

**Umweltforschungsplan  
des Bundesministers für Umwelt,  
Naturschutz und Reaktorsicherheit**

**Umweltprobenbank einschließlich Human- und Biomonitoring**

**Förderkennzeichen (UFOPLAN) 299 82 212 / 02**

**Konkretisierung des Umweltbeobachtungsprogrammes im Rahmen eines  
Stufenkonzeptes der Umweltbeobachtung des Bundes und der Länder  
Teilvorhaben 3**

von

Prof. Dr. Winfried Schröder  
(Projektleiter)

Dipl.-Geol. Gunther Schmidt  
Dipl.-Geogr. Roland Pesch  
Dipl.-Math. Heidrun Matejka  
Dipl.-Geogr. Thorsten Eckstein  
(Bearbeiter/in)

Im Auftrag  
des Umweltbundesamtes

10. September 2001

## Berichts-Kennblatt

1. Berichtsnummer UBA-FB	2.	3.
4. Titel des Berichts Konkretisierung des Umweltbeobachtungsprogramms im Rahmen eines Stufenkonzepts der Umweltbeobachtung des Bundes und der Länder - Teilvorhaben 3		
5. Autoren Schröder, Winfried; Schmidt, Gunther; Pesch, Roland; Matejka, Heidrun; Eckstein, Thorsten	8. Abschlussdatum 28.02.2001	
6. Durchführende Institution (Name, Anschrift) Institut für Umweltwissenschaften Hochschule Vechta Postfach 15 53 D-49364 Vechta	9. Veröffentlichungsdatum	
	10. UFOPLAN-Nr. 299 87 212 / 02	
	11. Seitenzahl	
7. Fördernde Institution (Name, Anschrift) Umweltbundesamt Postfach 33 00 22 D-14191 Berlin	12. Literaturangaben	
	13. Tabellen, Diagramme	
	14. Abbildungen	
15. Zusätzliche Angaben		
16. Zusammenfassung In einem <i>GIS Umweltbeobachtung</i> werden Daten und statistische Auswertungsverfahren zusammengeführt, mit denen die Eignung vorhandener Messnetze für die Umweltbeobachtung des Bundes und der Länder nach fachlichen und räumlichen Kriterien geprüft werden kann: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Eine multivariat-statistisch abgeleitete Raumgliederung dient zur Analyse der Landschaftsrepräsentanz von Umweltmessnetzen.</li> <li>• In einer Metadatenbank werden Informationen aus einem 800 items umfassenden Fragebogen zu Messgrößen und Messmethoden von Umweltmessnetzen verwaltet und mit speziellen Auswertungstools analysiert.</li> <li>• Messdaten ausgewählter Umweltmessnetze werden auf ihre räumliche Interpolierbarkeit geostatistisch geprüft.</li> </ul>		
17. Schlagwörter Umweltbeobachtung; Messnetze; GIS; Metadaten; multivariat-statistische Raumgliederung; Repräsentanzanalyse; Geostatistik		
18. Preis	19.	20.

## Report Cover Sheet

1. Report No UBA-FB	2.	3.
4. Report Title Konkretisierung des Umweltbeobachtungsprogramms im Rahmen eines Stufenkonzepts der Umweltbeobachtung des Bundes und der Länder – Teilvorhaben 3		
5. Authors Schröder, Winfried; Schmidt, Gunther; Pesch, Roland; Matejka, Heidrun; Eckstein, Thorsten	8. Report Date 28.02.2001	
6. Performing Organisation Institut für Umweltwissenschaften Hochschule Vechta Postfach 15 53 D-49364 Vechta	9. Publication Date	
	10. UFOPLAN-Ref. No 299 87 212 / 02	
	11. No of Pages	
7. Funding Agency Umweltbundesamt Postfach 33 00 22 D-14191 Berlin	12. No of Reference	
	13. No of Tables, Diagrams	
	14. No of Figures	
15. Supplementary Notes		
16. Abstract  <p>Within a <i>GIS Environmental Monitoring</i> data and statistical techniques are combined which enable the system user to prove monitoring nets' suitability for environmental monitoring purposes with respect to methodological harmonization and representativity criteria:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• A classification of Germany's ecoregions by means of multivariate statistics is the basis for analyzing the landscape representativity of environmental monitoring networks.</li> <li>• Metadata on environmental monitoring networks (measurement parameters and methods) are collected with a questionnaire of about 800 items. These informations build up a metadatabase, which is analysed by special evaluation tools.</li> <li>• The spatial interpolation of measurement data of exemplarily chosen monitoring nets are verified by geostatistics.</li> </ul>		
17. Key Words Environmental Monitoring; monitoring nets; GIS; metadata; multivariat-statistical regionalization; analysis of representativity; geostatistics		
18. Price	19.	20.

## Gliederung

		<b>Seite</b>
	Danksagung	7
	Abkürzungen	8
	Glossar	12
1	Projektziele und –randbedingungen	17
2	Untersuchungskonzeption	21
3	Raumgliederung	30
3.1	Anlass und Ziel	30
3.2	Datengrundlagen: PnV-Raumgliederung Deutschland	36
3.3	Methodik: Classification and Regression Trees ( <i>CART</i> )	48
3.4	Ergebnisse: PnV-Raumgliederung Deutschland	53
3.5	PnV-Raumgliederung Europa	84
3.6	Raumgliederung anhand von Wassereinzugsgebieten	92
4	Metadaten zu UB-Messnetzen von Bund und Ländern	98
4.1	Anlass und Ziel	99
4.2	Methodik und Ergebnisse	100
4.2.1	Digitaler Fragebogen	100
4.2.2	Länderrückläufe und Datenbasis	103
4.2.3	Einbindung der digitalen Fragebögen in das GIS UB	108
4.2.4	Abfragemöglichkeiten	115
4.2.5	Kerndatensatz	117
4.2.6	Monitoring gentechnisch veränderter Organismen	122
5	Repräsentanzanalysen	124
5.1	Anlass und Ziel	124
5.2	Verfahren	124
5.2.1	Häufigkeitsstatistische Landschaftsrepräsentanz	125
5.2.2	Nachbarschaftsanalyse	128
5.2.3	Geostatistische Messwertrepräsentanz	138
6	Anwendungsszenarien	147
6.1	Eintrag von Schwermetallen ins Grundwasser	149
6.2	PSM-Eintrag in Oberflächengewässer	160
7	Zusammenfassung und Ausblick	163
8	Quellen	169
8.1	Literatur	169
8.2	Websites und Newsgroups	181

## Abbildungsverzeichnis

		<b>Seite</b>
Abbildung 1:	Integration von Flächen-, Meta- und Punktdaten im GIS UB	29
Abbildung 2:	Analogie Kugelbeispiel / Raumgliederung mit <i>CART</i>	49
Abbildung 3	<i>CART</i> -Baum der Raumgliederungsvariante UBA PNV IX – 21 Klassen	60
Abbildung 4	Karte der Raumgliederungsvariante UBA PNV IX – 21 Klassen	61
Abbildung 5:	Startansicht des Fragebogenformulars	103
Abbildung 6:	Verzeichnisstruktur für den Länderrücklauf der Fragebögen	111
Abbildung 7:	Von der Fragebogenerstellung zur Verarbeitung im GIS	113
Abbildung 8:	Startansicht MeSID	117
Abbildung 9:	Übersicht über die KDS-Verarbeitungsstruktur	120
Abbildung 10:	Oberflächenansicht des Abfrageformulars zum KDS	121
Abbildung 11:	Repräsentanzanalyse	126
Abbildung 12:	Landschafts- / Nachbarschaftsrepräsentanz BDF	132
Abbildung 13:	Variogramm Zink (Moosmonitoring 1990/91)	141
Abbildung 14:	Variogramm SO <sub>2</sub> -1996: 480 Stationen	144
Abbildung 15:	Variogramm SO <sub>2</sub> -1996: 150 Stationen	146

## Tabellenverzeichnis

		<b>Seite</b>
Tabelle 1:	Flächendaten im GIS UB und ihr Verwendungszweck	43
Tabelle 2:	Analogie <i>CART</i> -Beispiel und <i>CART</i> -Raumgliederung	48
Tabelle 3:	Flächendaten der Raumgliederungsvarianten	54
Tabelle 4:	Statistische Kenngrößen des Klimas (BRD)	59
Tabelle 5:	Deskriptoren für die Flusstypologie nach EU-WRRL	95
Tabelle 6:	Deskriptoren für die Seentypologie nach EU-WRRL	96
Tabelle 7:	Punkt- und Metadaten im GIS UB	104
Tabelle 8:	Berechnung der Flächenanteile der Merkmalskombinationen aus den Parametern Bodentyp, Ökoklasse und Landnutzung	133
Tabelle 9:	Ausschnitt aus der Häufigkeitstabelle am Beispiel BDF	135
Tabelle 10:	Ausschnitt aus der zusammengeführten Gesamttabelle zu BDF, Merkmalskombination und zugehörigem MNR	136
Tabelle 11:	Hinsichtlich ihrer Nachbarschaftsmatrix besonders typische BDF-Standorte (nach MNR sortiert)	137
Tabelle 12:	Mediane der Schwermetallgehalte [ $\mu\text{g/g}$ ] in den 5 Belastungs-Clustern	152
Tabelle 13:	Abgefragte BDF-Messgrößen und –methoden	156
Tabelle 14:	Abgefragte Immissions-Messgrößen und –methoden	158

## Danksagung

Das Projekt 299 82 212 / 02 „Konkretisierung des Umweltbeobachtungsprogrammes im Rahmen eines Stufenkonzeptes der Umweltbeobachtung des Bundes und der Länder“ wurde vom BMU finanziert und vom UBA fachlich begleitet. BGR, BfN, DWD und UNEP haben die Flächendaten für die Raumgliederung zur Verfügung gestellt. Die Länder Bayern, Brandenburg, Saarland, Schleswig-Holstein, Hamburg und Hessen haben mit großem Zeitaufwand den umfangreichen Fragebogen zu ihren Umweltmessnetzen ausgefüllt.

Allen, die das Projekt finanziell und ideell unterstützt haben, sei herzlich gedankt. Dies gilt vor allem für die an diesem Projekt beteiligten wissenschaftlichen Angestellten (Dipl.-Geogr. Thorsten Eckstein, Dipl.-Math. Heidrun Matejka, Dipl.-Geogr. Roland Pesch, Dipl.-Geol. Gunther Schmidt) und die studentischen Hilfskräfte (Guido Bohmann, Sabine Menzel, Nadine Otte).

Sicherlich beantwortet der Bericht nicht alle Fragen, die bei seiner Lektüre auftreten. Zu ihrer Beantwortung stehe ich ebenso zur Verfügung wie für kritische Einwände.

Winfried Schröder

Vechta, im September 2001

### Abkürzungen (Teil 1 / 4)

<b>Abkürzung</b>	<b>Bedeutung</b>
AAIS	Auskunfts- und Auswertungsinformationssystem
AB	Abschnitt
ACCESS	Datenbank-Software der Firma MicroSoft
ACK	Amtschefkonferenz
AF/P	Alternativfunktion bzw. Parameter
AI bzw. Arc/Info	GIS-Software der Firma Esri
AN	Antwortender (Fragebogen)
AP	Arbeitspaket
APR	Dateiformat bzw. Dateierweiterung einer ArcView-Projekt-Datei
ASCII	American Standard Code for International Interchange
AT	Attributtabelle (eines ArcView-Themas)
AV bzw. ArcView	GIS-Software der Firma Esri
BB	Brandenburg
BBA	Biologische Bundesanstalt
BBR	Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung
BDF	Bodendauerbeobachtungsflächen
BfG	Bundesanstalt für Gewässerkunde
BFH	Bundesforschungsanstalt für Forst und Holzwirtschaft
BfN	Bundesamt für Naturschutz
BGR	Bundesamt für Geowissenschaften und Rohstoffe
BI	Berlin
BKG	Bundesamt für Kartographie und Geodäsie
BL	Bundesland
BMBF	Bundesministerium für Bildung und Forschung
BMU	Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit
BW	Baden-Württemberg
BY	Bayern
CART	Classification And Regression Trees
CLINO	Global Climatic Normals
CONDAT GmbH	Auftragnehmer des FuE-UB II-TV 1
COV	Arc/Info Coverage
CS	Countryside Survey
DBF	Dateiformat bzw. Dateierweiterung für eine dBaseIV-Datenbank
DHM (DGHM)	Digitales Höhenmodell
DWD	Deutscher Wetterdienst
EDV	Elektronische Datenverarbeitung
EU	Europäische Union
EU-Level II	Walddauerbeobachtungsflächen der EU
EU-WRRL	EU-Wasserrahmenrichtlinie

### Abkürzungen (Teil 2 / 4)

Abkürzung	Bedeutung
FBO	Fragebogenformular-Oberfläche
FDF	Dateiformat bzw. Dateierweiterung einer FUZZEKS-Import-Datei
FG	Fachgebiet innerhalb des UBA
<i>FUZZEKS</i>	Geostatistik-Software Dipl.-Inf. Frank Bartels
G bzw. GS	Globalstrahlung
GEIN	German Environmental Information Network
GIS	Geografisches Informationssystem bzw. Geo-Informationssystem
GIS UB	GIS Umweltbeobachtung
GLA	Geologisches Landesamt (z.T. mit vorangestelltem BL-Akronym)
GVO	Gentechnisch veränderte Organismen
GVP	Gentechnisch veränderte Pflanzen
HAD	Hydrologischer Atlas Deutschland
HB	Hansestadt Bremen
HE	Hessen
HELP	Hessisches Landschaftspflegeprogramm
HF	Hauptfunktion
HH	Hansestadt Hamburg
ID	Identifikationsziffer bzw. -zahl
ITE (UK)	Institute of Terrestrial Ecology (United Kingdom)
IUW	Institut für Umweltwissenschaften an der HS Vechta (→ FN)
KDS	Kerndatensatz
LCM	Land Cover Map
LANU	Landesamt für Natur und Umwelt
LfB	Landesamt für Bodenforschung (z.T. mit vorangestelltem BL-Akronym, z.B. NLfB)
LfU	Landesamt für Umweltschutz
LfW	Landesamt für Wasserwirtschaft (z.T. mit vorangestelltem BL-Akronym)
LLM	Landscape Level Monitoring
LLX	Lower Left X-Coordinate
LLY	Lower Left Y-Coordinate
LPB	Landesamt für Boden und Pflanzenbau
LUA	Landesumweltamt (z.T. mit vorangestelltem BL-Akronym)
LUG	Landesamt für Umwelt und Geologie (z.T. mit vorangestelltem Bundeslandnamen)
MaB	Man and the Biosphere
M/D	Modul bzw. Dialog
MDB	Dateiformat bzw. Dateierweiterung für eine MS Access Datenbank
MeSID	Metadatensuche- und Informationsdialog
MLFN	Hessisches Ministerium für Landwirtschaft, Forsten und Naturschutz

### Abkürzungen (Teil 3 / 4)

Abkürzung	Bedeutung
MS Access	Microsoft Access (Produktbezeichnung)
MS Excel	Microsoft Excel (Produktbezeichnung)
<i>MNR</i>	Multidimensionale Nachbarschafts-Repräsentanz
MUEV	Ministerium für Umwelt, Energie und Verkehr
MV	Mecklenburg-Vorpommern
N	Niederschlag
NCDC	National Climatic Data Center
NordLaM	Nordic Landscape Monitoring
NLFB	Niedersächsisches Landesamt für Bodenforschung
NS	Niedersachsen
NW	Nordrhein-Westfalen
ÖFS	Ökologische Flächenstichprobe
ÖSF	Ökosystemforschung
OUT	Dateiformat bzw. Dateierweiterung einer FUZZEKS-Export-Datei
PFI	Partial – Full Information Integration
PE	Programmebene
PECOMO	Pan European Monitoring
PnV	Potenziell natürliche Vegetation
RG	Raumgliederung
RK	Raumklasse(n)
RP	Rheinland-Pfalz
SA	Sachsen
SAA	Sachsen-Anhalt
SfStUT	Senatsverwaltung für Stadtentwicklung, Umweltschutz und Technologie
SH	Schleswig-Holstein
SHP	Dateiformat bzw. Dateierweiterung für eine ArcView-Shapedatei
SIGU	Staatliches Institut für Gesundheit und Umwelt
SL	Saarland
SLFG	Sächsisches Landesamt für Forsten
<i>Splus</i>	Statistik-Software der Firma GRAS
SPSS	Statistik-Software der Firma SPSS Inc.
SRU	Rat der Sachverständigen für Umweltfragen
StaBA	Statistisches Bundesamt
StUA	Staatliches Umweltamt
T	Temperatur
TH	Thüringen
TV	Teilvorhaben des Projekts UB II
TXT	Dateiformat bzw. Dateierweiterung für eine Textdatei (ASCII)
UB	Umweltbeobachtung des Bundes und der Länder

**Abkürzungen (Teil 4 / 4)**

<b>Abkürzung</b>	<b>Bedeutung</b>
UB I	FuE-Projekt Entwicklung eines Modells zur Zusammenführung vorhandener Daten von Bund und Ländern zu einem Umweltbeobachtungssystem (UFOPLAN 29 781 126 / 01)
UB II	FuE-Vorhaben Konkretisierung des Umweltbeobachtungsprogrammes im Rahmen eines Stufenkonzepts der Umweltbeobachtung des Bundes und der Länder (UFOPLAN 299 82 212 / 02)
UBA	Umweltbundesamt
UB FB	Fragebogen dieses Projektes
UB-FÖFL	Umweltbehörde Hamburg, Fachamt für ökologische Forst- und Landwirtschaft
UBPK	Umweltbeobachtungsprogramm-Katalog
UDK	Umweltdatenkatalog
UGR	Umweltökonomische Gesamtrechnungen
ULX	Upper Left X-Coordinate
ULY	Upper Left Y-Coordinate
UMK	Umweltministerkonferenz
UNEP	United Nations Environmental Programme
UPB	Umweltprobenbank
V	Verdunstung
WEG	Wassereinzugsgebiete
WWW	World Wide Web, weltweites Datennetz
ZV	Zielvariable

### Glossar (Teil 1 / 5)

Ausdruck	Bedeutung
Allgemeine ökologische Umweltbeobachtung	Oberbegriff für Umweltüberwachung, Umweltkontrolle, Umwelt-Monitoring und i.S.v. ELLENBERG et al. (1978); Aktivität, die das System als Ganzes erfassen und die einzelnen Umweltsektoren oder -medien [...] übergreifen muss; soll nicht auf die alleinige Beobachtung der menschlichen Umwelt beschränkt bleiben, Schutzgut "menschliche Gesundheit" ist eingeschlossen (SRU 1987).
Amtschefkonferenz	Gremium, in dem die Staatssekretäre der Umweltministerien vertreten sind; arbeitet u.a. der → Umweltministerkonferenz zu
Arbeitskreis Raumgliederung	Gruppe von Mitarbeitern aus Bundes- und Länderbehörden sowie Forschungseinrichtungen/Instituten, die das Thema der → standörtlichen Gliederung fachlich begleiten; setzt sich aus Mitgliedern des → projektbegleitenden Arbeitskreises zusammen.
Autokorrelation, räumliche	Messwertunterschiede zwischen Messpunkten mit geringerem Abstand zueinander sind kleiner als zwischen solchen, die weiter voneinander entfernt sind
Extrapolation, räumliche	Statistische Schätzung der flächenhaften Verteilung eines gemessenen Merkmals aus Punktmessungen
Geo-Informationssystem / Geografisches Informationssystem (GIS)	Software zur Verwaltung, statistischen Auswertung und kartografischen Abbildung räumlich verorteter Daten
Geostatistik	Statistische Verfahren zur Untersuchung der räumlichen → Autokorrelation punktuell gemessener metrisch-kontinuierlicher Daten (→ Variogramm-Analyse) und zu ihrer räumlich gewichteten → Extrapolation (→ Kriging)
GIS Umweltbeobachtung (GIS UB)	Entwicklung der FuE-Vorhaben → UB I und → UB II mit 1. ökologische Raumgliederung, Flächendaten 2. UB-Messnetzdaten 3. UB-Metadaten (→ UDK, UBPK)
Gütekriterien	Qualität empirischer Aussagen bestimmen sich nach folgenden Optimierungskriterien: 1. Richtigkeit, 2. Objektivität, 3. Reliabilität, 4. Repräsentativität, 5. Validität
Indikator	Beobachtbarer, messbarer Sachverhalt, der als Teil eines komplexeren, nicht oder nur mit hohem Aufwand direkt messbaren Sachverhalts (Indikandum) auf diesen verweist; kann auch Ergebnis von Aggregierungsprozessen sein.

