonflikten, allgemein und in spezifischen Bereichen wie Urbanisierung, Landwirtschaft und Küsten.

Spezifische Monitoringdienste werden gefordert für

- Siedlungsentwicklung und Bodenversiegelung,
- Landnutzung und deren Veränderungen innerhalb der NATURA 2000 – Gebiete und in ihrer Umgebung,
- Veränderungen in Feuchtgebieten,
- natürliche und technische Risiken in Küstengebieten sowie
- Bodendegradation.

Vor dem Hintergrund dieser Priorisierungen kommt der Bereitstellung verbesserter Landbedeckungsinformationen in Europa besondere Bedeutung zu. Dementsprechend ist die Entwicklung des Landbedeckungsinformationssystems CORINE LC level 4 in anderen Mitgliedsstaaten im Vergleich zu Deutschland bereits weiter fortgeschritten (z.B. in Belgien, Großbritannien, Polen und Ungarn; Mohaupt-Jahr 2004).

**Empfehlung:**

Zur operativen Bereitstellung der vom Umweltressort des Bundes benötigten SFE-Produkte sollten die derzeit im Rahmen von GMES entwickelten *Service Centres* möglichst weitgehend genutzt werden. Dazu sollten die Vorschläge der anderen Mitgliedsstaaten zur organisatorischen Ausgestaltung und zur Priorisierung von GMES Diensten im Hinblick auf eigene Prioritäten und unter Berücksichtigung der Vorschläge der EEA kritisch verfolgt und aktiv mitgestaltet werden, insbesondere im Hinblick auf die Anforderungen an Informationen zur Landbedeckung (s.a. Kap. 5.6). Die weitere Entwicklung der umweltpolitischen SFE-Nutzung im Ausland sollte insbesondere unter den Aspekten der Vergleichbarkeit mit den deutschen Verhältnissen und der EU-weiten Koordination beobachtet werden.

#### **5.4 Forschung und Entwicklung**

Die Anforderungsanalyse hat gezeigt, dass eine Reihe von sinnvoll anzuwendenden Lösungen zu ihrer Realisierung weiterer FuE-Anstrengungen bedarf, mit Schwerpunkt auf der Weiterentwicklung von spezifischen Interpretationsmethoden bzw. –software zur operationellen Anwendungsreife. Die Ergebnisse der Effizienzanalyse verweisen in diesem Zusammenhang u.a. auf die Bedeutung einer höheren Kosteneffizienz bei der Bereitstellung von CORINE LC level 4, die durch Anwendung (teil-)automatisierter Klassifizierungsverfahren erzielt werden kann. Forschungs- und Entwicklungsbedarf besteht ebenfalls für die Validierung des Szenarios „Aktuelle landwirtschaftliche Anbausituation“ zur Lageermittlung im Falle nuklearer Katastrophen.

**Empfehlung:**

Soweit dieser Bedarf nicht bereits durch laufende Projekte gedeckt ist, sollten FuE-Projekte zur Verbesserung der Interpretation multispektraler Satellitendaten für Anwendungen auf der Landoberfläche und zur Entwicklung entsprechender Software auch im nationalen Forschungsprogramm vorrangig gefördert werden. Das BMU sollte nach Maßgabe der Effizienzanalyse prioritäre FuE-Projekte, soweit sie nicht vollständig im Rahmen des UFOPLAN gefördert werden können, auch zum Gegenstand der Abstimmung des nationalen Forschungsprogramms mit dem BMBF machen.

#### **5.5 Satellitenprogramme**

Die Anforderungsanalyse hat des weiteren gezeigt, dass nur wenige der gegenwärtig verfügbaren Satellitenmissionen für die vorgeschlagenen Produktszenarien von Bedeutung sind. Dieser Sachverhalt ist durch die forschungs- und technologiepolitische Motivierung der meisten Satellitenprogramme begründet. Bei den in Frage kommenden Missionen ist aus den gleichen Gründen die mittel- bis langfristige Kontinuität der Datenlie-

ferung nicht gesichert. Ein besonders gravierendes Problem ist in diesem Zusammenhang durch die gegenwärtige Qualitätsminderung der Landsat-ETM Daten gegeben.