### Glossar (Teil 2 / 5)

Ausdruck	Bedeutung
Indikandum	Sachverhalt, der für eine direkte Messung zu komplex ist und in messbare Teilsachverhalte (→ Indikator) untergliedert werden muss
Klassifikation	Gruppierung von Objekten (z.B. Ausschnitte der Erdoberfläche, Messflächen) nach dem Grade ihrer Ähnlichkeit bezüglich eines oder mehrerer Merkmale (univariat, multivariat) → Regionalisierung
Konstruktvalidität	Eine Untersuchung ist konstruktvalid, wenn die Sachverhaltselemente der Hypothese angemessen in den empirischen Bestandteilen der Untersuchung repräsentiert sind und wenn diese Messgrößen für den beobachteten Realitätsausschnitt fachlich sinnvoll sind.
Kriging	Geostatistisches Verfahren zur Extrapolation von Punktdaten, das die mittels → Variogramm-Analyse bestimmte räumliche Aussagereichweite punkthafter Messdaten (range) zur räumlich gewichteten Messdaten-Interpolation nutzt
Landschaft	Raumausschnitt der festen Erdoberfläche, dessen optisch wahrnehmbare Elemente räumlich so angeordnet und beschaffen (Natur- / Kulturlandschaft) sind, dass er sich von benachbarten Raumausschnitten unterscheiden lässt (→ Naturraum)
Landschaftsgliederung	Landschaften lassen sich in → Landschaftseinheiten nach einem oder mehreren Kriterien (beobachtbaren Merkmalen) gliedern, die für sie konstitutiv sind (räumliche Anordnung von: Böden, Klima-Elemente, Relief, potenziell natürliche Vegetation ...) → Regionalisierung
Landschaftseinheiten	Landschaftsökologisch definierte und dementsprechend methodisch operationalisierte Raumeinheiten, in denen die Ausprägungen der zur Gliederung herangezogenen Merkmale weniger unterschiedlich sind als außerhalb; diese Landschaftseinheiten gelten als komplexe → Indikatoren für ökosystemare Prozesse (Stoff- und Energieflüsse); → Geostatistik, Regionalisierung
Level I	Erhebungen auf einem systematischen, ganz Deutschland überziehenden Stichprobennetz, die flächenrepräsentative Informationen über den Waldzustand und dessen Entwicklung bereitstellen
Metadaten	Informationen über Messdaten (Wo werden sie erhoben? Wie werden sie erhoben? Wer erhebt sie?)
Modus	häufigster Wert einer Messreihe

### Glossar (Teil 3 / 5)

Ausdruck	Bedeutung
Naturraum / Naturlandschaft	Naturraum: Ein beliebig großer Ausschnitt aus der Erdoberfläche, der durch natürliche Elemente und Faktoren bestimmt wird (Naturlandschaft, Beeinflussung durch den Menschen fehlt). Naturlandschaft ist vielfach in die Kulturlandschaft integriert.
Nugget-Effekt	Natürlicher Werteunterschied ein und derselben Messgröße zwischen zwei benachbarten Punkten. Im Variogramm ist dies der Abstand zwischen Ordinaten-schnittpunkt und Ursprung des Variogramms auf der y-Achse.
Objektivität	Bearbeiterunabhängigkeit einer Beobachtung / Messung und Bewertung
Ökoklasse	Methodisch operationalisierte Raumeinheiten, in denen die Ausprägungen der zur Gliederung herangezogenen Merkmale weniger unterschiedlich sind als außerhalb → Landschaftseinheiten → Raumklasse
Ökologische Flächenstichprobe	Variante der → UB zur periodischen und bundesweiten Erhebung statistisch repräsentativer Daten zu strukturellen Ökosystemveränderungen für die Umweltökonomischen Gesamtrechnungen (→ UGR)
Ökologische Umweltbeobachtung	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) Nach ELLENBERG et. al (1978) Variante der → UB: Erfassung räumlicher und zeitlicher Trends von Ökosystemzuständen in Element- und Wirkungskatastern</li> <li>2) Beobachtungsansatz der → UB, gemäß § 12 BnatSchGE von 2001 ausgerichtet auf den Naturlandhaushalt i.e.S.; Instrument des Naturschutzes mit eingeschränktem Beobachtungsansatz unter Ausschluss der Schutzgüter "Menschliche Gesundheit" und "Materialien"</li> </ol>
Ökosystemforschung	Nach ELLENBERG et. al (1978) Variante der → UB: bio- und geowissenschaftliche Grundlagenforschung zu Funktion und Struktur von Ökosystemen
Operationalisierung	Angabe / Anwendung von empirischen und / oder statistischen Methoden zur quantitativen Erfassung eines definierten Sachverhalts
Potenzielle natürliche Vegetation	Vegetation, die sich unter gegenwärtigen Standort- und Klimaverhältnissen unter Ausschluss menschlicher Aktivitäten sofort einstellen würde

### Glossar (Teil 4 / 5)

Ausdruck	Bedeutung
Prädiktor	Merkmal (Variable), das in einem statistischen Modell (z.B. Regressionsgleichung, CART) eine → Zielvariable beschreibt.
Projektbegleitender Arbeitskreis	Fachleute aus Bundes- und Landesbehörden sowie Forschungseinrichtungen (→ BBA, BFH, BfN, BGR, BfG, BKG, BW LFU, StaBA)
Range	Aus dem → Variogramm abgeleiteter Raumausschnitt, in dem Messwerte → autokorreliert sind und innerhalb dessen zwischen Messpunkten statistisch begründet und räumlich gewichtet z.B. mit → Kriging interpoliert werden kann
Raumgliederung	Klassifikation von Raumausschnitten nach dem Grade ihrer Ähnlichkeit in Bezug auf ausgewählte Merkmale
Raumklasse	→ Ökoklasse
Regionalisierung	Räumliche → Klassifikation, → Geostatistik
Sill	Aus dem → Variogramm abgeleitete dem → range zugeordnete Semivarianz
Skalendignität	Merkmale von Objekten und die darüber erhobenen Daten lassen sich unterteilen in kategoriale (nominale), ordinale und metrisch-kontinuierliche. Diese Merkmals- und Datencharakteristik bestimmt die Zulässigkeit der Berechnung statistischer Masszahlen, mit denen z.B. die zentrale Tendenz und die Streuung einer Messwertverteilung gekennzeichnet wird.
Standortökologische Raumgliederung	→ Raumgliederung
Umweltbeobachtung	Quantifizierung ökosystemarer Strukturen und Funktionen u.a. durch → Ökosystemforschung, Umweltprobenbank, Ökologische Umweltbeobachtung (BMBF 1995; ELLENBERG et al. 1978); Erweiterung zu → allgemeine ökologische UB
Umweltbeobachtungsprogramm-Katalog (UBPK)	Metadatenbank zu Umweltprogrammen des BMU und anderer Bundesressorts; wurde in den → UDK des Bundes übernommen; inhaltlich weniger differenziert als → GIS UB
Umweltökonomische Gesamtrechnung (UGR)	Das StaBA strebt an, durch UGR die volkswirtschaftliche Bilanz zu ergänzen durch die monetäre Quantifizierung der Umweltschäden. Strukturelle Umweltveränderungen sollen in der → ÖFS empirisch erhoben werden
Umweltdatenkatalog (UDK)	Metadatenbank zu Umweltprogrammen; → UBPK, GIS UB

### Glossar (Teil 5 / 5)

<b>Ausdruck</b>	<b>Bedeutung</b>
Umweltministerkonferenz	Gremium, in dem die Umweltminister des Bundes und der Länder vertreten sind
Umweltprobenbank	Ansatz der → UB: Archiv, in dem Umweltproben für retrospektive Analysen gelagert werden
Variogramm-Analyse	Statistisches Verfahren zur Quantifizierung des Raumausschnittes (range), in dem Messwerte → autokorreliert sind und innerhalb dessen zwischen Messpunkten statistisch begründet und räumlich gewichtet z.B. mit → Kriging interpoliert werden kann
Zielvariable	Variable (= Kriterium, Merkmal, Messgröße), die in einem statistischen Modell durch andere Merkmale (→ Prädiktor) beschrieben wird

## 1 Projektziele und -randbedingungen

**Projekt UB II.** Das FuE- Vorhaben 299 82 212 (abgekürzt UB II) hat die Aufgabe, Verfahren zur Prüfung der räumlichen und inhaltlichen Verknüpfbarkeit von Umweltmessnetzen des Bundes und der Länder zu entwickeln und zu erproben. Damit leistet das Projekt einen Beitrag zur "Konkretisierung des Umweltbeobachtungsprogrammes im Rahmen eines Stufenkonzeptes der Umweltbeobachtung des Bundes und der Länder". Fachleute aus Behörden und Forschungseinrichtungen des Bundes und der Länder haben das Vorhaben UB II hinsichtlich der Datengrundlagen, der Methoden und der Ergebnisinterpretation in einem projektbegleitenden Arbeitskreis sowie einem Arbeitskreis Raumgliederung beraten. Vorgegangene Projekte, an die angeknüpft wird, Struktur, Ausgangslage, Ziele und Aufgaben des Projekts sowie die daraus abgeleitete Struktur dieses Abschlussberichts werden anschließend dargestellt.

**Vorläuferprojekte.** Das Vorhaben UB II knüpft inhaltlich und methodisch an zwei Vorgängerprojekte an:

- In dem Projekt "Umweltbeobachtungsprogramme des Bundes – Integration der Beobachtungsprogramme anderer Ressorts" (FKZ 204 01 119) wurden umweltrelevante Beobachtungsprogramme erhoben, die nicht vom BMU, sondern von anderen Bundesressorts betrieben werden. Die Ergebnisse dieser Erhebung sind zusammen mit Metadaten über die UB-Programme des BMU in dem Umweltbeobachtungsprogramm-Katalog (UBPK) dokumentiert und in den Umweltdatenkatalog des Bundes (UDK-Bund) übernommen worden.
- In dem Vorhaben "Entwicklung eines Modells zur Zusammenführung vorhandener Daten von Bund und Ländern zu einem Umweltbeobachtungssystem" (UB I, FKZ 29 781 126) wurde damit begonnen, mit einem digitalen Fragebogen Metadaten zu Umweltbeobachtungsprogrammen der Länder zu erheben, welche die Abfragen des UDK bzw. des UBPK so weit ausdifferenzieren, dass die in dem UB-Konzept des BMU (1999, S. 6) vorgesehene

Überprüfung der inhaltlichen und räumlichen Verknüpfbarkeit von UB-Messnetzen möglich ist. Die Ergebnisse sind in einer Metadatenbank dokumentiert, die an das Geografische Informationssystem Umweltbeobachtung (GIS UB) gekoppelt ist. Neben den Metadaten beinhaltet das GIS UB ökologische Flächendaten, die mit einem statistischen Verfahren zu landschafts-ökologisch definierten Raumklassen aggregiert wurden.

**Projektstruktur UB II.** Das Projekt UB II wurde in drei Teilvorhaben (TV) durchgeführt. Die Ergebnisse der fachlichen Ausformung des konzeptionellen Entwurfs für die Umweltbeobachtung (TV 1) und der Fortschreibung der Dokumentation von Programmen anderer Ressorts (TV 2) sind einem gemeinsamen Bericht beschrieben (CONDAT & v. KLITZING 2000). Die inhaltliche und räumliche Verknüpfung von UB-Messnetzen mittels einer ökologischen Raumgliederung und mit Hilfe der Metadaten zu den Ländermessprogrammen ist Gegenstand des TV 3 und des vorliegenden Abschlussberichts.

**Ausgangslage.** Die Problematik einer ungenügend koordinierten Umweltbeobachtung wird in der Fachliteratur seit Mitte der 70er Jahre behandelt und wurde auch vom SRU (1983, 1987, 1991) aufgegriffen. Das zuletzt genannte SRU-Gutachten fasst Erkenntnisse von FuE-Vorhaben zusammen, die im Anschluss an die Denkschrift Umweltbeobachtung (ELLENBERG et. al 1978) durchgeführt wurden. Entsprechend der Denkschriftprogramatik war es Ziel dieser Untersuchungen, an statistisch bestimmten, landschaftsökologisch repräsentativen Standorten Daten über die Hauptkompartimente terrestrischer Ökosysteme (Biotota, Boden, Luft, Wasser) zu erheben.

Wie ELLENBERG et. al (1978) fordert der SRU (1991) die Abwendung von dem bis heute überwiegenden Monitoring einzelner Hauptkompartimente terrestrischer, limnischer und mariner Ökosysteme in räumlich und organisatorisch nicht miteinander vernetzten Programmen, und er fordert die Implementierung eines medienübergreifenden Beobachtungssystems.

Nach SRU (1991) "ist 'Umwelt' ein komplexes System, das mit den bisher angewendeten sektoralen Instrumenten allein nur unzulänglich beeinflusst und gestaltet werden kann; diese führen oft nur zur Verschiebung eines Umweltproblems von einem Umweltmedium in ein anderes". Dementsprechend muss Umweltbeobachtung übergreifend konzipiert sein, d.h. die zahlreichen Aktivitäten der Umweltbeobachtung müssen zusammengeführt und soweit wie möglich integriert werden. Die UB müsse auf vergleichbaren Informationsgrundlagen, Methoden und Auswertungen beruhen sowie von der lokalen bis zur nationalen Ebene und darüber hinaus auch global gültig und akzeptiert sein (SRU 1991, Tz. 6). Eine solche "Allgemeine ökologische Umweltbeobachtung" erfordert dementsprechend einen Beobachtungsansatz,

- der eng mit der Ökosystemforschung verbunden ist und "die Umwelt als System begreift, d.h. die abiotischen und biotischen Einflussgrößen sowie die Reaktionen eines beobachteten Systems erfasst,
- dieses System durch repräsentative Standorte abbildet,
- an den bestehenden Standorten medienübergreifend beobachtet und
- sich an bestehende Zeitreihen und Standorte anpasst" (SRU 1991, Tz. 69).

Ein solches Beobachtungssystem sollte auch als "ökologisches Frühwarnsystem" dienen, mit dem "Umweltbeeinträchtigungen frühzeitig erkannt werden können" (SRU 1991, Tz. 6, 69). Dies bedeute keineswegs die Infragestellung der Notwendigkeit der sektoralen Umweltbeobachtung, sondern ihre Ergänzung. Diese Ansicht hat der Sachverständigenrat mehrfach wiederholt (SRU 1996, 1998).

Die 37. und 38. Umweltministerkonferenz (UMK) hat 1991 und 1992 die Forderungen des SRU (1991) aufgenommen und per Beschluss das BMU aufgefordert, die Bemühungen um die Einrichtung einer medienübergreifenden Umweltbeobachtung zu verstärken und die Forderungen des Sachverständigenrates umzusetzen. Zur Bereitstellung der fachlichen Grundlagen für die Realisierung dieses Ansatzes haben UBA und BfN 1993 begonnen, die zahlreichen Aktivitä-

ten des Bundes und der Länder in der Umweltbeobachtung zu bündeln und zu strukturieren. Neben einer Sicherstellung der Kontinuität von Erhebungen geht es dabei auch um erweiterte Möglichkeiten zur Auswertung der Beobachtungsergebnisse. Das 1996 vom UBA - im Auftrag des BMU und in Abstimmung mit dem BfN - erarbeitete "Konzept für ein Umweltbeobachtungsprogramm" wurde in den Folgejahren aufgrund seiner inhaltlichen Zielsetzung mehrfach überarbeitet und umbenannt, u.a. zum "Konzept ökologische Umweltbeobachtung des Bundes und der Länder" (BMU 1999). Trotz mehrfacher Abstimmungsgespräche mit den Ländern war es nicht möglich, eine breite Akzeptanz des Konzeptes zu erlangen.

Anlässlich der 25. Amtschefkonferenz (ACK) und der 54. Umweltministerkonferenz (UMK) wurde das umweltpolitische Konzeptpapier "Umweltbeobachtung - Stand und Entwicklungsmöglichkeiten" (BMU 2000) vorgelegt. Es enthält neben Anlass und Auftrag für eine Umweltbeobachtung auch Aussagen zu Informationslücken und Handlungsbedarf. Die Schrift ist Grundlage der Verhandlungen mit den Ländern sowie der Arbeiten des UBA und BfN. Begleitend zur Erarbeitung des umweltpolitischen Konzeptpapiers wurden vom UBA und dem BfN in den letzten Jahren mehrere Forschungsvorhaben in Auftrag gegeben, die der fachlichen Konkretisierung der SRU-Empfehlungen und der Schaffung methodisch-konzeptioneller Grundlagen für eine Umweltbeobachtung dienen sollen. In diesem Kontext steht das Vorhaben UB II.

Das "Konzept ökologische Umweltbeobachtung des Bundes und der Länder" (BMU 1999) sowie das Konzeptpapier "Umweltbeobachtung - Stand und Entwicklungsmöglichkeiten" (BMU 2000) sind einig in dem Ziel, dass "bestehende sektorale Beobachtungsprogramme ... vervollständigt, harmonisiert und zusammengeführt ... werden. ... **Kernfrage** [ist], inwieweit eine ... Zusammenführung der verschiedenen sektoral durchgeführten Programme möglich und sinnvoll ist" (BMU 1999, S. 6 f.; Hervorhebung durch Verf.). Dieses Ziel ist deshalb von besonderer praktischer Bedeutung, als die bestehenden Umweltbeobach-

tungsprogramme "überwiegend anlassbezogen" als "sektorale Messnetze" (BMU 2000, S. 1, 4) eingerichtet wurden, so dass eine synoptische Bestandsaufnahme die wesentliche Voraussetzung dafür ist,

- "geografische Fehlstellen in der Umweltbeobachtung herauszufinden,
- thematische Lücken in der Umweltbeobachtung und damit bei der problembezogenen Umweltberichterstattung zu verdeutlichen" (BMU 2000, S. 2).

**Projektziel.** Das TV 3 des Projekts UB II ist direkt auf die zuletzt zitierte Kernfrage und die beiden damit verknüpften Aufgabenstellungen ausgerichtet. Denn in Ergänzung zu dem Vorhaben UB I geht es darum, Verfahren zur Prüfung der räumlichen und inhaltlichen Verknüpfbarkeit umweltrelevanter Beobachtungsprogramme von Bund und Ländern zu entwickeln und zu erproben.

**Aufgabenstellung und Berichtsstruktur.** Entsprechend dieser Zielsetzung wurden in dem Projekt UB II folgende Schwerpunkte bearbeitet:

- GIS-gestützte landschaftsökologische Gliederung Deutschlands (→ Kap. 3),
- Erhebung von Informationen über bestehende Messprogramme mit einem digitalen Fragebogen und Anbindung dieser Metadaten an das GIS (→ Kap. 4) sowie
- Entwicklung bzw. Implementierung und Anwendung statistischer Verfahren und GIS-Funktionalitäten zur Prüfung der inhaltlichen und räumlichen Verknüpfbarkeit der UB-Messnetze (→ Kap. 5, 6).