**Empfehlung:**

Ein zu Landsat-ETM in vollem Umfang äquivalentes System sollte mit höchster Priorität im ESA Earthwatch Programm realisiert werden. Der dem GMES-Programm zugrundegelegte Anspruch der europäischen Unabhängigkeit bietet dafür im Zusammenhang mit den vorliegenden Ergebnissen dieser Studie eine Argumentationsgrundlage. Des Weiteren ist die Kontinuität von ENVISAT/MERIS sicherzustellen.

### **5.6 Infrastruktur im Bodensegment**

Die untersuchten Anforderungen konzentrieren sich weitgehend auf Datenprodukte zur Beobachtung von Landbedeckung und Landnutzung. Dem europäischen Informationssystem CORINE-LC kommt dabei besondere Bedeutung zu. Darüber hinaus sind zusätzliche Monitoring-Dienste erforderlich. Es besteht überwiegend kein Interesse an einer selbständigen Verarbeitung von SFE-(Roh)daten in den Umweltbehörden des Bundes. Im Interesse der langfristigen Umweltbeobachtung auf der Grundlage von Zeitreihen und Indikatoren wird die unbegrenzte Archivierung von geeigneten SFE-Datenprodukten gefordert.

**Empfehlung:**

Im Rahmen der Organisation von GMES *Service Centres* sollte Deutschland auf der Grundlage bereits implementierter Projekte den Schwerpunkt seines nationalen Beitrags im Bereich der Beobachtung der Landoberfläche setzen. Bestandteil eines entsprechenden Organisationskonzepts muss die Sicherstellung der erforderlichen Kapazität zur Archivierung der aktuell bereitgestellten Datenprodukte sein, desgleichen eine funktionale Schnittstelle zu CORINE-LC.

### **5.7 Umsetzung der vorgeschlagenen Produktszenarien**

Die vorgeschlagenen Basisprodukte und zusätzlichen Monitoring-Dienste haben in der Bewertung ein insgesamt hohes Akzeptanzniveau erreicht (s. Kap. 4.2.2). Da sie hinsichtlich ihrer technischen Realisierung und ihrer Einbindung in einschlägige Programme z.T. sehr unterschiedlichen Randbedingungen unterliegen, werden nachfolgend einige ergänzende Hinweise zur operationellen Umsetzung gegeben. Für darüber hinausgehende Informationen wird auf die in Tab. 5 bis 13 benannten Experten verwiesen.

**Hinweise/Empfehlungen:**

- Verbessertes Landbedeckungsinformationssystem CORINE Land Cover (CLC level 4):
  - Die Effizienzanalyse hat die aufgabenübergreifende Bedeutung dieses Basisprodukts aufgezeigt. Einzelne Landbedeckungsklassen für CLC level 4 werden bereits im Rahmen der GSE Projekte SAGE und Forest Monitoring bereitgestellt. Wertvolle methodische Erfahrungen liegen aus dem in 2004 abgeschlossenen Projekt CORINE Land Cover 2000 vor. Auf dieser Grundlage

und unter Einbeziehung kostensenkender teilautomatisierter Interpretationsverfahren sollte CLC level 4 flächendeckend für Deutschland definiert, entwickelt und für die gemeinsame Nutzung durch Bund und Länder bereitgestellt werden.

- Flächendeckendes Digitales Geländemodell:
  - Das Produkt ist verfügbar. Seine Vorteile liegen insbesondere in der Homogenität des Datensatzes für die Gesamtfläche Deutschlands und angrenzender Gebiete.
- Flächendeckendes Monitoring der UV-Einstrahlung:
  - Diese Dienstleistung wurde aus jeweiliger Sicht des UBA (Umweltbeobachtung) und des BfS sehr unterschiedlich beurteilt. Als Voraussetzung für eine operative Implementierung wird zunächst eine bilaterale Abstimmung zwischen UBA und BfS empfohlen.
- Eutrophierungs-Monitoring für die Nord- und Ostsee:
  - Im Hinblick auf die derzeitige Wahrnehmung dieser Beobachtungsaufgabe setzt eine Implementierung dieses Dienstes u.a. die Abstimmung mit dem BSH voraus, unter Berücksichtigung des GMES Projekts ROSES (*Real time Ocean Surveillance for Environment and Security*; <http://roses.cls.fr>).
- Gewässerbelastung:
  - Dieser Monitoringdienst ist Gegenstand des laufenden Projekts GMES Service Element Aqua SAGE, an dem das UBA als Nutzer bereits beteiligt ist ([http://www.infoterra-global.com/pdfs/05\\_SAGE](http://www.infoterra-global.com/pdfs/05_SAGE)).
- Siedlungsentwicklung und Flächenversiegelung:
  - Dieser Monitoringdienst ist Gegenstand des laufenden Projekts GMES Service Element Soil SAGE, an dem das UBA als Nutzer bereits beteiligt ist ([http://www.infoterra-global.com/pdfs/05\\_SAGE](http://www.infoterra-global.com/pdfs/05_SAGE)).
- Aktuelle landwirtschaftliche Anbausituation:
  - Das Szenario setzt aus Gründen der Kostenminimierung die Einbeziehung von Daten des Integrierten Verwaltungs- und Kontrollsystems (InVeKoS) für flächenbezogene Beihilfen in der Landwirtschaft voraus. Zur Implementierung ist eine Abstimmung der Verfügbarkeit dieser Daten in aggregierter und anonymisierter Form mit dem BMVEL und ggf. weiteren Behörden auf Länderebene erforderlich.
- Waldmonitoring:
  - Dieser Monitoringdienst ist Gegenstand des laufenden Projekts GMES Service Element Forest Monitoring, an dem das UBA als Nutzer bereits beteiligt ist (<http://gafweb.gaf.de/gse/>). Weitere deutsche Nutzer sind das BMVEL und die thüringische Landesforstverwaltung.
- Veränderungserfassung für die Biotopüberwachung:
  - Das Szenario erzielte die höchste Bewertung, seine Umsetzung fällt jedoch in den Zuständigkeitsbereich der Naturschutzbehörden der Länder. Die erforderlichen methodischen Grundlagen dafür bieten die abgeschlossenen EU-Projekte MOBIO (*Monitoring of Changes in Biotope and Landuse Inventory in Denmark and Schleswig-Holstein by means of Satellite Image Analysis and GIS Technology*; <http://www.dfd.dlr.de/extern/MOBIO/>) und SPIN (*Spatial Indicators for European Nature Conservation*; <http://www.spin-project.org/>).

## **5.8 Fortschreibung der Anforderungsanalyse**

Angesichts der dynamischen Entwicklung, der sowohl die rechtsverbindlichen Aufgaben des Umweltressorts in Bund und Ländern als auch die technischen und programmatischen Potenziale der Satellitenfernerkundung unterliegen, kann eine Anforderungsanalyse, wie sie in dieser Studie durchgeführt wurde, immer nur eine Momentaufnahme sein. Zur nachhaltigen Erfüllung des zugrunde liegenden Auftrags bedarf sie der regelmäßigen Fortschreibung. Ein Vergleich mit der vorangegangenen AGFU-Studie (BMU/BMBF 1994) macht dies deutlich.

### **Empfehlung:**

Die Ergebnisse der vorliegenden Studie sollten jeweils in 5jährigem Abstand aktualisiert werden.

## 6 Literaturverzeichnis

BACKHAUS, R., BRAUN, G., WEIERS, S. (2003): Systemlösungen aus der Fernerkundung für eine nachhaltige Entwicklung. In: G. Stein (Hrsg.): Umwelt und Technik im Gleichklang – Technikfolgenforschung und Systemanalyse in Deutschland. Springer-Verlag Berlin Heidelberg New York. S 121 – 144.

BALZTER, H. (2002): Praktische Umweltinformationssysteme in Großbritannien - Feste Budgets im Anwenderressort – Ein Modell für Europa? Workshop „Der Wandel der Fernerkundung – Dienstleistungsgedanke und operationelle Umweltinformation“ des Bund-Länder-Arbeitskreises Umweltinformationssysteme, Magdeburg, 18.04.2002

BEILKE, S. (2000): Jahresbericht 2000 aus dem Messnetz des Umweltbundesamtes. UBA Texte 77/01

BfN-Bundesamt für Naturschutz (2002): Perspektiven und Strategien für die Landschaftsplanung, überarbeitete Fassung vom 18.12.2002, Ergebnisse eines gleichnamigen Expertenworkshops des BfN vom 05. bis 07. Juni 2002 auf der Insel Vilm, <http://www.bfn.de/03/vivi2002.pdf>

BMU – Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit / BMBF – Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft, Forschung und Technologie (1994): Satellitenfernerkundung für Umweltpolitik und Forschung: Bestandsaufnahme – Analyse – Perspektiven. Schriftenreihe des BMU.