## 2 Untersuchungskonzeption

Die Grundkonzeption der vorliegenden Untersuchungen setzt bei dem erreichten Stand der Forschung zur Analyse bestehender Umweltmessnetze und Planung neuer Beobachtungsansätze (z.B. Ökologische Flächenstichprobe, ÖFS) an. Er wird anschließend allgemein und hinsichtlich der in dieser Untersuchung eingesetzten Verfahren speziell gekennzeichnet (→ Kap. 3 bis 6).

**Stand der Forschung.** Praxisorientierte wissenschaftliche Messnetzanalyse und –planung basiert hauptsächlich auf statistischen Verfahren der räumlichen Verallgemeinerung von Messwerten und auf Ansätzen der Raumgliederung (Übersichten in: KLEEBERG, Hrsg. 1993; RICHTER, Hrsg. 1967; SCHRÖDER et al. 1994; STEINHARDT & VOLK 1999; UBA, Hrsg. 2000). Die den landschaftsökologischen Raumgliederungen zugrundeliegende Idee, ökologisch definierte Raumausschnitte als Ergebnis und somit als Integralindikatoren ökosystemarer Stoff- und Energieflüsse zu interpretieren, griffen ELLENBERG et al. (1978) für ihre Denkschrift zur Errichtung eines ökologischen Informationssystems auf. Dieses sollte auf drei sich räumlich und methodisch ergänzenden Varianten der Umweltbeobachtung basieren:

- in Schwerpunkträumen konzentrierte Ökosystemforschung (grundlegende Analyse von Ökosystemfunktionen und -strukturen),
- Umweltprobenbank (retrospektiv) sowie
- flächenbezogene Ökologische Umweltbeobachtung (planungsorientierte Element- und Wirkungskataster).

Nach diesem bis heute wissenschaftlich wie praktisch wegweisenden Umweltbeobachtungskonzept (HABER 1998) ist die an landschaftsökologischen Repräsentanzkriterien orientierte Auswahl von UB-Messstellen zu ergänzen durch die Extrapolation der an diesen UB-Messstellen erhobenen Daten in die Fläche (FRÄNZLE & KILLISCH 1980; FRÄNZLE et al. 1987 a, 1987 b 1992). Dieser zweiteilige Ansatz wird mittlerweile in verschiedenen UB-relevanten Untersuchungen angewendet (HOFFMANN-KROLL et al. 1998; SCHRÖDER et al. 1998; UBA, Hrsg. 2000); er ist auch maßgeblich für die beiden methodischen Säulen des Projekts UB II (→ Kap. 5.2.1, 5.2.2).

**Zwei methodische Säulen.** Nach BMU (2000, S. 2) ist eine „Bestandsaufnahme und Zusammenschau“ der Umweltbeobachtung von Bund und Ländern für erforderlich, damit ggf. bestehende „geografische Fehlstellen“ und „thematische Lücken“ identifiziert werden können. Dies setzt voraus, dass die inhaltliche und

räumliche Verknüpfbarkeit vorhandener Messnetze von Bund und Ländern festgestellt wird (BMU 1999, S. 6). Folglich beruht die Konzeption der vorgestellten Untersuchungen im wesentlichen auf zwei methodischen Säulen. Zur Bestimmung der räumlichen Verknüpfbarkeit von Umweltmessnetzen greifen wir zurück auf die in der UB-Denkschrift (ELLENBERG et al. 1978) verankerte Forderung, bei der Bewertung vorhandener Messstellen ebenso wie bei der Auswertung der an ihnen gewonnenen Messdaten das Kriterium der räumlichen Repräsentanz mit statistischen Verfahren zu operationalisieren. Dieses wissenschaftlich wie praktisch gleichermaßen essentielle methodische Vorgehen zur Verknüpfung von Messnetzen nach räumlichen Kriterien (BEIER 2000; LORENZ 1984; SCHRÖDER et al. 1997) wird in der vorliegenden Untersuchung ergänzt durch Verfahren, mit denen die inhaltliche Verknüpfbarkeit vorhandener Messnetze von Bund und Ländern und damit ihre Nutzbarkeit für die umweltmedienübergreifende UB im Sinne des UB-Konzepts (BMU 1999, S. 6) geprüft werden kann. Da hierfür die Metadaten des UDK und UBPK nicht ausreichend differenziert sind (CONDAT & V. KLITZING 2000), wurden in dem TV 3 des Projekts UB II Metadaten u.a. über die Messgrößen und -methoden sowie die Qualitätssicherung von 40 Messnetzen mit einem digitalen Fragebogen erhoben und in die Metadatenbank des GIS UB überführt (→ Kap. 4). Die Operationalisierung der Kriterien „räumliche und inhaltliche Verknüpfbarkeit von UB-Messnetzen“ orientiert sich aus erkenntnistheoretischen Gründen an den grundlegenden Qualitätsmerkmalen der Messtheorie (BEIER 2000; HEINRICH & KLUGE 1994; SCHRÖDER et al. 1991; WAGNER et al. 1997).

**Messqualitätskriterien.** Bei Datenerhebungen sind mehrere Qualitätskriterien zu optimieren. Das gilt in besonderem Maße, wenn quantitative Befunde Grundlage für staatliches Handeln sein sollen, das grundsätzlich einer juristischen Prüfung standhalten können muss (Rechtsstaatsprinzip) (ALEXY 1991; SCHRÖDER 2000). Deshalb werden mit dem elektronischen Fragebogen folgende Optimierungskriterien abgefragt (→ Kap. 4, Anhang A.2.2.1):

- (a) *Richtigkeit*. Messergebnisse sollen so weit wie möglich richtig sein, das heißt, sie sollen quantitativ nachweisbar die wahren (realen) Verhältnisse möglichst unverzerrt ausdrücken.
- (b) *Objektivität*. Messdaten sollen so weit wie möglich bearbeiterunabhängig sein. Dies setzt nachvollziehbare Datenerhebungsprozeduren voraus und ist zu dokumentieren.
- (c) *Reliabilität*. Messergebnisse sollen so weit wie möglich wiederholbar richtig und objektiv erhoben werden.
- (d) *Repräsentanz*. Viele Sachverhalte sind in Raum und Zeit nicht homogen verteilt. Diese räumliche und zeitliche Differenzierung durch die untersuchte Stichprobe sollte so weit wie möglich unverzerrt abgebildet werden.
- (e) *Validität*. Messdaten sollen so weit wie möglich gültig sein. Das bedeutet zum einen, dass die Kriterien (a) bis (d) optimal und quantitativ belegt erfüllt sind. Ergänzend kommt die Forderung nach Konstruktvalidität hinzu: Da viele Sachverhalte nicht direkt messbar sind, sind sie in messbare Einzelsachverhalte zu untergliedern. Diese müssen eine fachwissenschaftlich belegbare Aussagekraft für den messtechnisch nicht direkt zugänglichen Sachverhalt besitzen. Die Konstruktvalidität beschreibt also die Beziehung zwischen einem für die jeweilige Messtechnik zu komplexen Sachverhalt (Indikandum) und den an seiner Stelle ausgewählten messbaren Teilsachverhalten (Indikatoren).

Ergänzend zu den Metadaten des UDK und des UBPK wurden in dem Projekt UB II mit einem digitalen Fragebogen Informationen zu Messgrößen und -methoden sowie zu den Messqualitätskriterien (a) bis (e) für UB-Messnetze erhoben (→ Kap. 4). Die Angaben zu den Messqualitätskriterien sind entscheidend für die Prüfung der inhaltlichen Verknüpfbarkeit von UB-Messnetzen. Ihre räumliche Verknüpfbarkeit bemisst sich nach dem Kriterium der Repräsentanz (→ Kap. 5).

**Repräsentanz.** In der vorliegenden Untersuchung erfolgt die Repräsentanzanalyse durch

1. die Prüfung der räumlichen Repräsentanz von Messdaten und
2. die Bestimmung der landschaftsökologischen Repräsentanz von Raumausschnitten, an denen ökologische Untersuchungen zukünftig durchgeführt werden sollten oder an denen solche bereits erfolgen.

Diese auf FRÄNZLE & KILLISCH (1980) bzw. FRÄNZLE et al. (1987 a, 1987 b 1992) zurückgehende Verfahrenskombination entspricht dem heutigen Stand der Forschung (HINTERDING & STREIT 2000; KLEEBERG, Hrsg. 1992; KOTHE & SCHMIDT 1994; UTERMANN et al. 1999; UTERMANN & DÜWEL 2000; WOLFF et al. 2000). Die Prüfung der Messdaten-Repräsentanz erfolgt in der vorliegenden Untersuchung mit geostatistischen Verfahren (→ Kap. 5.2.1). Die landschaftsökologische Messstellen-Repräsentativität wird mit einem multivariat-statistischen Verfahren festgestellt. Hierbei werden potenzielle oder vorhandene Untersuchungsobjekte nach dem Grade ihrer Ähnlichkeit in Bezug auf fragestellungsrelevante Merkmale klassifiziert. Anschließend werden die das jeweilige Spektrum der Merkmalsausprägungen am besten repräsentierenden Objekte bestimmt bzw. der 'Abstand' vorhandener Messobjekte zu diesem Optimum quantifiziert. Fachliche Grundlage hierfür sind Ansätze landschaftsökologischer Raumgliederungen.

**Raumgliederungen** sind ein Schwerpunkt geografischer und geobotanischer Arbeiten zur Landschaftsökologie. Übergeordnetes Ziel ist es dabei, Landschaften in Teilräume zu untergliedern, die in Bezug auf diejenigen Merkmale in einem bestimmten Betrachtungsmaßstab homogen sind, welche einen Rückschluss auf den Stoffhaushalt des betrachteten Raumausschnittes gestatten. Die in solchen ermittelten Messwerte können insofern angemessen naturwissenschaftlich interpretiert werden, „da – bei richtiger Versuchsanordnung – für alle gewonnenen Werte ein erheblicher Teil der im homogenem System gegebenen Bedingungen als konstant betrachtet werden können ... Der Vorteil des

Verfahrens, Partialkomplexe ... der Untersuchung zugrundezulegen, liegt darin, dass die in diesen landschaftsökologischen Hauptmerkmalen erfassbaren quantitativen Beziehungen in dem gegebenen Beziehungssystem ihre Gültigkeitsgrenzen finden, während isolierte Befunde oder deduktiv abgeleitete Werte unsicher bleiben, weil sie die im natürlichen System liegenden Einflüsse nicht berücksichtigen können“ (NEEF 1967, S. 23).

Die Klassifikation solcher homogener Einheiten „vermittelt zahlreiche Befunde über Standorte, die zu Typen zusammengefasst werden können, die gleiches oder ähnliches Verhalten aufweisen. Die Merkmalsverbindungen sind oftmals sehr streng, das heißt, dass sich nur jeweils bestimmte Merkmale mit begrenzten Quantitäten zu einem Typ vereinigen, so dass die Möglichkeit besteht, Standorte durch einzelne der aussagekräftigen und besonders eng korrelierten Merkmale anzusprechen, ohne die ganze Breite der Eigenschaften im Gelände nachmessen zu müssen“ (NEEF 1967, S. 26).

Diese „landschaftsökologische Verwandtschaft“ (RICHTER 1967, S. 136) ist ein maßstabsunabhängig nutzbares Ordnungsprinzip, das sich heutzutage mit multivariat-statistischen Verfahren und GIS fragestellungsbezogen operationalisieren lässt. Ergebnis sind landschaftsökologisch definierte Raumeinheiten, die aufgrund des Rückschlusses von den beobachtbaren Merkmalskombinationen auf die stofflichen Prozesse als Indikatoren für den Stoffhaushalt fungieren. Wenn diese landschaftsökologischen Raumeinheiten demnach auch Stoffhaushaltstypen repräsentieren, sollte die Beeinflussung des Stoffhaushaltes durch anthropogene Einflüsse in diesen Räumen durch UB-Messstellen erfasst werden (→ Kap. 5.2.1). Die an diesen möglichst repräsentativen Messstellen erhobenen Daten sind aber nicht ohne geostatistische Prüfung auf diese landschaftsökologisch definierten Raumeinheiten übertragbar (→ Kap. 5.2.3). Jedoch sind Kenntnisse über Klima, Vegetation und Böden derjenigen Landschaftseinheiten, in denen UB-Messstellen betrieben werden und für die deren Messdaten gültig sind, stets wichtig für die Messwertinterpretation, denn sie

sind die Rezeptoren der mit den UB-Messstellen quantifizierten anthropogenen Störungen. Entscheidend für die Aussagekraft der Messdaten aus verschiedenen UB-Netzen ist ihre räumliche und inhaltliche Verknüpfbarkeit.

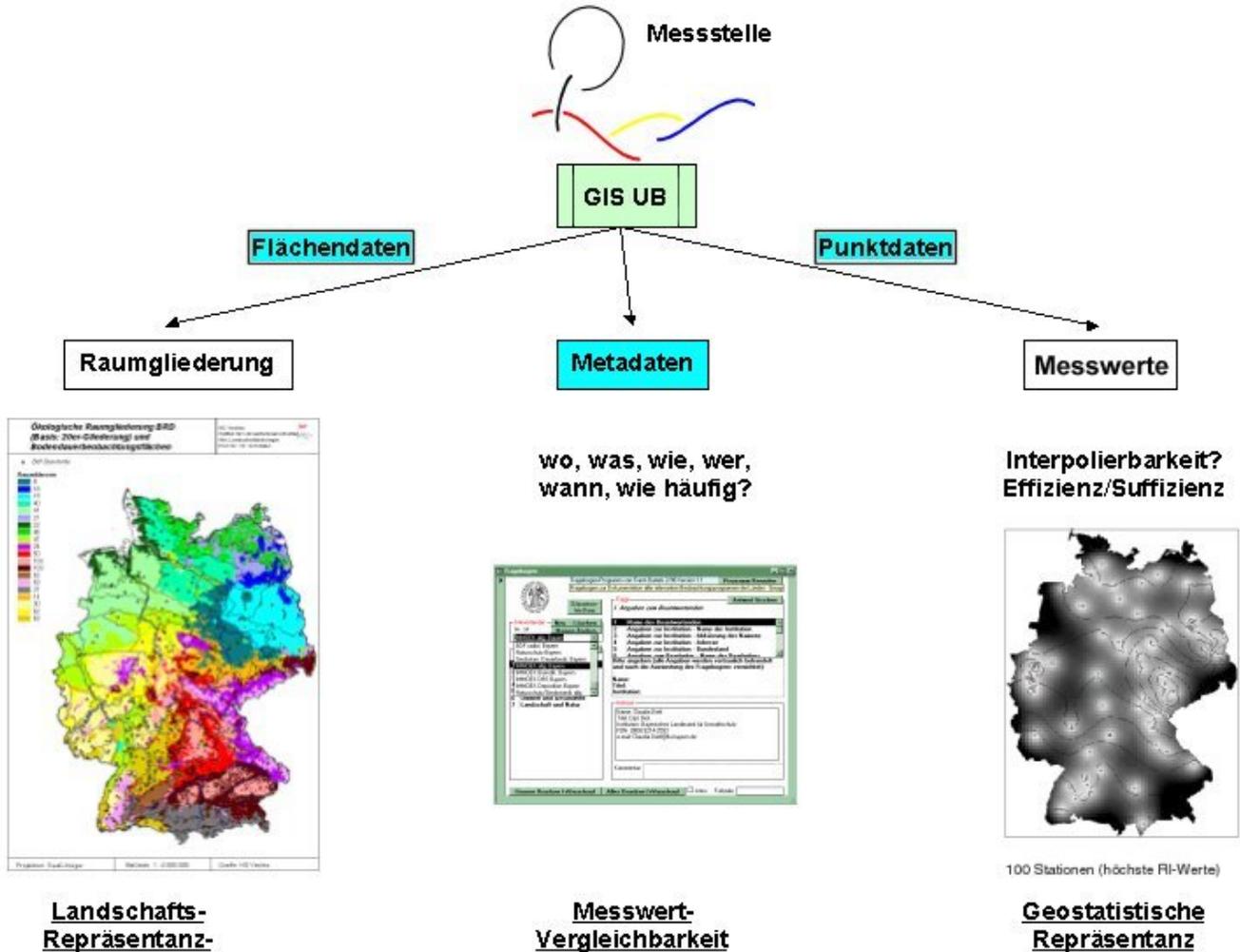
**Verknüpfbarkeit vorhandener Messnetze.** Die quantitative Erfassung der Ökosystemhauptkompartimente Biota, Boden, Luft und Wasser erfolgt derzeit überwiegend nicht gemeinsam an jeweils einer von  $n$  Messstellen, sondern für jedes Umweltmedium besteht in jedem Bundesland mindestens ein Messnetz, dessen Geometrie zu anderen UB-Netzen nicht kongruent ist. Diese Tatsache steht dem fachlich unbestrittenen Anspruch der umweltmedienübergreifenden UB entgegen (ELLENBERG et al. 1978). Zudem entspricht eine medienübergreifende UB der praktischen Erkenntnis, dass sich viele Umweltprobleme nicht durch Maßnahmen zu Gunsten jeweils einzelner Schutzgüter lösen lassen. Schließlich ist die medienübergreifende UB Voraussetzung für die Prüfung, ob durch Maßnahmen für einzelne Schutzgüter Belastungen für andere Umweltmedien entstehen oder ob die Politik medienübergreifende Umweltverbesserungen bewirken konnte.

Folglich ist die Prüfung der Verknüpfbarkeit vorhandener UB-Messnetze ein wichtiges Ziel des UB-Konzeptes (BMU 1999, S. 6, 50). Wie in den vorangegangenen Absätzen gezeigt, ist dies zum einen wissenschaftlich bedeutsam. Zum anderen sollten vorhandene Messnetze nach inhaltlichen und räumlichen Kriterien auch aus praktischen Gründen nicht dadurch miteinander verknüpft werden, dass man sie physikalisch verlagert. Vielmehr ist zuvor zu prüfen, ob die Messnetzverknüpfung auch durch statistische Extrapolation (→ Kap. 5.2.3) oder durch fachlich gut begründete Analogieschlüsse auf der Grundlage einer ökologischen Raumgliederung (→ Kap. 3 und 5.2.1) erreicht werden kann. Denn zum einen ist es sehr wichtig, vorhandene Messreihen fortzusetzen, da sich Umweltzustandsveränderungen oft nur anhand von Dauerbeobachtungen mit ca. 30-jährigen Messreihen zuverlässig erfassen lassen. Zum anderen ist es aus finanziellen Gründen angezeigt, die Messdaten vom Erhebungspunkt in in-

formationsfreie Räume statistisch zu übertragen, anstatt die Messeinrichtungen der verschiedenen Beobachtungsprogramme physikalisch an jeweils einer von  $n$  Messstellen zusammenzuführen. Auf Grundlage dieser landschaftsökologischen und praxisorientierten Erwägungen wurde in dem Projekt UB II ein Untersuchungskonzept entwickelt und technisch realisiert, das die anschließend aufgeführten, in → Kapitel 4 und → Anhang A.2.2.2 genauer dargestellten Komponenten umfasst:

- **Messnetz-Metadaten.** Die Länder-UDK genügen „nur bedingt den Anforderungen der Umweltbeobachtung“, weil u.a. die „Beschreibungstiefe von UDK-Objekten ... bearbeiterspezifisch sehr heterogen“ ist (CONDAT & v. KLITZING 2000, S. 27). Dem steht jedoch das Ziel einer Überprüfung der räumlichen und inhaltlichen Verknüpfung von Umweltmessnetzen entgegen (BMU 1999, S. 6; BMU 2000, S. 2), so dass in den Vorhaben UB I und UB II Informationen über bestehende Umweltmessnetze mit einem digitalen Fragebogen in Ergänzung zum UDK erhoben wurden (→ Kap. 4). Diese Metadaten werden in eine Metadatenbank überführt, die an das GIS UB gekoppelt wird. Im GIS UB ist die Verknüpfung der Metadaten mit der ökologischen Raumgliederung und den Messdaten der Umweltbeobachtung möglich (→ Kap. 6).
- **Flächendaten / Raumgliederung.** Das GIS UB enthält Flächendaten, aus denen eine landschaftsökologische Raumgliederung Deutschlands multivariat-statistisch abgeleitet wird (→ Kap. 3). Diese Raumgliederung dient zur Bestimmung der Landschaftsrepräsentanz der UB-Messnetze (→ Kap. 5).
- **Punktdaten.** Das GIS UB enthält neben den Metadaten und den Flächendaten auch Punktdaten. Dies sind zum einen die geografischen Koordinaten der UB-Messstellen, zum anderen ausgewählte Daten, die dort erhoben werden. Damit ist eine Verknüpfung von Meta-, Mess- und Flächendaten im GIS möglich (→ Kap. 6).