BMU – Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (o.J.): <http://www.bmu.de/de/800/js/sachthemen/gewaesser/berichtspflichten/main.htm>

BSH – Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie (2003): Meeresdaten. <http://www.bsh.de/de/Meeresdaten/>

Bundesregierung (2002): Bodenschutzbericht der Bundesregierung für die 14. Legislaturperiode – verabschiedet vom Bundeskabinett am 19.06.2002. <http://www.bundesregierung.de/Anlage2607501/attach.ment>

Bundesrepublik Deutschland (2002): Bericht des Bundes zur 61. Umweltministerkonferenz, [http://www.bmu.de/de/txt/download/b\\_hochwasser\\_bericht\\_umk/](http://www.bmu.de/de/txt/download/b_hochwasser_bericht_umk/)

CEC – Kommission der Europäischen Gemeinschaften (2004): Globale Umwelt- und Sicherheitsüberwachung (GMES): Schaffung einer Europäischen Kapazität für GMES – Aktionsplan (2004-2008), Mitteilung der Kommission an das Europäische Parlament und den Rat. KOM (2004) 65 endgültig

EEA-Europäische Umweltagentur (2003): EEA further input to GMES development – „Creating a platform for integrated spatial assessment of Europe’s environment“, Mitteilung an die Europäische Kommission (DG RTD/H) vom 27.05.2003/Annex



FELDWISCH, N., KUNTZ, S., MAYER, S. (2001): Methodenvergleich zur Datengewinnung und –nutzung im Bereich des Bodenschutzes. Umweltbundesamt Texte 38/01, ISSN 0722-186X

FGDC – Federal Geographic Data Committee (2002): Civil Imagery and Remote Sensing Task Force. Report to the Administration: Value of Civil Imagery and Remote Sensing.

GETHMANN, C.F., LINGNER, S.(2003): Zukünftige Klimaänderungen als Herausforderung für die deutsche Wirtschaft. Europäische Akademie zur Erforschung von Folgen wissenschaftlich-technischer Entwicklungen Bad Neuenahr- Ahrweiler GmbH, Graue Reihe 34

GREVE, K., LANGE, U., STEINBORN, W. (2002): Resümee des Workshops „Der Wandel der Fernerkundung – Dienstleistungsgedanke und operationelle Umweltinformation“ des Bund-Länder-Arbeitskreises Umweltinformationssysteme, Magdeburg, 18.04.2002

JRC – Joint Research Centre (o.J.): Integrated Computational Assessment via Remote Observation System – The I.C.A.R.O.S. Project. <http://icaros-net.jrc.cec.eu.int/>  
LAU – Landesamt für Umweltschutz Sachsen-Anhalt (2002): OFULSA – Operationalisierung von Fernerkundungsdaten für die Umweltverwaltung des Landes Sachsen-Anhalt. Berichte des Landesamtes für Umweltschutz Sachsen-Anhalt 37, 80 S.

LANGE, U. (2002): Operationalisierung der Fernerkundung für die Landesumweltverwaltung – Zwischen Wunsch und Wirklichkeit. Workshop „Der Wandel der Fernerkundung – Dienstleistungsgedanke und operationelle Umweltinformation“ des Bund-Länder-Arbeitskreises Umweltinformationssysteme, Magdeburg, 18.04.2002

LAU – Landesamt für Umweltschutz Sachsen-Anhalt (2002): OFULSA – Operationalisierung von Fernerkundungsdaten für die Umweltverwaltung des Landes Sachsen-Anhalt. Berichte des Landesamtes für Umweltschutz Sachsen-Anhalt 37, 80 S.