**Abbildung 1:** Integration von Flächen-, Meta- und Punktdaten im GIS UB



Bayern, Brandenburg, Saarland, Schleswig-Holstein, Hamburg und Hessen haben den digitalen Fragebogen beantwortet. Baden-Württemberg hat über die Messprogrammebene hinaus bis auf die Stufe der Messstellen ausdifferenzierte Metadatenerhebung in dem mit Landesmitteln finanzierten Projekt „Pilotvorhaben zur integrierenden ökologischen Umweltbeobachtung. Modellentwicklung für eine medienübergreifende Interpretation von Messdaten“ durchführen lassen.

Die vom BMU (2000, S. 2) angestrebte synoptische Auswertung der UB des Bundes und der Länder war somit in der Laufzeit des Projekts UB II nicht möglich. Von daher steht die Raumgliederung Deutschlands anhand der potenziell natürlichen Vegetation (PnV) im Vordergrund. Die für die Überprüfung der inhaltlichen und räumlichen Verknüpfbarkeit von Umweltmessnetzen vorrangige Auswertung der Meta- und Messdaten konnte nicht den Hauptarbeitsschwerpunkt bilden. Die PnV-Raumgliederung Europas und die Raumgliederung Deutschlands anhand der Wassereinzugsgebiete konnte aus den in den → Kapiteln 3.5 und 3.6 erwähnten Gründen nicht berechnet werden. Diese veränderte Schwerpunktbildung drückt sich in der Reihenfolge und Ausgestaltung der → Kapitel 3 bis 6 (Raumgliederung, Metadatenerhebung, Repräsentanzanalysen, Verknüpfung von Meta-, Mess- und Flächendaten) aus.

### **3 Raumgliederung**

Eine Grundlage für die Analyse und Bewertung von Umweltmessnetzen ist deren Einordnung in landschaftsökologisch definierte Raumklassen (→ Kap. 2). Methodische Grundlage der in → Kapitel 3.4 vorgestellten ökologischen Gliederung Deutschlands ist das *CART*-Verfahren. Wesentlich für das Gliederungsergebnis ist die Klassifikationsmethode und die damit verarbeiteten Daten. Deshalb werden vor der näheren Beschreibung des Verfahrens (→ Kap. 3.3) und der Ergebnisse (→ Kap. 3.4) Verwendungszweck, Auswahlgründe, Funktionen und Struktur der statistischen Methode (→ Kap. 3.1) sowie die Datengrundlagen (→ Kap. 3.2) dargestellt.

#### **3.1 Anlass und Ziel**

Anlass und Ziel der Raumgliederung in dem Projekt UB II stehen im Zusammenhang mit dem umweltpolitischen Konzeptpapier "Umweltbeobachtung - Stand und Entwicklungsmöglichkeiten" (BMU 2000). Demnach ist eine „Bestandsaufnahme und Zusammenschau“ der UB von Bund und Ländern erfor-

derlich, damit ggf. bestehende „geografische Fehlstellen“ (BMU 2000, S. 2) identifiziert werden können. Dies setzt voraus, dass die räumliche Verknüpfbarkeit der Messnetze von Bund und Ländern festgestellt wird (BMU 1999, S. 6). Hierzu werden benötigt: Metadaten über die UB-Messnetze (→ Kap. 4), UB-Messdaten (→ Kap. 5.2.2) und eine ökologische Raumgliederung.

**Geografische Fehlstellen?** Die UB soll Informationen für den Schutz der Lebensgrundlagen von Menschen, Pflanzen und Tieren liefern. Wichtig für die Nutzbarkeit vorhandener Informationen ist deren Aussagekraft. Das bedeutet zusätzlich zu den Aspekten der Datenerhebung (Messgrößen, -methoden und -qualität; → Kap. 4; BEIER 2000; MOHNEN 1996; SCHRÖDER et al. 1991), dass die Beobachtungsnetze die Strukturen des Schutzguts Umwelt hinreichend (suffizient), d.h. möglichst ohne "geografische Fehlstellen" (BMU 2000, S. 2) und wirtschaftlich (effizient) abbilden sollten. Zur Überprüfung dieses Ziels benötigt man geeignete statistische Verfahren, die dem Stand der Methodenentwicklung entsprechen.

**Stand der Methodenentwicklung.** Wenn man über die Lagekoordinaten und die empirischen Daten der Messstellen eines UB-Netzes verfügt, dann kann man mit den geostatistischen Verfahren Variogrammanalyse und Kriging untersuchen, ob die Monitoringstandorte hinsichtlich Zahl und geografischer Anordnung die räumliche Struktur der Messgrößen so zuverlässig erfassen, dass zwischen den Messstellen statistisch begründet interpoliert werden kann (BEIER 2000; DEUTSCH & JOURNEL 1998; GOOVAERTS 1997) (→ Kap. 5.2.3).

Liegen jedoch die Messdaten nicht vor, so kann man lediglich untersuchen, ob die räumliche Verteilung der Messstandorte die funktional wichtigen räumlichen Strukturen des Schutzgutes, d.h. die landschaftsökologische Struktur erfasst. Das setzt eine Definition des Konstrukts "landschaftsökologische Raumstruktur" voraus, welche die Methode für ihre empirisch-statistische Erfassung enthält. Eine solche operationale Definition ist die entscheidende Voraussetzung

dafür, dass das Ergebnis der Raumgliederung nachvollziehbar, bearbeiterunabhängig (objektiv), wiederholbar (reliabel) und in diesem Sinne gültig (valide) ist (→ Kap. 2). Da nicht überprüfbar ist, ob die vorhandenen Raumgliederungen (MEYNEN et al. 1962; RENNERS 1992) diese drei Optimierungskriterien erfüllen, wurden in den Projekten UB I und UB II zwischen BMU, BfN, UBA und StaBA abgestimmte landschaftsökologische Gliederungen erarbeitet, von denen schließlich die in → Kapitel 3.4 ausführlich beschriebene Variante als die fachlich beste ausgewählt wurde.

**Wozu Raumgliederungen?** Raumgliederungen sind Klassifikationen (Zusammenfassungen) einzelner Flächen nach dem Grade ihrer Ähnlichkeit hinsichtlich bestimmter – hier: landschaftsökologischer - Merkmale. Raumgliederungen dienen folgenden Zwecken:

- (1) Die Raumgliederung beschreibt die landschaftsökologische Raumstruktur des empirisch nicht überschaubaren Beobachtungsobjektes 'Bundesrepublik Deutschland' in statistisch fundierter Weise.
- (2) Die Raumgliederung kann nachbarschaftsanalytisch hinsichtlich der Frage ausgewertet werden, ob vorhandene bzw. gesuchte Messflächen in den landschaftsökologischen Raumeinheiten vertreten sind und deren "typische" räumliche Vergesellschaftung repräsentieren (Repräsentanzanalyse → Kap. 5).
- (3) In Analogie zur empirischen Messnetz- und Versuchsfeldplanung im Gelände hilft die Raumgliederung bei der Bewertung vorhandener Messpunkte (Liegen vorhandene Messflächen auf typischen Standorten?) bzw. bei der Suche nach alternativen Beobachtungsflächen (Wo sind repräsentative Messflächen?) in einem empirisch unüberschaubaren Raum (hier: Bundesrepublik Deutschland, s.o.). Die landschaftsökologische Gliederung ist also eine "Orientierungshilfe im Datenraum" und entspricht insofern der Orientierung des Empirikers im Gelände vor der Installation von Beobachtungseinrichtungen und der Probenentnahme (Versuchsfeldplanung) sowie der kritischen Überprüfung bereits durchgeführter

Beobachtungen bzw. Probenentnahmen (Versuchsfeldanalyse) (LORENZ 1984).

SCHULZKE et al. (1998) haben eine agrarökologische Gliederung Westeuropas vorgelegt. Sie fußt auf empirisch gut abgesicherten Regressionsmodellen über die Beziehungen zwischen Boden, Kulturpflanzen und Klima. In dem statistischen Modell der Raumgliederung des Vorhabens UB II sind aus fachlichen Gründen aber nicht Kulturpflanzen die Zielvariable, sondern die potenziell natürliche Vegetation. Ihre statistische Verknüpfung mit Boden und Klima ist aber im Gegensatz zu den Kulturpflanzen nicht in Form von Regressionsmodellen beschrieben, sondern lediglich verbal. Deshalb musste in den Projekten UB I und UB II eine neue Raumgliederung erarbeitet werden.

Raumgliederungen können mit verschiedenen Verfahren durchgeführt werden. Einen Überblick hierzu geben SCHRÖDER (1994) sowie STEINHARDT & VOLK (Hrsg. 1999). Neben den Eingangsdaten bestimmt die Methodenwahl das Raumgliederungsergebnis maßgeblich.

**Methodenwahl.** Es stehen sehr viele Klassifikationsverfahren zur Verfügung, die sich zwei Typen zuordnen lassen: Man kann Objekte vorhandenen Klassen zuordnen (gebundene Klassifikation), oder man sucht nach Gruppen innerhalb der Daten (ungebundene Klassifikation). Bei dem zuletzt erwähnten Typ werden die Objekte nach dem Grad ihrer Ähnlichkeit in vorher nicht beschriebenen Klassen zusammengeführt. Eine solche „ungebundene Klassifikation“ liegt der Auswahl der Hauptforschungsräume des deutschen Ökosystemforschungsprogramms zu Grunde (BMBF 1995; FRÄNZLE et al. 1987). Auch die vom Statistischen Bundesamt für die Stratifizierung der ÖFS vorgelegte Raumgliederung Deutschlands (HOFFMANN-KROLL et al. 1998) basiert auf einer solchen freien Klassifikation (ISODATA-Verfahren).

Die Anwendung ungebundener Klassifikationen zur Raumgliederung stößt häufig auf zwei Vorbehalte: Zum einen fehle die theoretische Grundlage in Form eines fachlich begründeten Modells der Klassenbildung. Zum anderen seien Raumgliederungen, die auf freien Klasifikationen beruhen, zu stark zersplittert und genügten i.d.R. nicht dem Kriterium der räumlichen Kontingenz. Dass voneinander getrennte Flächen nicht zu einer Raumklasse gehören sollten, wird in der Fachdiskussion von einigen Autoren als unbedingt erforderlich angesehen wird (SCHRÖDER 1994).

Diese Erfahrung war in den FuE-Vorhaben UB I und UB II ausschlaggebend für die Suche nach einem Gruppierungsverfahren, das die Teilflächen der BRD in landschaftsökologisch begründete Klassen einordnet und dabei deren Homogenität in Bezug auf aussagekräftige Merkmale schrittweise optimiert. Diese Techniken bezeichnen wir als „gebundene Klassifikation“.

Im Weiteren müssen folgende technische Anforderungen an ein Gruppierungsverfahren, das zur Ableitung einer Raumgliederung für Deutschland herangezogen werden kann, gestellt werden:

- Das Verfahren muss die Verarbeitung von Daten mit unterschiedlichen Skalenniveaus erlauben, da in die Ableitung einer landschaftsökologisch-begründbaren Raumgliederung sowohl kategoriale wie metrisch-kontinuierliche Daten zur Beschreibung von Boden- und Klimaparameter einfließen müssen.
- Das Verfahren muss in der Lage sein, einen sehr großen Datensatz mit bis zu ca. 90.000 zu klassifizierenden Elementen zu verarbeiten, der zur Beschreibung der Boden- und Klimaparameter für Deutschland bei einer räumlichen Auflösung von 4 km<sup>2</sup> notwendig ist.

Intensive Recherchen in Fachliteratur und Internet sowie die Diskussion mit britischen Kollegen [WS 12]\* haben gezeigt, dass nur sehr begrenzt Algorithmen vorhanden sind, die diesen fachlichen und technischen Anforderungen gerecht werden.

Rasterbasierte, digitale Bildverarbeitungssysteme stellen unterschiedliche wahrscheinlichkeits-theoretisch-basierte Klassifizierungsalgorithmen zur Verfügung, die die Verarbeitung großer Datenmengen erlauben und die vor allem zur Ableitung von Landnutzungsdaten aus Satellitenbildern herangezogen werden (CORINE-Landcover). Diese Verfahren gestatten jedoch nicht die Bearbeitung von Eingangsdaten mit unterschiedlichen Skalenniveaus.

In Psychologie, Soziologie und Ökonomie eingesetzte Clusteralgorithmen erlauben zwar die gleichzeitige Verarbeitung von kategorialen, ordinalen und metrisch-kontinuierlichen Daten. Ihre Anwendung ist allerdings aufgrund des enorm hohen Speicherplatzbedarfs und Rechenaufwandes auf nur geringe Datenmengen beschränkt. Als Beispiele hierfür seien genannt

- pam (partitioning around medoids): Dieses Verfahren ist im kommerziellen Softwarepaket SPLUS implementiert und anwendbar für bis zu ca. 250 Datensätze (MATHSOFT - DATA ANALYSIS PRODUCTS DIVISION, 1997). In einem ersten Schritt wird bei pam eine sogenannte „Dissimilarity matrix“ berechnet, die die „Unähnlichkeit“ der zu klassifizierenden Objekte untereinander beschreibt. Nach Vorgabe der Anzahl der zu bildenden Klassen wird dann über ein iteratives Verfahren eine Gruppierung der Objekte vorgenommen, wobei die „Unähnlichkeit“ von Objekten innerhalb der Gruppe minimiert wird.
- MDL-Clustering (Minimum Description Length Clustering): Dieses an der Universität in Wales entwickelte Verfahren basiert auf der Informationstheorie. Eine Gruppierung der Objekte wird unter Minimierung der Kodierungs-

---

\* Hinweis auf Websites [WS ] und Newsgroups [NG ] in → Kapitel 8.2

längen von Gruppen-beschreibenden Ungleichungen abgeleitet. Nach den Autoren dieses Verfahrens ist eine Bearbeitung von bis zu 500 Objekten möglich ([WS 12]).

Im Gegensatz zu den aufgezeigten Algorithmen erfüllt *CART* (Classification and Regression Trees, BREIMAN et al. 1984), ein Klassifikationsverfahren aus der Gruppe der tree based models (SCHRÖDER 1994), die gestellten fachlichen und technischen Anforderungen. Im Vergleich zu allen kommerziellen Klassifizierungsverfahren hat *CART* den Vorteil, sehr große Mengen kategorialer, ordinaler und metrisch-kontinuierlicher Daten ohne Veränderung ihrer Skalendignität zu verarbeiten. Dies ist wichtig, denn die Raumgliederung Deutschlands wird anhand der in 72 Klassen differenzierten potenziell natürlichen Vegetation (kategoriale Ziel- / Kriteriumsvariable) und der Flächeninformationen zu Boden (kategorial) sowie Klima und Höhenlage (metrisch) berechnet (→ Tabelle 2). Ferner werden von *CART* automatisch alle mit einem gegebenen Datensatz möglichen Gliederungen ermittelt. Sie sind anhand statistischer Maßzahlen miteinander vergleichbar, und auf dieser Grundlage wird die statistisch optimale Gliederungsvariante ermittelt. Diese ist vom Anwender nach fachlichen, d.h. hier nach landschaftsökologischen Kriterien modifizierbar.

Neben der Methodenwahl bestimmen die Datengrundlagen und das statistische Modell das Raumgliederungsergebnis wesentlich. Deshalb werden die zur Raumgliederung und zur ergänzenden Beschreibung der Raumklassen verwendeten ökologischen Flächendaten in → Kapitel 3.2 dargestellt.

### **3.2 Datengrundlagen: PnV-Raumgliederung Deutschland**

**Historie.** Die in dem vorliegenden Abschlussbericht dargestellten Raumgliederungsvarianten sind Resultat einer vierjährigen Diskussion zwischen Behörden und dem Arbeitskreis Raumgliederung. Die Entwicklungsgeschichte der Raumgliederung erstreckt sich über die drei Projekte „Organisation und Methodik für

ein Bodenmonitoring“, UB I und UB II. Nachfolgend werden lediglich die relevanten Entscheidungen in Bezug auf die beschreibenden Merkmale für die zu berechnende Raumgliederung dargelegt, die die Projektzeit UB II (Februar 2000 bis April 2001) betreffen.

**UB I.** Die Prädiktoren der letztgültigen Raumgliederungsvariante aus UB I waren:

1. Potenzielle natürliche Vegetation (BfN),
2. Digitales Höhenmodell (UNEP),
3. Bodentypen (BGR) sowie
4. Klimavariablen Lufttemperatur, Niederschlagssummen und Sonnenscheindauer: DWD-Zeitreihen 1951 – 1980, MHD DDR-Zeitreihen 1961 – 1990.

**UBA PNV I und II.** Als Ergebnis des Workshops im Februar 2000 wurden die Bodentypen durch geologisches Ausgangsgestein bzw. Bodenarten als beschreibende Merkmale ersetzt (→ Tab.3: UBA PNV I und II). Grund für diese Entscheidung war die Ansicht, dass Bodentypen aus fachlicher Sicht nur sehr begrenzt objektivierbare und umweltchemisch deutbare Bezeichnungen für eine empirische fassbare Kombination pedogenetisch interpretierbarer Merkmale sind, während das geologische Ausgangsgestein und Bodenarten in diesem Zusammenhang wesentlich aussagekräftigere Prädiktoren darstellen.

**UBA PNV III.** Die nächste Veränderung der beschreibenden Merkmale, hier als UBA PNV III bezeichnet, bestand in der Zunahme der Verdunstung aus Gründen verbesserter Beschreibung des Wasserhaushaltes und verstärkter Rücksichtnahme auf die Vegetation. Die Hauptkomponenten des Wasserhaushalts sind Niederschlag, Abfluss, Versickerung und Verdunstung. Die Verdunstungsrate (Verdunstungshöhe pro Zeiteinheit) ist abhängig von Temperatur, Feuchte, Strahlung (Sonnenscheindauer, Globalstrahlung) sowie Wind und integriert damit einige der insbesondere für die Vegetation entscheidenden abiotischen Umweltfaktoren. Sie kann also für die Beschreibung der potenziellen na-

türlichen Vegetation als geeigneter Prädiktor angesehen werden und wurde daher in die Liste der beschreibenden Merkmale aufgenommen.

**UBA PNV IV.** Wegen des hohen Anteils klimatologischer Prädiktoren bei der Berechnung der Raumgliederung wurden die Verdunstung weggelassen und die Temperatur, der Niederschlag und die Sonnenscheindauer durch Bildung von „Halbjahreswerten“ zusammengefasst. Der Niederschlag und die Sonnenscheindauer wurden jeweils über die Monate März bis September und Oktober bis Februar aufsummiert. Bei der Lufttemperatur wurden dagegen nur die Januar- und Juli-Mittelwerte herangezogen. Auf diese Weise wurde die Bedeutung einzelner bis dahin verwendeter monatlicher Mittelwerte der Klimaparameter abgeschwächt, und zwar unter der Annahme, dass z.B. bestimmte einzelne Monate wie der April im Vergleich zu anderen Monaten nur untergeordneten Einfluss auf die Vegetation ausüben. Die Berechnung mündete in der Raumgliederungsvariante UBA PNV IV.

**UBA PNV V - Workshop Juli 2000.** Ein Workshop im Juli 2000 im Umweltbundesamt ergab weitere Veränderungen in Bezug auf die beschreibenden Merkmale. Die Änderungen bestanden zum einen in der Verwendung aktualisierter und homogenisierter Klimawerte (statt Daten vom DWD 1951-80 und vom MHD DDR 1961-90 nun nur noch vom DWD 1961-90). Während Werte der Klimaparameter Lufttemperatur und Niederschlagssumme für die Monate Januar bis Dezember vorliegen, wurden bei der Sonnenscheindauer nur die Monatswerte für März bis November berücksichtigt. Der Grund für diese zeitliche Einschränkung besteht im vernachlässigbaren Einfluss der Sonnenscheindauer auf die Vegetation in den Wintermonaten.

Eine weitere Änderung betraf den Ersatz für die vom BGR zur Verfügung gestellten Bodenarten. Um die physiko-chemischen Einflussgrößen des Bodens noch besser zu berücksichtigen, schlug die BGR die aus der BÜK 1000 abgeleitete nutzbare Feldkapazität im effektiven Wurzelraum (nFkWe) und den kapilla-

ren Aufstieg (kA) vor. Diese Merkmale gingen dementsprechend in die Raumgliederungsvariante UBA PNV V ein. Die Verdunstung ist in der Gliederungsvariante UBA PNV V nicht berücksichtigt.

**UBA PNV VI.** Die PnV, Höhe und die aktualisierten Klimadaten wurden im Anschluss daran erneut mit den zuvor ersetzten Bodenarten verrechnet und mündeten in der Variante UBA PNV VI. Die Verdunstung wurde hier ebenfalls nicht berücksichtigt.

**UBA PNV VII.** Die Variante UBA PNV VII enthält ebenso wie UBA PNV III (s.o.) die Verdunstung als zusätzliches beschreibendes Merkmal.

**UBA PNV VIII.** Zur Vervollständigung der Kombinationen der zur Raumgliederungsberechnung herangezogenen Prädiktoren wurde die zuvor beschriebene Variante UBA PNV VII zusätzlich um die nutzbare Feldkapazität im effektiven Wurzelraum und den kapillaren Aufstieg ergänzt. Sie ist in der → Tabelle 3 unter der Bezeichnung UBA PNV VIII aufgeführt.

**UBA PNV IX.** Die letzte Veränderung der Eingangsdaten bestand in der Ersetzung der Sonnenscheindauer durch die Globalstrahlung. Sie ist die Summe aus der aus dem oberen Halbraum auf eine horizontale Ebene auftreffende direkten und der diffusen Sonnenstrahlung und wird aus der monatlichen relativen Sonnenscheindauer über 15° Sonnenhöhe unter Berücksichtigung der extraterrestrischen Strahlung pro Zeit bestimmt. Sie stellt also zusammengefasst das Angebot der Sonne an kurzweilliger Strahlungsenergie an der Erdoberfläche dar und ist darum eine wichtige klimatologische Größe, von der andere Klimaelemente abhängen. Die Globalstrahlung ersetzt die in den älteren Raumgliederungsrechnungen verwendete Sonnenscheindauer.

Grundlage aller Repräsentanzanalysen (→ Kap. 5) und Anwendungsszenarien (→ Kap. 6) ist die Raumgliederung UBA PnV IX, die folgende Raumgliederungsmerkmale berücksichtigt:

1. PnV (Zielvariable),
2. Bodenarten,
3. Höhe sowie
4. aktualisierte Klimadaten (d.h. Lufttemperatur, Niederschlagssumme, Verdunstungsrate und Globalstrahlung).

**Konsensfindung.** Die Eignung von Methoden und Daten ist sinnvollerweise nur in Bezug auf das jeweilige Untersuchungsziel zu bestimmen. Oft sind die verwendeten Daten eine Schnittmenge zwischen denjenigen Informationen, die fachlich wesentlich sind und denen, die tatsächlich verfügbar sind. In enger fachlicher Abstimmung mit Experten u.a. des DWD, des BGR, des BfN, des UBA und des StaBA wurde während der Projekte UB I und UB II mehrere Projektbesprechungen genutzt, um über erforderliche und verfügbare Datengrundlagen sowie über die Raumgliederungsmodelle und ihre Ergebnisse konstruktiv zu diskutieren. Tabelle 3 spiegelt diesen Prozess der Annäherung an einen für alle Beteiligten tragfähigen Kompromiss einer Raumgliederung Deutschlands wider. In → Tabelle 1 sind die im GIS UB vorhandenen Flächendaten zusammengestellt, die für die in → Tabelle 3 aufgeführten Raumgliederungen, zur Kennzeichnung der anthropogenen Belastung der Landschaftseinheiten (→ Kap. 3.3, 3.4) sowie für die Bestimmung der Landschaftsrepräsentanz der Messnetze verwendet wurden (→ Kap. 5). Wichtig für die Bewertung dieser Berechnungsergebnisse ist die Aussagekraft der Flächendaten und die Konstruktvalidität der statistischen Modellbildung (→ Kap. 2).

**Datenqualität und Konstruktvalidität.** In allen berechneten Raumgliederungsmodellen (→ Tab. 3) wird die räumliche Differenzierung der potenziell natürlichen Vegetation (PnV) mit Flächendaten zu Höhenlage, Klima und Boden statistisch beschrieben. Diese zur Raumgliederung benutzten Flächendaten

quantifizieren wesentliche Landschaftsmerkmale und können in Bezug auf einen empirisch bestimmten Zeitraum als quasi konstant betrachtet werden. Bei Klimadaten ist dies dann der Fall, wenn sie über eine klimatologische Normalperiode (30 Jahre) integrieren. Zeitlich variabler als diese die ökologische Raumausstattung kennzeichnenden Merkmale können anthropogene Einflüsse wie z.B. Bodennutzungen und Stoffeinträge sein. Deshalb gehen die hierzu vorhandenen Daten nicht in die Raumgliederung ein, sondern sie dienen als Zusatzinformationen für die Raumklassenbeschreibung (→ Kap. 3.4), für messnetzspezifische Repräsentanzanalysen (→ Kap. 5.2.2) sowie für praxisorientierte Anwendungsszenarien des GIS UB (→ Kap. 6.1).

Daten sollen Sachverhalte wie z.B. 'Landschaft' bzw. 'Naturraum' fachlich sinnvoll quantifizieren (Konstruktvalidität). Zudem ist die Aussagekraft der Daten im Sinne der Messqualitätskriterien (→ Kap. 2) wichtig für die Bewertung von Ergebnissen statistischer Analysen. Neben dem Nachweis der standardisierten Erhebung und Richtigkeit der Messwerte ist vor allem die Anzahl und die Repräsentanz der Messstellen, also die räumliche Auflösung der den GIS-Karten zugrundeliegenden empirischen Primärdaten, wichtig. Denn sie ist fachlich entscheidend für die räumliche Auflösung von Flächendaten im GIS. Entsprechende Angaben liegen für die Klimadaten des DWD vor, zu den anderen der in → Tabelle 1 aufgeführten Flächendaten hingegen nicht. Unter diesen einschränkenden Randbedingungen wird anschließend versucht, die Aussagekraft der für die Raumgliederung benutzten Daten i.S. der Messqualitätskriterien und der Konstruktvalidität zu kennzeichnen.

**Potenziell natürliche Vegetation (PnV).** Die PnV ist diejenige Vegetation, die unter den gegenwärtigen klimatischen, orografischen und pedologischen Randbedingungen unter Ausschluss menschlicher Einflüsse zu erwarten wäre (TÜXEN 1956; 1978). Die PnV ist also ein Integralindikator für die landschaftsökologisch definierte Standortqualität bzw. das ökologische Standortpotenzial eines Raumes. Damit verkörpert sie das, was im Umweltschutz die Vorsorgewerte

langfristig gewährleisten sollen bzw. was durch menschliche Eingriffe möglichst wenig zu beeinträchtigen ist: standörtliche Multifunktionalität.

Aus den zuletzt genannten Gründen ist die räumliche Differenzierung der PnV eine ökologisch sehr gut geeignete Raumgliederung. Doch im Gegensatz zu den im Maßstab 1:25.000 angelegten Untersuchungen von HÄRDTLE (1990), LINDACHER (1996) und SCHOLLE (1996) sind keine Regeln veröffentlicht, die das zugrundeliegende Expertenwissen formalisierend zusammenfassen. Deshalb wird in den Vorhaben UB I und UB II mit den statistischen Modellen versucht, die räumliche Differenzierung der PnV Deutschlands anhand flächenhafter Daten über diejenigen Standortmerkmale zu beschreiben, die für die PnV ökologisch ausschlaggebend sind: Boden, Klima und Orographie. Als Ergebnis solcher Berechnungen sind folgende Fälle denkbar:

- (1) Die PnV-Raumstruktur lässt sich mit den verfügbaren Daten nicht beschreiben.
- (2) Die räumliche Differenzierung der PnV ist mit den Flächendaten nachvollziehbar.
  - (a) Einige PnV-Einheiten können hinsichtlich Klima, Boden und Orographie weiter untergliedert werden.
  - (b) Andere PnV-Einheiten sind sich hinsichtlich der beschreibenden Merkmale so ähnlich, dass sie aus statistischen Gründen zusammengefasst werden müssen.

**Klima.** In die Berechnungen gingen diejenigen Klimadaten ein, die vom DWD als Rasterdaten und Stationsdaten zur Verfügung gestellt wurden. Die Erhebung der Primärdaten erfolgt an nach Repräsentanzkriterien ausgewählten DWD-Stationen nach standardisierten Methoden. Bezogen auf 30-jährige Mittel

**Tabelle 1:** Flächendaten im GIS UB und ihr Verwendungszweck (Teil 1 / 3)

Objekt	Bezugsquelle	Eingang	Erhebungszeitraum	Stand	Format	Projektion	urspr. Auflösung	Anzahl	Verwendungszweck
Mittlere monatliche Verdunstungshöhen	DWD	23.05.00	1961-1990	2000	ASCII	GK (Bessel)	1 x 1 km	12	Raumgliederung (→ Kap. 3)
Mittlere monatliche Niederschlagshöhen	DWD	08.08.00	1961-1990	2000	ASCII	GK (Bessel)	1 x 1 km	12	Raumgliederung (→ Kap. 3)
Mittlere monatliche Lufttemperatur	DWD	08.08.00	1961-1990	2000	ASCII	GK (Bessel)	1 x 1 km	12	Raumgliederung (→ Kap. 3)
Mittlere monatliche Sonnenscheindauer	DWD	08.08.00	1961-1990	2000	ASCII	GK (Bessel)	1 x 1 km	12	Raumgliederung (→ Kap. 3)
Mittlere monatliche Globalstrahlung	DWD	23.11.00	1981-2000	2000	ASCII	GK (Bessel)	1 x 1 km	12	Raumgliederung (→ Kap. 3)
Bodeneinheiten der BÜK 1000	BGR	16.02.98	-	1998	AI-Cov	Lambert (INT 1909)	1:1.000.000	1	1) Repräsentanzanalyse, <i>MNR</i> 2) Anwendungs-Szenario (→ Kap. 6.1)
Bodenart (Basis: BÜK 1000)	BGR	20.04.00	-	2000	AI-Cov	Lambert (INT 1909)	1:1.000.000	1	Raumgliederung (→ Kap. 3)
Bodenausgangsgesteine (Basis: BÜK 1000)	BGR	20.04.00	-	2000	AI-Cov	Lambert (INT 1909)	1:1.000.000	1	Raumgliederung (→ Kap. 3)
Kapillaranstieg (Basis: BÜK 1000)	BGR	08.08.00	-	2000	AI-Cov	Lambert (INT 1909)	1:2.000.000	1	Raumgliederung (→ Kap. 3)

**Tabelle 1:** Flächendaten im GIS UB und ihr Verwendungszweck (Teil 2 / 3)

Objekt	Bezugsquelle	Eingang	Erhebungszeitraum	Stand	Format	Projektion	urspr. Auflösung	Anzahl	Verwendungszweck
Nutzbare Feldkapazität des effektiven Wurzelraums Bodenart (Basis: BÜK 1000)	BGR	08.08.00	-	2000	AI-Cov	Lambert (INT 1909)	1:2.000.000	1	Raumgliederung (→ Kap. 3)
Wassereinzugsgebiete	UBA/BfG	16.07.00	-	2000	AI-Cov	Lambert (Bessel)	1:1.000.000	1	Ursprünglich vorgesehen für Raumgliederung (→ Kap. 3) Anwendungs-Szenario (→ Kap. 6.2)
Potenziell natürliche Vegetation	BfN	14.02.98	-	1998	AI-Cov	Lambert (Bessel)	1:2.500.000	1	Raumgliederung (→ Kap. 3)
Naturräumliche Gliederung Deutschland	digitalisiert vom FN		1954-1962	1998	AI-Cov	Geografisch	1:1.000.000	1	Raumgliederung (→ Kap. 3)
Übersichtskarte Kf-Werte	KFA Jülich	13.10.97	-	1997	ASCII	GK (Bessel)	3 x 3 km	1	Vorgesehen für Anwendungs-Szenario (→ Kap. 6)
Pot. Nitratkonzentration im Sickerwasser	KFA Jülich	13.10.97	-	1997	ASCII	GK (Bessel)	3 x 3 km	1	Vorgesehen für Anwendungs-Szenario (→ Kap. 6)
Grundwasserflurabstand	KFA Jülich	13.10.97	-	1997	ASCII	GK (Bessel)	3 x 3 km	1	Vorgesehen für Anwendungs-Szenario (→ Kap. 6)
Denitrifikationsbedingungen	KFA Jülich	13.10.97	-	1997	ASCII	GK (Bessel)	3 x 3 km	1	Vorgesehen für Anwendungs-Szenario (→ Kap. 6)
Orografische Höhenlage	UNEP GRID	14.05.96	-	1996	ArcGRID	Geografisch	1:1.000.000	1	Raumgliederung (→ Kap. 3)

**Tabelle 1:** Flächendaten im GIS UB und ihr Verwendungszweck (Teil 3 / 3)

Objekt	Bezugsquelle	Eingang	Erhebungszeitraum	Stand	Format	Projektion	urspr. Auflösung	Anzahl	Verwendungszweck
Corine Landcover	UBA	01.10.97	-	1997	AI-Cov	Lambert	1:100.000	1	1) Zusatzinformation für Beschreibung der Raumgliederungseinheiten (→ Kap. 3.4) 2) Anwendungs-Szenario (→ Kap. 6.1)
Eintrag von Pflanzenschutzmitteln in Oberflächengewässer	UBA UFOPLAN 295 24 034	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	Anwendungs-Szenario (→ Kap. 6.2)
Critical Loads and Levels	ÖNU	19.03.98	-	1995	ArcGRID	GK (Bessel)	1 x 1 km	4	Zusatzinformation für Beschreibung der Raumgliederungseinheiten (→ Kap. 3.4)
Gewässergüte	UBA	17.12.97	-	1997	AI-Cov	GK (Bessel)	1:1.000.000	1	vorgesehen für Anwendungs-Szenario (→ Kap. 6)
Schwermetallgehalte in Moosen	berechnet durch FN	-	1990-1991	2000	ArcGRID	GK (Bessel)	2 x 2 km	8	Anwendungs-Szenario (→ Kap. 6.1)
Gewässernetz	UBA	17.12.97	-	1997	AI-Cov	GK (Bessel)	1:1.000.000	1	Topografische Basisinformation
Seen	UBA	17.12.97	-	1997	AI-Cov	GK (Bessel)	1:1.000.000	1	Topografische Basisinformation
Kanalnetz	UBA	17.12.97	-	1997	AI-Cov	GK (Bessel)	1:1.000.000	1	Topografische Basisinformation
Bund- und Ländergrenzen	UBA	17.12.97	-	1997	AI-Cov	GK (Bessel)	1:1.000.000	1	Topografische Basisinformation
Gemeinde- und Kreisgrenzen	BBR	02.02.98	-	1996	AI-Cov	GK (Bessel)	1:100.000	4	Topografische Basisinformation

gestattet das Verhältnis von Messqualität und Messnetzkonfiguration zur räumlichen Variabilität der Messwerte deren Extrapolation auf 1 x 1 km<sup>2</sup>-Raster. Da zu den anderen Daten der → Tabelle 1 entsprechende Qualitätsangaben fehlen, wurden alle Flächendaten im GIS UB mit Zustimmung des Arbeitskreises Raumgliederung im 2 x 2 km<sup>2</sup>-Raster aufgelöst.

Mit dem DWD wurde vereinbart, dass zur Überprüfung der mit dem DWD-Extrapolationsverfahren erzeugten Rasterkarten Kriging-Interpolationen (PIOT-ROWSKI et al. 1996; SALSKI & KANDZIA 1996) nach vorhergehender Variogrammanalyse (HEINRICH 1994a, 1994b) der ebenfalls vom DWD zur Verfügung gestellten Stationsdaten erfolgten. Der Vergleich der Flächenschätzungen des DWD-Verfahrens und des Kriging mit den empirisch bestimmten Stationsdaten wird anhand der Abweichungsquadratsummen metrisiert. Die Ergebnisse hierzu werden zunächst mit dem DWD diskutiert und ggf. an anderer Stelle veröffentlicht.

**Orografische Höhe.** Das digitale Höhenmodell für die Bundesrepublik stammt von UNEP (United Nations Environment Program). Die Auflösung der Höhendaten beträgt ursprünglich etwa 30 Bogensekunden (ca. 1 x 1 km<sup>2</sup>). Angaben zur Datenqualität liegen nicht vor.

**Bodeninventar.** Die Flächeninformationen des GIS UB zum Landschaftselement Boden entstammen der Bodenübersichtskarte 1:1000000 (BÜK 1000, BGR Dezember 1997). Jede der zu sieben Gruppen von Bodengesellschaften zusammengefassten 72 Legendeneinheiten ist mit einem Leitbodenprofil hinterlegt und beschrieben in Bezug auf: Gründigkeit, Bodenarten, Wasserverhältnisse, Ausgangsgestein (Substrat), Leit- und Begleitbodentypen (ECKELMANN et al. 2001). Aus diesen aggregierten Informationen über die 72 Bodeneinheiten hat die BGR die drei ökologisch wichtigen Standorteigenschaften Bodenart, nutzbare Feldkapazität des effektiven Wurzelraums und mittlerer kapillarer Auf-

stieg extrahiert und als Karten zur Verfügung gestellt. Insgesamt sind damit vier Layer mit Bodeninformationen im GIS UB vorhanden.

Aus fachlicher Sicht sind für ökologische Aussagen Angaben zur Bodenart aussagekräftiger als solche zum Bodentyp. Denn letzterer ist eine nur begrenzt objektivierbare und umweltchemisch deutbare Bezeichnung für eine empirisch fassbare Kombination pedogenetisch interpretierbarer Merkmale. Demgegenüber charakterisiert die Bodenart die Pedosphäre bezüglich ihrer bodenphysikalischen Eigenschaften, welche z.B. für den Wasser- und Stoffhaushalt terrestrischer Ökosysteme von entscheidender Bedeutung sind (SCHRÖDER et al. 1998). Dies belegt die Dokumentation der Auswertungsmethoden zur Beurteilung der Belastbarkeit von Böden (HENNING 1994), die fast ausschließlich auf Informationen zur Bodenart basieren.

**Rasterung und Kartenprojektionen im GIS UB.** Alle in → Tabelle 1 aufgeführten Flächendaten werden im GIS verwaltet und für die in den → Kapiteln 3.3, 5.2 und 6 erläuterten Arbeitsschritte aufbereitet. Alle Eingangskarten wurden in der flächentreuen Albers-Projektion in einer Auflösung von 2 x 2 km<sup>2</sup> mit Hilfe des Moduls GRID von ARC INFO neu gerastert. Die statistischen Berechnungen erfolgen in dieser flächentreuen Projektion. Damit ist sichergestellt, dass alle Rasterzellen identische Flächenanteile (4 km<sup>2</sup>) aufweisen und sich somit keine Verzerrungseffekte bei den Berechnungen einstellen. Für Karten- und Lagebestimmungen werden sowohl die Eingangskarten als auch die Ergebniskarten in die Transverse-Projektion überführt. Sie haben in dieser Projektion Gauss-Krüger-Koordinaten.