LAWA – Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (o.J.): Handlungskonzept zur Umsetzung der Wasserrahmenrichtlinie. <http://www.lawa.de/pubs/Handlungskonzept.pdf>

MOHAUPT-JAHR, B. (2004): persönliche Mitteilung

SANTJER, F., TEICHMANN, K., STEINERT, W. (2002): Grundlagen und Konzept eines Virtual-Powerplant in Deutschland. DEWI Magazin 20, 37-42

SCHRÖDER, M., CLAUSSEN, M., GRUNWALD, A., HENSE, A., KLEPPER, G., LINGNER, S., OTT, K., SCHMITT, D., SPRINZ, D. (2002): Klimavorhersage und Klimavorsorge. Springer-Verlag, Berlin Heidelberg New York. ISBN 3-540-43239-6

UBA – Umweltbundesamt (1991): Bedarfsanalyse zur satellitengestützten Umweltüberwachung. FE-Vorhaben 101 09001/01

UBA - Umweltbundesamt (2003a): Empfehlungen zum Schutz von Badenden vor Cyanobakterien Toxinen, Bundesgesundheitsblatt Gesundheitsforsch. Gesundheitsschutz, DOI 10.1007/s00103-003-0631-4, Springer Verlag

UBA-Umweltbundesamt (2003b): Anforderungen an die zukünftige Energieversorgung – Analyse des Bedarfs zukünftiger Kraftwerkskapazitäten und Strategie für eine nachhaltige Stromnutzung in Deutschland –  
<http://www.umweltbundesamt.de/uba-info-daten/daten/energieversorgung.htm>

US Senat (2001): Report by the Governmental Affairs Subcommittee on International Security, Proliferation, and Federal Services on Assessment of Remote Sensing Data Use by Civilian Federal Agencies, <http://govt-aff.senate.gov/121001remotesensingreport.pdf>

WALDSCHMIDT, T. (1995): Die Struktur des Marktes für umweltrelevante Satellitendaten – Untersuchung zur Notwendigkeit staatlicher Markteinflussnahme. Forschungsbericht 95-30, Deutsche Forschungsanstalt für Luft- und Raumfahrt e.V., Köln

WEIERS, S., WISSEN, M., BOCK, M., SCHADE, B. (2001): Satellitenfernerkundung im Naturschutz – vom Pilotprojekt zur operationellen Anwendung. Photogrammetrie-Fernerkundung-Geoinformation 3, 177 – 188

WEIERS, S., BOCK, M., WISSEN, M., ROSSNER, G. (2004): Mapping and indicator approaches for the assessment of habitats at different scales using remote sensing and GIS methods. Landscape and Urban Planning 67, 43 - 65

WYATT, B.K., BRIGGS, D.J., RYDER, P., DE HOOG, C. (2003): BICEPS: Building an Information Capacity for Environmental Protection and Security. Centre for Ecology and Hydrology, Huntingdon, UK. Project No. C02025

## 7 Anhang: Übersicht über Satellitenmissionen und Sensoren

Satellit	Sensor	Kanäle	Räuml. Auflösung (m)	Streifenbreite (km)	Wiederholungsrate (Tage)	Startdatum	Betreiber, weitere Information	
Landsat 4 – 5	TM (Thematic Mapper)	VIS-B VIS-G VIS-R NIR SWIR TIR SWIR	30 30 30 30 30 120 30	185	18	07/82 bzw. 03/84	USGS (United States Geological Survey) USA <a href="http://landsat7.usgs.gov/index.php">http://landsat7.usgs.gov/index.php</a> <a href="http://landsat.gsfc.nasa.gov">http://landsat.gsfc.nasa.gov</a>	
	MSS (Multispectral Scanner)	VIS-G VIS-R NIR NIR	80 80 80 80					
Landsat 7	ETM + (Enhanced Thematic Mapper +)	PAN VIS-B VIS-G VIS-R NIR SWIR 2x TIR	15 30 30 30 30 30 60	185	16	04/99		
Terra / EOS AM-1	ASTER (Advanced Spaceborne Thermal Emission and Reflection Radiometer)	VIS (2x) NIR SWIR (6x) TIR (5x)	15 15 30 90	60	4-16	12/99	NASA (National Aeronautics and Space Agency) USA <a href="http://terra.nasa.gov">http://terra.nasa.gov</a>	
	MODIS (Moderate Resolution Imaging Spectro Radiometer)	VIS-TIR (36x)	250-1000					2300
SPOT 4	HRVIR (High Resolution Visible and Infrared)	PAN VIS-G VIS-R NIR SWIR	10 20 20 20 20	60 (doppelt) <sup>1</sup> - 3 =117	26 (1-4) <sup>2</sup>	03/98	Spotimage, Frankreich <a href="http://www.spotimage.fr">http://www.spotimage.fr</a>	
SPOT 5	HRG (High Resolution Geometric)	PAN (x2) VIS-G VIS-R NIR SWIR	5 (2.5) 10 10 10 20		35 (1-4) <sup>2</sup>	05/02		
IRS-1C	LISS-III (Linear Imaging Self-Scanning System)	VIS-G VIS-R NIR SWIR	23.5 23.5 23.5 70.5	140	24 (5) <sup>2</sup>	12/95	ISRO (Indian Space Research Organization) Indien <a href="http://www.isro.org">www.isro.org</a>	
	PAN (Panchromatic Sensor)	PAN	5.8					70
	WiFS (Wide-Field Sensor)	VIS-R NIR	188 188					774
IRS-1D	s.o.	s.o.	s.o.	s.o.	s.o.	09/97		
IRS-P5 (Cartosat)	PAN (Panchromatic Sensor)	PAN	2,5	30 (doppelt) <sup>1</sup>	24 (5) <sup>2</sup>	06/03		
IRS-P6 (Resource-sat)	LISS-III (Linear Imaging Self-Scanning System)	VIS-G VIS-R NIR SWIR	23.5 23.5 23.5 70.5	141	24	10/03		
	LISS-IV (Linear Imaging Self-Scanning System)	VIS-G VIS-R NIR	5,8 5,8 5,8					70
	AWiFS (Advanced Wide Field Sensor)	VIS-R NIR SWIR	58 58 58					740