Die Raumgliederung bildete aus den am Ende von → Kapitel 2 genannten Gründen den Schwerpunkt des Projekts UB II. Deshalb wird das dafür benutzte Verfahren *CART* im anschließenden → Kapitel 3.3 erläutert, während die anderen statistischen Methoden und GIS-Techniken, mit denen die in den → Kapiteln

4 bis 6 dargestellten Analysen durchgeführt wurde, im → Anhang A.1 erläutert werden.

### 3.3 Methodik: Classification and Regression Trees (*CART*)

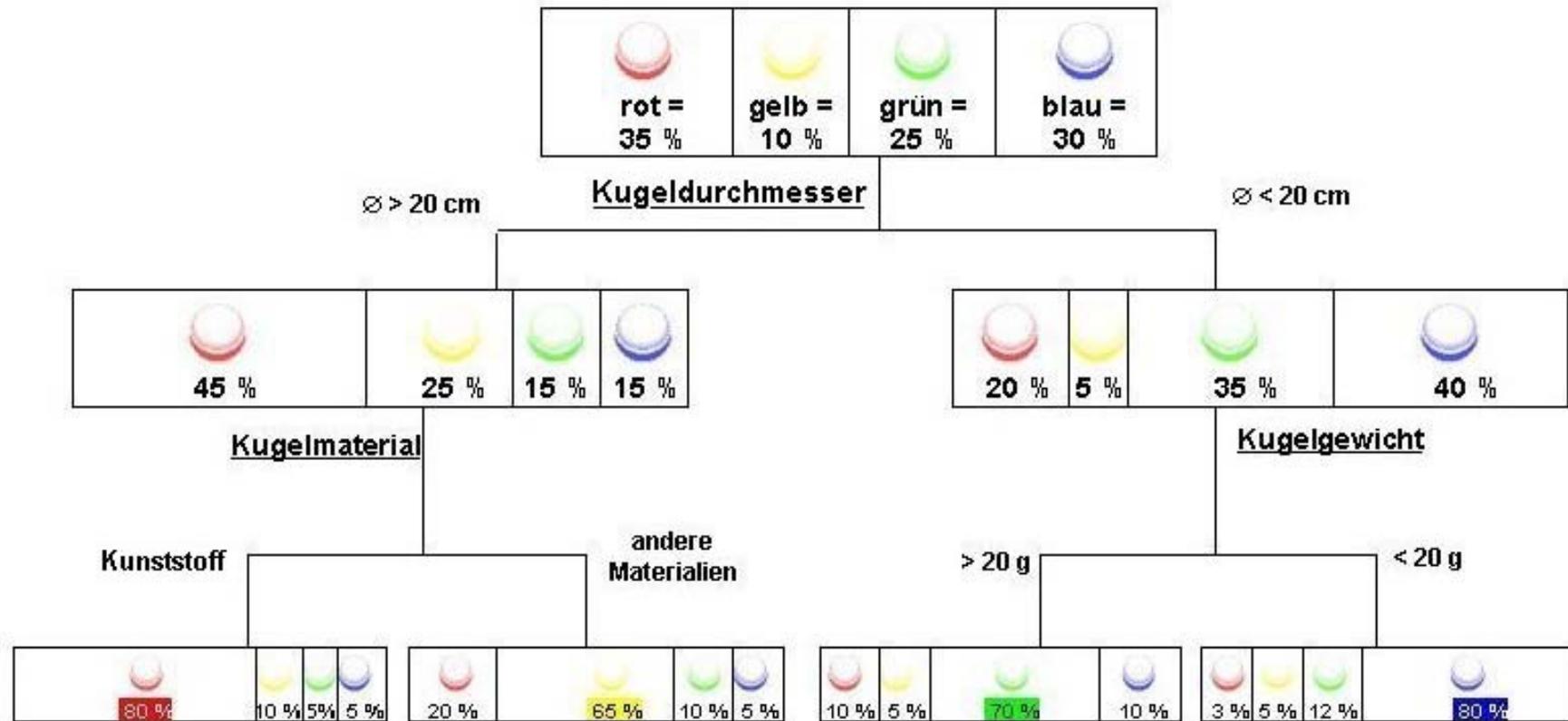
Aus den in Kapitel 3.1 genannten Gründen wurde *CART* als statistisches Verfahren zur Raumgliederung ausgewählt. Anhand eines Beispiels soll das Grundprinzip des Verfahrens erläutert werden. Die → Abbildung 2 und → Tabelle 2 dienen zur Veranschaulichung.

**Tabelle 2:** Analogie *CART*-Beispiel und *CART*-Raumgliederung

	<b>Kugelbeispiel</b>	<b>Raumgliederungen mit <i>CART</i></b> (→ Tab. 1 und 3)
<b>Objekte</b>	Kugeln	2 x 2 km-Rasterzellen BRD
<b>Zielvariable</b>	Farbe (4 Kategorien)	PnV (72 Kategorien)
<b>Prädiktoren</b>	Material (4 Kategorien)	Boden (bis 72 Kategorien)
	Umfang (metrisch)	Klima (metrisch)
	Gewicht (metrisch)	Orographie (metrisch)

***CART*-Beispiel.** Eine unüberschaubare Menge von Kugeln ist zu ordnen. Die Kugeln unterscheiden sich hinsichtlich folgender kategorialer (M1, M2) und metrischer (M3, M4) Merkmale: Farbe (M1: rot, gelb, grün, blau), Material (M2: Glas, Holz, Kunststoff, Metall), Durchmesser (M3: cm) und Gewicht (M4: g). Die absolute und relative Häufigkeit der roten, gelben, grünen und blauen Kugeln ist bekannt (→ Abb. 2). Das Ziel besteht darin, die in einem großen Haufen vermischte vorliegenden Kugeln so zu ordnen, dass eine überschaubare Zahl von Teilmengen gebildet werden, deren Elemente in Bezug auf die Farbe möglichst einheitlich sind.

Abbildung 2: Analogie Kugelbeispiel / Raumgliederung mit CART



*CART* prüft, welches der Merkmale M 2 bis M 4 die Kugelmenge in zwei Tochterklassen so gliedert, dass in einer von ihnen der Anteil der in der Ausgangsmenge am häufigsten vorkommenden roten Kugeln steigt (→ Abb. 2). Diejenige Ausprägung eines der Merkmale M 2 bis M4, das am häufigsten gemeinsam mit der Kugelfarbe rot auftritt, also die engste statistische Beziehung (Korrelation) hierzu aufweist, wird als Unterteilungskriterium benutzt. Diese Randbedingung wird in dem Beispiel am besten vom Kugeldurchmesser erfüllt: diejenigen Kugeln, die einen Durchmesser von kleiner als 20 cm aufweisen, werden in die Tochterklasse 1 eingeordnet. In ihr ist der Anteil der roten Kugeln um 10 % höher als in der Ausgangsklasse. Da aber auch einige gelbe, grüne und blaue Kugeln in dieser Größenklasse vorkommen, sind sie auch in der Tochterklasse 1 enthalten. Kugeldurchmesser über 20 cm kommen am häufigsten bei den blauen Kugeln vor, so dass diese Farbe in der Tochterklasse 2 dominiert. Die Tochterklassen 1 und 2 sind also nicht völlig homogen (rein) in Bezug auf die in ihnen vorkommenden Kugelfarben. Sie weisen eine bestimmte Fehlklassifikationsrate auf.

In einem zweiten Durchgang prüft *CART*, welche Kugelmerkmale den Anteil der häufigsten Farbe in Tochterklasse 1 (rot) und 2 (blau) in den aus ihr zu bildenden Tochterklassen 1.1 und 1.2 bzw. 2.1 und 2.2 mit sich bringt. In dem Beispiel sind dies das Material und das Gewicht: Sortiert man aus der Klasse 1 die Kunststoffkugeln aus (Klasse 1.1), so steigt der Anteil der roten Kugeln auf 80%. Bei den Kugeln aus anderen Materialien dominieren die gelben mit 65 % (Klasse 1.2). Die Klasse 2 wird anhand des Kugelgewichtes in die Tochterklassen 2.1 (Gewicht > 20 g) und 2.2 (Gewicht < 20 g) gegliedert.

**Analogie.** Bei den in den Projekten UB I und UB II berechneten Raumgliederungen entsprechen die 2 x 2 km-Raster der BRD den Kugeln des Beispiels, die PnV den Kugelfarben und die Landschaftsmerkmale Höhenlage, Boden und Klima den Kugelmerkmalen Material, Umfang und Gewicht (→ Tab. 2). Vor diesem Hintergrund dieser Analogie werden anschließend Funktion und Struktur

von *CART* etwas detaillierter erläutert und in → Kapitel 3.4 die Berechnungsergebnisse dargestellt.

**Funktion und Struktur.** Zur statistischen Definition der landschaftsökologischen Raumeinheiten wurde das Verfahren *CART* mit log-likelihood-index, implementiert in *Splus*, verwendet. *CART* ist ein explorativ-analytisches Verfahren, das keine Voraussetzungen an das Skalenniveau der zu verarbeitenden Daten stellt. So können kategoriale (nominale) und ordinale Daten zusammen mit metrisch- (intervall- und rational-) skalierten Daten ohne Skalentransformation und den damit verknüpften Informationsverlusten verarbeitet werden. *CART* eignet sich somit besonders zur Verarbeitung von Daten über ökologische Merkmale, die oft auf unterschiedlichen Skalenniveaus vorliegen und deren Verteilungseigenschaften zumeist nicht bekannt sind. Dagegen ist Normalverteilung die Voraussetzung für die Anwendung aller parametrischen statistischen Verfahren wie z.B. der Clusteralgorithmen.

Ziel des *CART*-Verfahrens wie auch anderer Klassifikationsmethoden ist es, Objekte anhand der Ähnlichkeit ihrer Merkmalsausprägungen in möglichst wenige homogene und klar unterscheidbare Klassen zu gliedern. *CART* beruht auf einem rekursiven Partitionsalgorithmus, mit dem die Gesamtheit der betrachteten Objekte schrittweise in jeweils zwei Teilmengen zerlegt wird. Die Partitionen erfolgen anhand der Ausprägungen der beschreibenden Variablen derart, dass in den Tochterklassen der Anteil derjenigen Objekte gegenüber den jeweiligen Ausgangsklassen steigt, welche durch die in der Ausgangsmenge am häufigsten vertretene Zielvariablenausprägung gekennzeichnet sind. Damit wächst die Homogenität der Teilmengen (Reinheit in der Terminologie des *CART*-Verfahrens) gegenüber den übergeordneten Gruppen. Homogenitätsmass ist die Fehlklassifikationsrate. Sie berechnet sich aus dem Verhältnis der Elemente, die nicht der am häufigsten in dieser Klasse vertretenen Ausprägung der Zielvariablen angehören, zu allen in dieser Klasse enthaltenen Elementen.

Der Partitionsalgorithmus log-likelihood der *Splus*-Version von *CART* berechnet für alle Ausprägungen aller beschreibenden Variablen die Unreinheiten der sich ergebenden Untergruppen und wählt diejenige Partition mit dem günstigsten Fehlklassifikationswert aus. Dabei wird ein Strukturbaum (Tree, Dendrogramm) erzeugt, der die Beziehungen der Klassen – das sind die Blätter des Baumes - untereinander bezüglich der Ausprägungen der Zielvariablen und der beschreibenden Merkmale abbildet. *CART* berechnet zunächst den Tree  $T_{max}$  mit der nach Datenlage maximal möglichen Klassenanzahl. Anschließend wird durch sukzessives, automatisches Zurückschneiden (pruning) einzelner Blätter eine Sequenz aus allen möglichen Bäumen  $T'$  mit abnehmender Klassenanzahl (Größe des Tree) und damit zunehmender Fehlklassifikationsrate der  $T'$ ,  $T''$  usw. bis zur Ausgangsklasse (Grundgesamtheit) erstellt. Für jedes dieser Dendrogramme werden die Fehlklassifikationsraten berechnet.

Der auf diese Weise berechnete Maximalbaum kann anschließend vom Bearbeiter nochmals anhand weiterer, im einzelnen fachlich zu begründender Kriterien manuell gestutzt (snipped) werden. Dadurch wird es möglich, die vom Programm berechnete Klassifikation nach inhaltlichen Überlegungen zu modifizieren. Wenn *CART* sehr kleine Klassen aufgrund ihrer sehr hohen Homogenität hinsichtlich der Zielvariablen bildet, die sich jedoch untereinander bezüglich der beschreibenden landschaftsökologischen Merkmale sehr ähneln, kann der Bearbeiter eingreifen, indem er diese Gruppen fachlich sinnvoll auf ihren gemeinsamen Ursprung der übergeordneten Gliederungsstufe zurückschneidet. Von noch größerem Vorteil ist jedoch, dass verschiedene Strukturbäume absolut (Klasseninhalte, Klassenzahl) und relativ (Fehlklassifikationsrate und Komplexität der Bäume) vergleichbar sind.

### 3.4 Ergebnisse: PnV-Raumgliederung Deutschland

Ergebniss der *CART*-Analysen sind die Raumgliederungen. In dem Projekt UB II wurden neun Raumgliederungen berechnet. Der in → Kapitel 3.2 erwähnte Konsensfindungsprozess im Arbeitskreis Raumgliederung führte zu der Entscheidung für die Raumgliederungsvariante IX. Die zur Berechnung aller Raumgliederungsvarianten benutzten Flächendaten enthält → Tabelle 3. Die Karten dieser Raumgliederungen finden sich in → Anhang B.2. Zum besseren Verständnis der auf den Karten nur anhand ihrer Farbe unterscheidbaren Ökoklassen werden diese textlich erläutert.

**Beschreibung der Ökoklassen.** Die folgende Beschreibung der Ökoklassen (Synonyme: Landschafts- / Raumklassen, -einheiten) beziehen sich auf die Raumgliederung IX (→ Tab. 3). Sie erfolgt grundsätzlich ähnlich wie bei LIEDK-TE (1994), jedoch werden mehr landschaftsökologische Merkmale und zusätzlich anthropogene Einflussfaktoren berücksichtigt. Es werden 22 Ökoklassen ausführlich beschrieben, obwohl für die Repräsentanzuntersuchungen (→ Kap. 5.2.1 und 5.2.2) die 20er-Raumgliederung verwendet wird. Die zusätzlichen 2 Raumklassen entstehen durch die vom StaBA vorgeschlagene Aufteilung der Raumklasse 27 in die Raumklassen 54 und 55. Alle im Text angegebenen quantitativen Angaben lassen sich im → Anhang "B. Karten und Diagramme" nachvollziehen.

Die Codierung einer Raumklassen kennzeichnet deren Stellung im maximalbaum (→ Anhang B.3.1): Hohe Nummern weisen auf Klassen hin, die sich im unteren Bereich des Dendrogramms wiederfinden, Klassen mit niedrigen Codes befinden sich im oberen Verzweigungsbereich des Baumes. Die Raumklassen-Nummer wird ergänzt durch einen Landschaftsnamen (z.B. Ökoklasse 20 – Mecklenburger Seenplatte).

**Tabelle 3:** Flächendaten der Raumgliederungsvarianten (Teil 1/3)

<b>Raumgliederung</b>	<b>UBA PNV I (Geologie)</b>	<b>UBA PNV II (Bodenart)</b>	<b>UBA PNV III (Bodenart, Verdunstung)</b>
<b>Zielvariable</b>	PNV BRD (BfN)	PNV BRD (BfN)	PNV BRD (BfN)
<b>Beschreibende Merkmale</b>			
<b>Orographie</b>	DGHM BRD (Quelle UNEP)	DGHM BRD (Quelle UNEP)	DGHM BRD (Quelle UNEP)
<b>Boden</b>	Geologisches Ausgangsgestein, BÜK 1000 (BGR)	Bodenarten, BÜK 1000 (BGR)	Bodenarten, BÜK 1000 (BGR)
<b>Verdunstung</b>	-	-	Verdunstung Jan.-Dez. (DWD, 1961-90)
<b>Niederschlag</b>	Jan. – Dez. (DWD 1951-80, MHD DDR 1961-90)	Jan. – Dez. (DWD 1951-80, MHD DDR 1961-90)	Jan. – Dez. (DWD 1951-80, MHD DDR 1961-90)
<b>Lufttemperatur</b>	Jan. – Dez. (DWD 1951-80, MHD DDR 1961-90)	Jan. – Dez. (DWD 1951-80, MHD DDR 1961-90)	Jan. – Dez. (DWD 1951-80, MHD DDR 1961-90)
<b>Sonnenscheindauer</b>	März – Nov. (DWD 1951-80, MHD DDR 1961-90)	März – Nov. (DWD 1951-80, MHD DDR 1961-90)	März – Nov. (DWD 1951-80, MHD DDR 1961-90)

**Tabelle 3:** Flächendaten der Raumgliederungsvarianten (Teil 2/3)

<b>Raumgliederung</b>	<b>UBA PNV IV (Bodenart, Klima.-HJ)</b>	<i>Work-Shop UBA, Juli 2000</i>	<b>UBA PNV V (nFK, KA, DWD)</b>	<b>UBA PNV VI (Bodenart, DWD)</b>	<b>UBA PNV VII (Bodenart, DWD, Verdunstung)</b>
<b>Zielvariable</b>	PNV BRD (BfN)			PNV BRD (BfN)	PNV BRD (BfN)
<b>Beschreibende Merkmale</b>					
<b>Orographie</b>	DGHM BRD (Quelle UNEP)	<i>Work-Shop UBA, Juli 2000</i>	DGHM BRD (Quelle UNEP)	DGHM BRD (Quelle UNEP)	DGHM BRD (Quelle UNEP)
<b>Boden</b>	Bodenarten, BÜK 1000 (BGR)		nFK, kapil. Anstieg im eff. Wurzelraum BÜK 2000 (BGR)	Bodenarten, BÜK 1000 (BGR)	Bodenarten, BÜK 1000 (BGR)
<b>Verdunstung</b>	-		-	-	Verdunstung Jan.- Dez. (DWD, 1961-90)
<b>Niederschlag</b>	Su. März-Sep/Okt.-Feb. (DWD 1951-80, MHD DDR 1961-90)		Jan. – Dez. (Grids des DWD 1961-90)	Jan. – Dez. (Grids des DWD 1961-90)	Jan. – Dez. (Grids des DWD 1961-90)
<b>Lufttemperatur</b>	Mittel Januar und Juli (DWD 1951-80, MHD DDR 1961-90)		Jan. – Dez. (Grids des DWD 1961-90)	Jan. – Dez. (Grids des DWD 1961-90)	Jan. – Dez. (Grids des DWD 1961-90)
<b>Sonnenscheindauer</b>	Su. März-Sep/Okt.-Feb. (DWD 1951-80, MHD DDR 1961-90)		März – Nov. (Grids des DWD 1961-90)	März – Nov. (Grids des DWD 1961-90)	März – Nov. (Grids des DWD 1961-90)

**Tabelle 3:** Flächendaten der Raumgliederungsvarianten (Teil 3/3)

<b>Raumgliederung</b>	<b>UBA PNV VIII (nFK, KA, DWD, Verdunstung)</b>	<b>UBA PNV IX (Bodenart, DWD, Globalstrahlung, Verdunstung)</b>
<b>Zielvariable</b>	PNV BRD (BfN)	PNV BRD (BfN)
<b>Beschreibende Merkmale</b>		
<b>Orographie</b>	DGHM BRD (Quelle UNEP)	DGHM BRD (Quelle UNEP)
<b>Boden</b>	nFK, kapil. Anstieg im eff. Wurzelraum BÜK 2000 (BGR)	Bodenarten, BÜK 1000 (BGR)
<b>Verdunstung</b>	Verdunstung Jan.-Dez. (DWD, 1961-90)	Verdunstung Jan.-Dez. (DWD, 1961-90)
<b>Niederschlag</b>	Jan. – Dez. (Grids des DWD 1961-90)	Jan. – Dez. (Grids des DWD 1961-90)
<b>Lufttemperatur</b>	Jan. – Dez. (Grids des DWD 1961-90)	Jan. – Dez. (Grids des DWD 1961-90)
<b>Sonnenscheindauer / Globalstrahlung</b>	März – Nov. (Grids des DWD 1961-90)	Globalstr. März – Nov. (Grids des DWD 1981-99)

**Landschaftsökologische Merkmale.** Die Charakterisierung der Ökoklassen erfolgt auf systematische Weise nur hinsichtlich der in die multivariat-statistische Berechnung der Raumgliederung eingegangenen Landschaftsmerkmale PnV (Zielvariable), Bodenart, Höhe, Lufttemperatur, Niederschlags-summe, Verdunstungsrate und Globalstrahlung (Prädiktoren). Hierbei ist weniger die genaue Auflistung der einzelnen Klimawerte von Bedeutung, sondern vielmehr der Vergleich zu den Bundesdurchschnittswerten und das Herausarbeiten klimatischer Besonderheiten der einzelnen Raumeinheiten.