Satellit	Sensor	Kanäle	Räuml. Auflösung (m)	Streifenbreite (km)	Wiederholungsrate (Tage)	Startdatum	Betreiber, weitere Information
CBERS-1	IR-MSS (Infrared-Multispectral Scanner)	PAN NIR SWIR TIR	78 78 78 156	120	26	10/99	CAST (Chinese Academy of Space Technology) China & INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciales) Brasilien <a href="http://www.cast.ac.cn/en/">http://www.cast.ac.cn/en/</a> <a href="http://www.inpe.br/programas/cbers/englis">www.inpe.br/programas/cbers/englis</a>
	HRC (a.k.a. CCD) (High Resolution CCD Camera)	VIS-B VIS-G VIS-R NIR PAN	20 20 20 20 20	113			
	WFI (=Wide Field Imager)	VIS-R NIR	256 256	890			
CBERS-2	s.o.	s.o.	s.o.	s.o.	s.o.	08/02	
RESURS-01	MSU-E	VIS-G VIS-R NIR	35-45 35-45 35-45	45 (doppelt) <sup>1</sup> -10 =80	21	06/98	SPUTNIK Russland <a href="http://sputnik.infospa-&lt;br/&gt;ce.ru/resurs/engl/res&lt;br/&gt;urs.htm">http://sputnik.infospa- ce.ru/resurs/engl/res urs.htm</a>
IKONOS		VIS-B VIS-G VIS-R NIR PAN	4 4 4 4 1	11 <sup>1</sup>	3 <sup>2</sup>	09/99	Space Imaging USA <a href="http://www.spaceimaging.com/">http://www.spaceimaging.com/</a>
Quickbird		VIS-B VIS-G VIS-R NIR PAN	2,44-2,88 (PAN: 0,61-0,72)	16,5	1-3,5	10/01	Digital Globe USA <a href="http://www.digitalglobe.com/">http://www.digitalglobe.com/</a>
Orbview-3		VIS-G VIS-R NIR PAN	4 4 4 1	8	3	12/02	Orbimage USA <a href="http://www.orbimage.com/">http://www.orbimage.com/</a>
RapidEye		4x multi-spektral, 1 PAN	6,5	80	1	2005	Rapideye AG Deutschland <a href="http://www.rapideye.de">http://www.rapideye.de</a>
EROS-A		PAN	1,8	12,5	7	12/00	ImageSat International Israel, USA <a href="http://www.imagesatintl.com">http://www.imagesatintl.com</a>
EROS-B		PAN	0,82	16	7	2004	
Seastar	SeaWIFS	VIS (6x) NIR (2x)	1000-4000	1500-2800	16	08/97	NASA (National Aeronautics and Space Agency) USA <a href="http://seawifs.gsfc.nasa.gov/SEAWIFS.html">http://seawifs.gsfc.nasa.gov/SEAWIFS.html</a>