**Zusatzinformationen.** Alle neben den landschaftsökologischen Merkmalen zur Ökoklassenbeschreibung herangezogenen Merkmale dienen einerseits dem Zweck einer weiterführenden bzw. detaillierteren Beschreibung und andererseits einer deutlicheren Abgrenzung der Klassen untereinander. Die Zusatzinformationen betreffen: Naturraumklasse nach MEYNEN et al. (1962), Bodenausgangsgestein, Landnutzung und Überschreitungsraten von Critical Loads für Säuren und Stickstoffverbindungen zusammen. Landnutzung und Überschreitungsraten von Critical Loads kennzeichnen anthropogenen Einflüsse auf Ökosysteme. Die Landnutzung wird des weiteren auch deshalb bei der Raumklassenbeschreibung berücksichtigt, weil sie in den Repräsentanzanalysen (→ Kap. 5) und in dem Modellszenario 1 "Eintrag von Schwermetallen ins Grundwasser" (→ Kap. 6) als Datengrundlage dient. Der Nutzungstyp ist für den Eintrag von Schwermetallen in das Grundwasser von Bedeutung, weil z.B. Kupfer in Form von Kupfersulfat als Zusatz für Grünfutter verwendet wird oder durch die Applikation von Fungiziden oder Bakteriziden verstärkt in das Ökosystemkompartiment Boden gelangt. Die Untersuchung von Transferpfaden (z.B. Atmosphäre → Boden → Grundwasser → Mensch) steuert also die Auswahl von Datenschichten.

**Critical Loads.** Die Raumklassen werden neben den landschaftsökologischen Merkmalen u.a. auch durch *Überschreitungsraten von Critical Loads* beschrieben (→ Anhang B.9.1 und B.9.2). Critical Loads beschreiben die Empfindlichkeit

von Waldökosystemen gegenüber Stoffeinträgen quantitativ. Critical Loads sind Eintragsraten eines Stoffes, unterhalb derer nach derzeitigem Kenntnisstand keine erheblichen Negativwirkungen für Ökosysteme zu erwarten sind. Die Höhe der jeweils tolerierbaren Einträge richtet sich nach den Eigenschaften des betrachteten Ökosystems. Die Berechnung kritischer Eintragswerte erfolgt mit dem Massenbilanzansatz. Ein kritischer Wert für *Säureeinträge* ist die höchste Deposition von säurebildenden Verbindungen, die nicht langfristig schädliche Effekte in Struktur und Funktion der Ökosysteme hervorruft [WS 16]. Beispielsweise unterscheiden sich die critical loads eines Fichtenforstes von denen eines Buchenwaldes auf dem gleichen Standort. Sandige Böden reagieren auf Säureeinträge empfindlicher als kalkreiche Lehmböden.

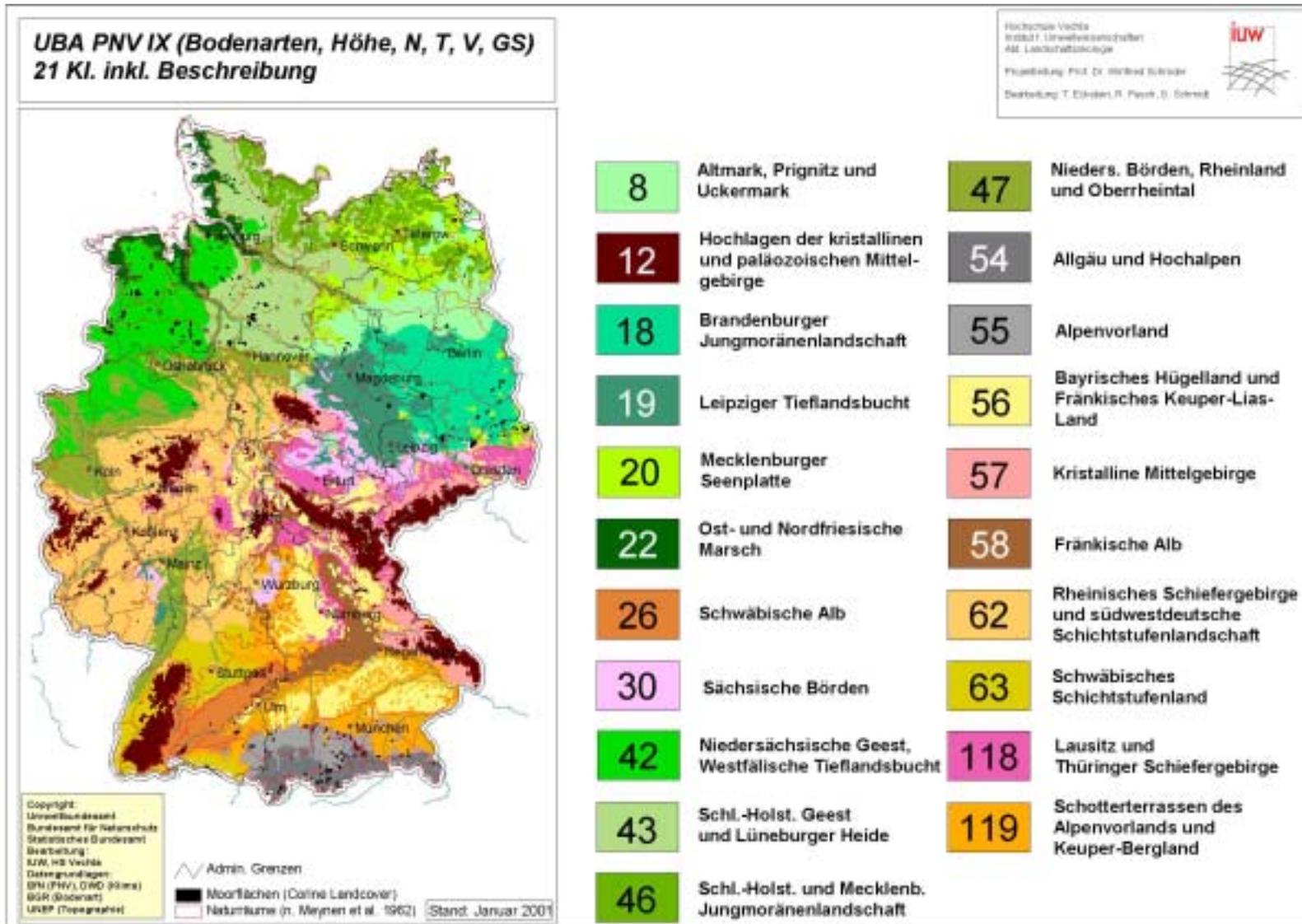
Für die Berechnung von Critical Loads für *Stickstoff* ist eine qualitative und quantitative Erfassung möglichst aller Quellen- und Senkenprozesse des Nährstoffes Stickstoff im betrachteten Ökosystem notwendig. Dabei werden die Stoffeinträge (Deposition) gegen fixierende Prozesse (dauerhafte Immobilisierung im Humus, langfristige Stickstoffaufnahme in der Biomasse) und Stoffausträge (Denitrifikation, Stickstoffauswaschung mit dem Sickerwasser) abgewogen.

Die Klimaverhältnisse in den Raumklassen werden mit den Medianen des jeweiligen Klimaelements im Bundesgebiet verglichen. Der Median (50%-Quantil) kennzeichnet den Zentralwert einer Messwertverteilung im Gegensatz zum arithmetischen Mittel ohne Beeinflussung durch Extremwerte. Denn der Median ist definitionsgemäß derjenige Messwert in einer der Größe nach geordneten Datenreihe, unterhalb dessen 50% und oberhalb dessen 50% der Werte liegen.

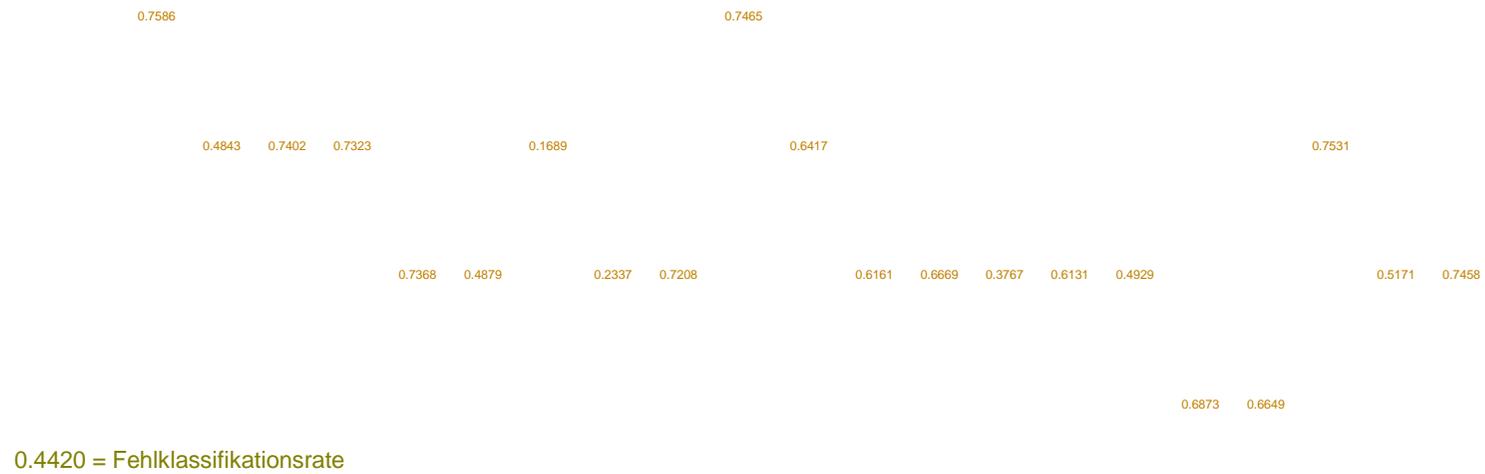
**Tabelle 4:** Statistische Kenngrößen des Klimas (BRD)

<b>Lufttemperatur [°C]</b>	<b>Januar</b>	<b>Juli</b>
Min:	-9,6	4,8
Max:	3	19,8
Median:	-0,5	16,9
<b>Verdunstungshöhe [mm]</b>	<b>Januar</b>	<b>Juli</b>
Min:	5	28
Max:	16	109
Median:	11	91
<b>Niederschlagssumme [mm]</b>	<b>Januar</b>	<b>Juli</b>
Min:	18,5	40
Max:	224	363,8
Median:	56	72
<b>Globalstrahlung [W/m<sup>2</sup>]</b>	<b>März</b>	<b>Juli</b>
Min:	1856	4484
Max:	3729	5881
Median:	2253	4968

Abbildung 3: Karte der Raumgliederungsvariante UBA PNV IX -21 Klassen



**Abbildung 4:** CART-Baum der Raumgliederungsvariante UBA PNV IX – 21 Klassen



## **Ökoklasse 8 – Altmark, Prignitz und Uckermark**

Die Raumklasse 8 nimmt etwa 4 % der Bundesfläche ein und erstreckt sich in ost-westlicher Richtung von der Uckermark über das Havelland und die Altmark bis in die Prignitz. Die in dieser Klasse häufigste potenziell natürliche Vegetation sind mitteleuropäische Traubeneichen-Buchenwälder, z.T. mit Eiche, aber auch west- und mitteleuropäische Erlen-Eschenwälder im Komplex mit grundfeuchten Eichen-Hainbuchenwäldern und Erlenbruchwäldern.

In der Weichseleiszeit wurden fein- bis grobkörnige Sande mit unterschiedlichen Ton- und Schluffanteilen, die z.T. aus Schmelzwasser- und Geschiebesanden, aber auch Geschiebemergel (mit sandiger Deckschicht) im Höhenintervall zwischen 0 m und 160 m abgelagert.

Der Einfluss des kontinentalen Klimas macht sich im Vergleich mit dem Bundesdurchschnitt durch eine Erhöhung der Verdunstungsraten in den Frühjahrsmonaten um ca. 10 mm/Monat und einer um ca. 15 - 20 mm niedrigeren mittleren monatlichen Niederschlägen bemerkbar, während die mittleren monatlichen Temperaturen sowie die Globalstrahlung mit dem Bundesdurchschnitt übereinstimmen.

Ackerflächen nehmen ca. 59 % der Raumklasse 8 ein, die Waldökosysteme umfassen ca. 25 % (Bundesdurchschnitt 26,4 %). Für fast 40% der Waldfläche werden die Critical Loads für Säure mit >5000 Eq/ha (höchste Belastungsklasse) überschritten. Die Belastung der Waldökosysteme der Ökoklasse 8 durch Stickstoffeinträge liegt mit über 60% im mittleren Bereich (Überschreitungsrate von 15 - 20 Eq/ha\*a).

## Ökoklasse 12 – Hochlagen der kristallinen u. paläozoischen Mittelgebirge

Die Ökoklasse 12 nimmt etwa 6,3 % der Bundesfläche ein. Sie setzt sich zusammen aus räumlichen Einheiten, die sich in den Höhenlagen (s.u.) der kristallinen und paläozoischen Mittelgebirge (z.B. Harz, Schwarzwald und Rhön) befinden. Als potenziell natürliche Vegetation dominieren atlantisch-südsubatlantische bis mitteleuropäische Buchenwälder (v.a. Rotbuche (*Fagus sylvatica*), z.T. mit Traubeneiche (*Quercus petraea*) mit / ohne Tannen (Edel-Tanne (*Abies alba*)) sowie hochmontane Fichten-Tannen-Buchenwälder.

Die Höhenlagen rangieren zwischen 150 m und 1400 m über NN (Median: 598 m, Modus: ca. 500 m). Die vorherrschenden Bodenarten sind steinig-grusiger Lehm mit höheren Sandanteilen bis hin zum tonigen Schluff, die aus sauren Magmatiten und Metamorphiten sowie aus Ton- bzw. Schluffschiefer entstanden sind. Der Höhenlage entsprechend ist die Temperatur im Jahresgang immer ca. 2 °C niedriger als der Bundesdurchschnitt. Auch die Globalstrahlung weist im Mittel in den Monaten Mai - Juli eine negative Abweichung von ca. 2,5 % vom mittleren monatlichen Bundesdurchschnitt auf. In dieser Ökoklasse findet sich eine um ca. 15 mm verminderte Verdunstung in den Sommermonaten, während der mittlere monatliche Niederschlag ganzjährig 20 (Sommer) - 40 mm (Winter) über dem Bundesmittel liegt.

Während Ackerflächen in dieser Ökoklasse einen geringen Flächenanteil von nur ca. 19 % einnehmen, dominieren Waldökosysteme mit einem Flächenanteil von 66 %. Von diesem weisen ca. 60 % Überschreitungen der Critical Loads für Stickstoff zwischen 5–15 Eq/ha\*a auf, Werte über 20 Eq/ha\*a werden nicht erreicht. Für den Großteil der Wälder (ca. 74 %) wurden Überschreitungsdaten von Critical Loads für Säuren von bis zu 3.000 Eq/ha\*a festgestellt, ca. 17 % sind sogar der höchsten Belastungsklasse (> 5.000 Eq/ha\*a) zuzuordnen.

## Ökoklasse 18 – Brandenburger Jungmoränenlandschaft

Diese Raumeinheit nimmt etwa 5,8 % der Bundesfläche ein. Sie befindet sich in Form einer annähernd quadratischen Einheit am östlichen bundesdeutschen Grenzverlauf in Brandenburg und umfasst den Fläming und die Niederlausitz. Die hier häufigste potenziell natürliche Vegetation bilden mitteleuropäische Eichenwälder (Traubeneiche (*Quercus petraea*)), z. T. mit Kiefer (*Pinus sylvestris*), sowie west- und mitteleuropäische Erlen-Eschenwälder, Eichen-Hainbuchenwälder (*Carpinus betulus*, *Quercus robur*) oder Erlenbruchwälder (Schwarzerle (*Alnus glutinosa*)).

Glazifluviale Ablagerungen der Weichseleiszeit liegen zwischen 0 m und 150 m über NN (Median: 66 m, Modus: ca. 45 m) vor allem als fein- bis grobkörnige Sande mit unterschiedlichen Ton- und Schluffanteilen vor, die z.T. aus Schmelzwasser- und Geschiebesanden, aber auch aus Geschiebemergel (mit sandiger Deckschicht) entstanden sind.

Die mittlere monatliche Temperatur der Raumklasse 18 liegt im Sommer ca. 1° C über dem Bundesdurchschnitt, während die Globalstrahlung mit dem Bundes-Jahresgang übereinstimmt. In den Monaten Mai - August liegen die Verdunstungswerte im Mittel um 10 mm höher als im Bundesdurchschnitt. Die Jahresgänge des Niederschlags im Bundesgebiet und in der Ökoklasse 18 zeigen einen übereinstimmenden Verlauf, wobei die Werte der Ökoklasse ganzjährig um 20 - 30 mm niedriger sind.

Bei einem Flächenanteil von ca. 50% stellen Ackerflächen die Hauptlandnutzung dieser Raumklasse dar, gefolgt von Waldflächen mit ca. 37%. Während die Überschreitungen der Critical Loads für Säuren bei Wäldern dieser Klasse als sehr hoch einzustufen sind (fast 53 % weisen Werte von über 5.000 Eq/ha\*a auf), liegen derer für Critical Loads für Stickstoff bei ca. 60 % der Waldflächen mit Werten von 15-20 Eq/ha\*a im mittleren Bereich.

## Ökoklasse 19 – Leipziger Tieflandsbucht

Der Flächenanteil der Ökoklasse 19 am Bundesgebiet beträgt ca. 3,9 %. Sie grenzt im Osten an die zuvor beschriebene Ökoklasse 18 und lässt sich vor allem durch ihre Börden-Lage nordöstlich des Harzes charakterisieren. In Höhenlagen zwischen 12 m (Minimum) und 155 m (Maximum, Modus 90 m) sind Mitteleuropäische Hartholzauen (Stiel-Eiche (*Quercus robur*)), Stieleichen-Hainbuchenwäldern und mitteleuropäische Eichen-Hainbuchenwälder (u.a. Hainbuche (*Carpinus betulus*)) potenziell natürlich.

In der Ökoklasse 19 finden sich vor allem folgende Bodenarten: toniger Schluff bis schluffiger Lehm bzw. lehmiger Ton, die einerseits aus Lössen und Lössderivaten entstanden sind (Tongesteine), sich andererseits aber auch aus Auen-sedimenten entwickelt haben.