Satellit	Sensor	Kanäle	Räuml. Auflösung (m)	Streifenbreite (km)	Wiederholungsrate (Tage)	Startdatum	Betreiber, weitere Information
NOAA 12,14,15,16,17	AVHRR (Advanced Very High Resolution Radiometer)	VIS NIR MWIR TIR (2x)	1000 1000 1000 1000	3000	< 1	05/91 12/94 05/98 09/00 06/02	NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration) USA <a href="http://daac.gsfc.nasa.gov">http://daac.gsfc.nasa.gov</a>
ENVISAT	MERIS (Medium Resolution Imaging Spectrometer)	VIS-NIR (15x)	300 (Europa) 1200 (global)	1150	3	03/02	ESA (European Space Agency) mehrere europäische Staaten <a href="http://envisat.esa.int/">http://envisat.esa.int/</a>
	SCIAMACHY (Scanning Imaging Absorption Spectrometer for Atmospheric Cartography)	UV VIS NIR	40-240 (V3) 40-240 (V3) 40-240 (V3)	- - -			
	ASAR (Advanced Synthetic Aperture Radar)	C-Band (5)	30-150	100-500			
ERS-2	GOME (Global Ozone Monitoring Experiment)	UV VIS NIR	40-320 (V5) 40-320 (V5) 40-320 (V5)	120-960 120-960 120-960	35	04/95	ESA (European Space Agency) mehrere europäische Staaten <a href="http://earth.esa.int/en/">http://earth.esa.int/en/</a>
	AMI/Scatterometer	C-Band	50	500			
	AMI/SAR/Image	C-Band	30	100			
	SAGE III	UV-NIR (9x)	v1-2				
Meteor-3M	MSU-E	VIS-G VIS-R NIR	35-45 35-45 35-45	45 (x2) <sup>1</sup> -10 80	1	12/01	NASA (National Aeronautics and Space Agency) & RASA (Russian Aviation and Space Agency) USA/Russland <a href="http://www-sage3.larc.nasa.gov/meteor-3m/">http://www-sage3.larc.nasa.gov/meteor-3m/</a> <a href="http://www.rosaviakosmos.ru/english/eindex.htm">http://www.rosaviakosmos.ru/english/eindex.htm</a>
	MZVZA	MIKR. (19x)	12-75km	2600			
	SAGE III	UV-NIR (9x)	v1-2				
Radarsat-1	SAR (Synthetic Aperture Radar)	C-Band	9-100	75-500	24	11/95	CSA (Canadian Space Agency) Kanada <a href="http://www.space.gc.ca/asc/eng/cs_a_sectors/earth/earth.asp">http://www.space.gc.ca/asc/eng/cs_a_sectors/earth/earth.asp</a>
Radarsat-2		C-Band (4)	3-100	25-530	24	2005	

Satellit	Sensor	Kanäle	Räuml. Auflösung (m)	Streifenbreite (km)	Wiederholungsrate (Tage)	Startdatum	Betreiber, weitere Information
TerraSar-X		X-Band	1,2-16	5-100	3	2005	Infoterra (100%-ige Tochter der EADS) Europa <a href="http://www.infoterra-global.com/terrasar.htm">http://www.infoterra-global.com/terrasar.htm</a>

<sup>1</sup> Bei diesen Aufnahmesystemen nehmen die Sensoren zwei Aufnahmestreifen auf, die sich unter Umständen überschneiden. Das Ausmaß der Überschneidung ist von der gesamten Streifenbreite abzuziehen.

<sup>2</sup> Bei diesen Aufnahmesystemen kann der Sensor in Richtung besonders interessierender Flächen geschwenkt werden. So kann bei entsprechender Programmierung eine verbesserte zeitliche Auflösung erreicht werden.

B, blau; G, grün; MIKR, Mikrowellenbereich; MWIR, mittelwelliges Infrarot; NIR, nahes Infrarot; PAN, panchromatisch; R, rot; SWIR, kurzwelliges Infrarot; TIR, thermales Infrarot; UV, ultraviolett; VIS, sichtbarer Spektralbereich