Die Temperatur und das Angebot der Sonne an kurzweilliger Strahlungsenergie an der Erdoberfläche entsprechen den jeweiligen Jahresgängen der bundesweiten monatlichen Mediane, während bei den mittleren monatlichen Verdunstungsraten eine Erhöhung um 7-10 mm in den Sommermonaten feststellbar ist. Auffällig sind auch ganzjährig niedrigere Niederschlagssummen (ca. 20 mm) bei einer maximalen Abweichung von ca. 25 mm im Juli.

Die Raumklasse 19 wird überwiegend von Ackerflächen (76% der Ökoklassenfläche) geprägt. Die Waldflächen dieser Raumklasse, die mit einem Flächenanteil von nur 10% eine untergeordnete Rolle spielen, weisen zu 40% Überschreitungen der Critical Loads für Säuren von über 5.000 Eq/ha\*a auf. Die Critical Loads für Stickstoff werden für 88% der Wälder mit 5 bis 20 Eq/ha\*a überschritten.

## Ökoklasse 20 – Mecklenburger Seenplatte

Die Raumklasse 20 nimmt 3,8% des Bundesgebietes ein und umfasst die Mecklenburgische Seenplatte sowie die süd-mecklenburgischen Heide- und Ackerflächen. Sie liegt in einem annähernd mosaikartigen Verbund mit der Ökoklasse 46 und grenzt südlich an die Ökoklasse 8.

Die in dieser Klasse dominierende potenziell natürliche Vegetation sind vor allem mitteleuropäische Traubeneichen-Buchenwälder (*Fagus sylvatica*, *Quercus petraea*), nördlich z.T. in Vergesellschaftung mit unterschiedlichen Spezialgehölzen (Wald-Sternmiere (*Stellaria nemorum*), Goldnessel (*Lamium galeobdolon*) oder Waldmeister (*Asperula odorata*)).

In einem Höhenintervall zwischen 0 m und 155 m (Modus: ca. 65 m) ist (lehmi-ger) Sand bis sandiger Lehm über Lehm, hervorgegangen aus Geschiebemergel und -lehm, die hauptsächliche Bodenart. Von Bedeutung sind hier ferner fein- bis mittelkörnige (teils lehmige) Sande aus Küsten-, Niederungs-, Urstromtal- und Flussablagerungen, aber auch Hoch- und Niedermoortorfe, wobei diese z.T. periglazialen Ursprungs sind.

Die mittleren monatlichen Temperaturen ebenso wie der Jahresgang der Globalstrahlung - bis auf eine maximale Abweichung von +100 W/m<sup>2</sup> - entsprechen dem Bundesschnitt. Auffällig sind Differenzen bei der Verdunstung und beim Niederschlag. Erstere weist im Sommer bis zu 10 mm mehr und letztere ganzjährig bis zu 10 mm niedrigere Werte als der Bundesschnitt auf.

Die Raumklasse 20 ist zu 59% von Äckern bedeckt, Wälder sind mit nur einem Anteil von ca. 29 % vertreten. Große Teile (ca. 63 %) dieser insgesamt geringen Flächenanteile des Waldes weisen jedoch bemerkenswert hohe Über-

schreitungen der Critical Loads für Säure von über 3000 bis zu mehr als 5000 Eq/ha\*a auf.

### **Ökoklasse 22 – Ost- und Nordfriesische Marsch**

Die Ökoklasse 22 stellt mit nur 1,6 % der Bundesfläche zwar ein kleines, aber naturräumlich interessantes Gebiet dar. Es lässt sich recht eindeutig auf die Marschen des norddeutschen Tieflandes, der Inseln und Niederungen von Ems, Weser und Unterelbe eingrenzen und zeichnet den Verlauf der Küste in Form eines Streifens nach. Die hier häufigste potenziell natürliche Vegetation sind vor allem Stieleichen-Eschenwälder (Gemeine Esche (*Fraxinus excelsior*), Stieleiche (*Quercus robur*)) und Eschen-Ulmenwälder (*Ulmus minor*), z. T. mit Erle (*Alnus glutinosa*) und Vegetation der eingedeichten und ausgesüßten Marschen.

Die Höhenunterschiede betragen unter 20 m. Die typischen Bodenarten in diesem Bereich sind sandige und tonige Schluffe bis schluffige Tone, entstanden auf marinen und fluviatilen Sedimenten.

Die Temperaturverhältnisse schwanken in der Ökoklasse 22 über das Jahr verteilt nur geringfügig um den Bundesschnitt. Maximale Abweichungen finden sich im Winter mit +1 °C und im Sommer mit -0,5 °C. Der Jahresgang der Globalstrahlung verhält sich vor allem im Verlauf des Frühjahrs dem Bundesschnitt sehr ähnlich. Erst im Juli zeigen sich markante Unterschiede von -200 W/m<sup>2</sup>, die bis November auf -100 W/m<sup>2</sup> abnehmen. Die Verdunstungsraten weichen im Sommer unwesentlich von den bundesweiten Verhältnissen ab, erst im Winter zeigen sich Abweichungen von bis zu -5 mm. Weitaus auffälliger verhalten sich die Niederschlagsraten. Diese erreichen im Mai maximale Abweichungen von -10 mm und im Oktober maximale Abweichungen von +20 mm.

Bei Flächenanteilen von über 61 % stellt Grünland in dieser Raumklasse die dominante Landnutzungsform dar. Ackerflächen nehmen hier ca. 34 % der Fläche ein, Wälder kommen sehr selten vor (0,3 % der Fläche).

### **Ökoklasse 26 – Schwäbische Alb**

Die Raumklasse 26 ist mit 2,4 % Flächenanteil vor allem auf die schwäbische Alb, weiterhin auf Teile der Donau-Iller-Lech-Region verteilt. Vereinzelt findet sie sich aber auch in den mittleren bis höheren Lagen des Mittelgebirges, z.B. in Abschnitten der östlichen Eifel und des thüringisch-fränkischen Mittelgebirges.

Potenziell natürliche Vegetation sind überwiegend Tannen-Buchenwälder (Waldmeister (*Galium odoratum*)) im Wechsel mit südwestmitteleuropäischen (Kalk-)Buchenwald (Rotbuche (*Fagus sylvatica*)) in Höhen von 300 m bis ca. 1000 m (Median 660 m, am häufigsten 540 bis 700 m). Die vorherrschende Bodenart ist schluffiger bis lehmiger Ton. Das Bodenausgangsgestein setzt sich zusammen aus Kalk-, Dolomit- und Mergelgesteinen des Berglands und der Mittelgebirge.

Während die Temperaturen relativ gleichmäßig über das Jahr verteilt bis zu 2° C unter dem Bundesschnitt liegen, zeigt die Globalstrahlung mit Ausnahme des Monats Mai höhere Werte (maximal 300 W/m<sup>2</sup> im September). Einen dem Jahresgang der bundesdurchschnittlichen Monatswerte vergleichbaren Verlauf zeigen auch Verdunstung und Niederschlag: Die Verdunstung der Ökoklasse 26 liegt in den Sommermonaten maximal 15 mm unter, der Niederschlag in demselben Zeitraum maximal 25 mm über den bundesweiten Verhältnissen.

Neben Grünland mit einem Flächenanteil von 11 % halten sich die Anteile von Ackerlandnutzung und Waldflächen in dieser Raumklasse mit ca. 45 % bzw. 43 % in etwa die Waage. Die Waldflächen zeigen keine nennenswerten Über-

schreitungen für die Critical Loads. Nur 5 % Flächenteile weisen Überschreitungen der Critical Loads-Werte für Stickstoff von über 10 Eq/ha\*a auf, und nur knapp über 4 % überschreiten die Critical Loads-Werte für Säure mit über 2000 Eq/ha.

### **Ökoklasse 27 – Allgäu und Hochalpen. Alpenvorland**

Die Ökoklasse 27 nimmt 3,4 % der BRD ein. Sie lässt sich vor allem durch ihre voralpine (voralpines Hügel- und Vorland) bzw. alpine Lage (oberbayerische Voralpen) charakterisieren. Dementsprechend sind überwiegend mitteleuropäische Tannen- oder Traubeneichen-Buchenwälder (Edel-Tanne (*Galium odoratum*) und Rotbuche (*Fagus sylvatica*)) und die nordalpinen (Fichten-) Tannen-Buchenwälder potenziell natürlich.

Die Raumklasse 27 kommt zwischen 400 m bis 2350 m vor, wobei 50% der Fläche unterhalb 720 m liegen. In den eher alpinen Lagen finden sich Schluffe und Lehme im engräumigen Wechsel auf Kalk-, Dolomit- und Mergelgesteinen der Alpen. Die tieferen Lagen dieser Klasse sind durch lehmige Sande bis tonige Schluffe geprägt, die aus weichseleiszeitlichen Geschiebemergeln im Alpenvorland entstanden sind.

Entsprechend der Höhenlage liegen die durchschnittlichen Temperaturen um 1,5 (Sommer) - 2 °C (Winter) unter dem Bundesmedian, während der Wert der Globalstrahlung im Frühjahr und Herbst bis zu 500 W/m<sup>2</sup> mehr als im Bundesdurchschnitt beträgt. Die Verdunstung ist nur im Sommer um bis zu 15 mm niedriger, während die monatlichen Niederschlagssummen dieser Raumklasse ganzjährig beträchtlich - d.h. zwischen 30 (Winterhalbjahr) und 80 mm (Sommerhalbjahr) - die durchschnittlichen monatlichen Niederschlagssummen in Deutschland überschreiten.

Raumklasse 27 ist durch ausgedehnte Grünland- und Waldflächen mit Flächenanteilen von ca. 45 % und 41 % bestimmt. Die Waldökosysteme dieser Raumklasse zeigen zu ca. 41 % Flächenanteil keine Überschreitung der Boden-Pufferkapazitäten für Säurebelastung und zu ca. 16 % der Flächenanteile keine der Critical Loads für Stickstoff.

Die Ökoklasse 27 wird entsprechend dem Fachvotum des StaBA in die Ökoklassen 54 und 55 untergliedert.

### **Ökoklasse 54 – Allgäu und Hochalpen**

Mit einem Flächenanteil von 1,7 % an der BRD ist diese Ökoklasse räumlich konzentriert auf die Voralpen, die nördlichen Kalkalpen sowie auf Teile des voralpinen Hügel- und Moorlands. Ebenso wie die Ökoklasse 55 nimmt sie 50 % der Fläche der Ökoklasse 27 ein. Nordalpische (Finnen-) und Tannen-Buchenwälder sind potenziell natürlich.

In der Ökoklasse 54 wird das bundesdeutsche Maximum der orografischen Höhe mit ca. 2963 m (Zugspitze) erreicht (Median 967 m, häufigste Werte 750 m bis 850 m). Wie aus der Beschreibung der Raumklasse 27 hervorgeht, sind diese höher gelegenen alpinen Lagen gekennzeichnet durch Kalk-, Dolomit- und Mergelgesteine als Hauptausgangsgesteine, auf denen sich im kleinräumigen Wechsel schluffige und tonige Bodenarten gebildet haben. Ein weiteres Charakteristikum ist das Auftreten von z.T. kultivierten Sumpf- und Moorflächen.

Die Temperaturen zeigen im Vergleich zum Bundesschnitt zwar einen ähnlichen Jahresverlauf, liegen jedoch ganzjährig ca. 2 °C darunter. Die Globalstrahlung ist von Mai bis Juli um ca. 150 W/m<sup>2</sup> geringer, ansonsten deutlich über dem Bundesschnitt (max. ca. 700 W/m<sup>2</sup> im März). Mit einem maximalen Unterschied von 135 mm (Juli) und einem minimalen Unterschied von 51 mm liegt der monatliche Gang der Niederschläge aufgrund der Höhenlage der Ökoklasse

54 erheblich über dem bundesweiten Verhältnissen. Bei der Verdunstung ist eine maximale Abweichung von -25 mm in den Sommermonaten festzustellen.

Die Raumeinheit 54 ist zu 50,6 % mit Wald bedeckt; einen noch höheren Waldanteil weist nur die Klasse 12 auf. Ackerflächen sind mit nur einem Prozent vertreten. Der Anteil der Fläche mit höheren Überschreitungen der Critical Loads für Säure und für Stickstoff sind hier vernachlässigbar klein.

### **Ökoklasse 55 – Alpenvorland**

Dieser Raumeinheit nimmt etwa 1,7 % der Bundesfläche und ca. 50 % der Fläche der Ökoklasse 27 ein. Sie liegt in Form einer gestreckten Einheit nördlich der Raumklasse 54, also direkt an die Voralpen grenzend. Der größte Teil dieser Klasse wird von voralpinem Hügel- und Moorland gebildet. Hier sind in Höhen zwischen 400 m und 1250 m über NN (Median 635 m, Modus 800 m) überwiegend (Traubeneichen-)Buchenwälder sowie Tannen-Buchenwälder mit Eiche oder mit Fichte potenziell natürlich.

Lehmige Sande bis tonige Schluffe sind vorherrschend, entstanden aus Geschiebemergeln im Alpenvorland. Daneben kommen auch lehmige Sande bis schluffige Lehme auf Terrassen- und Schotterablagerungen und schluffiger Lehm als Produkt von lössvermischten Tertiärablagerungen (bzw. basische Magmatite und Metamorphite) vor.

Die Temperatur liegt mit 1 °C unter den monatlichen Bundesmedianen, während die Globalstrahlung einen um +400 W/m<sup>2</sup> ganzjährig höheren Verlauf zeigt. Ein Vergleich der Jahresgänge des Niederschlags vom Bundesgebiet mit der Ökoklasse 55 zeigt ganzjährige Überschreitungen der Bundeswerte von wenigen Millimetern im Januar bis zu ca. 60 mm im Juli. Die Verdunstungsraten stimmen in den Wintermonaten mit dem jährlichen Verlauf der Bundeswerte

überein, von April bis August sind jedoch geringere Werte zu verzeichnen (maximale Abweichung im Mai von ca. -13 mm).

Bei einem Flächenanteil von ca. 28 % stellen Waldflächen nach Grünland mit 50 % die zweitgrößte Landnutzungskategorie dar, gefolgt von Ackerflächen mit nur ca. 15 %. Die auftretenden Überschreitungsraten der Critical Loads für Säuren können als mittel eingestuft werden (über 53 % weisen Werte von über 1000 – 2000 Eq/ha\*a auf). Ebenso liegen die Überschreitungen der Critical Loads für Stickstoff bei über 82 % der Waldflächen mit Werten von bis zu 10 Eq/ha\*a im mittleren Bereich.

### **Ökoklasse 30 – Sächsische Börden**

Die Raumklasse 30 nimmt etwa 3,0% der Bundesfläche ein und erstreckt sich mit Unterbrechungen hauptsächlich in ost-westlicher Richtung vom thüringischen Becken bis zu den obersächsischen Börden. Ein etwas entfernt davon liegendes Teilgebiet erstreckt sich von Würzburg aus in nordöstlicher Richtung bis zur fränkischen Saale. Die hier dominierende potenziell natürliche Vegetation sind mitteleuropäische Eichen-Hainbuchenwälder bzw. Traubeneichen-Hainbuchenwälder, z.T. im Wechsel mit Kalkbuchenwäldern. Dominierende Bodenarten sind hier vor allem tonige Schluffe bis schluffige Lehme, die in Höhen zwischen 150 und 400 m (Modus ca. 180 m) über NN aus Lössen und Lössderivaten bzw. aus Tongesteinen hervorgegangen sind.

Sowohl die mittleren monatlichen Temperaturen als auch der Jahresgang der Globalstrahlung dieser Ökoklasse verhalten sich wie die Bundesvergleichswerte (nur im Sommer liegt die Temperatur um ca. 1 °C höher), und auch bei der Betrachtung der Verdunstung fallen keine nennenswerten Abweichungen (Max.: im Juli um 4 mm höhere Verdunstungsraten) von den bundesweiten Durchschnittswerten und dem Jahresverlauf auf. Nur beim Niederschlag sind ganzjährige Abweichungen vom Bundesdurchschnitt zu erwähnen, d.h. sie liegen

mindestens 5 mm (April bis Juni) und höchstens 20 mm (Winter) unter den monatlichen Bundesmedianen.

Mit einem Flächenanteil von über 87 % für Ackerland stellt die Ökoklasse 30 im Vergleich zu allen anderen diejenige mit dem höchsten Flächenanteil für die Landnutzung Acker dar. Die zweithäufigste Landnutzungsform Wald weist nur noch einen geringen Anteil von ca. 8 % auf, wovon ca. 41 % der höchsten Säure-Belastungsklasse mit über 5.000 Eq/ha\*a Überschreitung der Critical Loads für Säure zuzuordnen sind.

### **Ökoklasse 42 – Niedersächsische Geest, Westfälische Tieflandsbucht**

Die Klasse 42 ist mit einem Flächenanteil von ca. 7,3% des Bundesgebietes eine der größeren landschaftsökologischen Raumeinheiten. Sie überdeckt weite Teile von Niedersachsen und Nordrhein-Westfalen und kann mit dem Begriff "Geest" am besten charakterisiert werden. Dementsprechend können die westfälische Tieflandsbucht, die Dümmer Geestniederung und die Ems-Hunte-Geest (Emsland) als Hauptnaturräume genannt werden. Hier sind in Höhen zw. 0 m und 150 m über NN (feuchteliebende) Birken-Stieleichenwälder (Moorbirke (*Betula pubescens*)) und (Eichen-) Buchenwälder potenziell natürlich.

Morphographie und Substrate sind geprägt durch fein- und mittelkörnige Sande (Küsten-, Niederungs-, Urstromtal- und Flusssande), z.T. mit höheren Lehmannteilen bis hin zu Lehm, die z.T. aus saalezeitlichen Geschiebemergeln/-lehmen mit sandiger Deckschicht (bzw. aus Karbonatgesteinen, Kalk- und Mergelsteinen) entstanden sind. Prägend für diese Ökoklasse ist weiterhin das Auftreten von Hoch- und Niedermoortorfen.

Dem maritimen Einfluss entsprechend liegt die Temperatur im Verhältnis zum Bundesdurchschnitt im Winter um ca. 1,5° C höher. Die Jahresgänge der Globalstrahlung und der Verdunstung gleichen den mittleren Monatswerten des

Bundesfläche über das Jahr. Der Niederschlag weist keine größeren (max. 5 mm im Winterhalbjahr), dafür aber um den Bundesdurchschnitt schwankende Werte auf.

Mit einem Flächenanteil von fast 69 % stellt Ackerland die dominante Nutzungsform dieser Raumklasse dar, gefolgt von Grünland, das ca. 20 % der Fläche einnimmt. Für Wälder (ca. 6 % der Raumklassen) sind Überschreitungen der Critical Loads für Säuren vor allem in den mittleren Bereichen (2.000-3.000 Eq/ha\*a) festzustellen. Die Überschreitungsraten für Stickstoff liegen bei über 58 % der Waldflächen zwischen 5 und 20 Eq/ha\*a.

### **Ökoklasse 43 – Schleswig-Holsteinische Geest und Lüneburger Heide**

Diese Raumeinheit nimmt etwa 7,2 % der Bundesfläche ein und erstreckt sich über den mittleren Teil von Schleswig-Holstein (Schl.-Holst. Geest), die Lüneburger Heide und nimmt das Weser-Aller-Flachland ein. Weiter nach Osten reichend kommen noch die südmecklenburgischen bzw. brandenburgischen Heide- und Ackerflächen hinzu. In dieser Ökoklasse sind Atlantisch-subatlantische hygrophile Birken-Stieleichenwälder (Stieleiche (*Quercus robur*)) und (Eichen-)Buchenwälder in Höhen zwischen 0 m und 155 m über NN potenziell natürlich. Die fein- und grobkörnigen Sande (Küsten-, Niederungs-, Urstromtal- und Flusssande), z.T. mit höheren Lehnteilen bis hin zu Lehm, sind z.T. aus Geschiebemergeln/-lehm mit sandiger Deckschicht (bzw. aus Karbonatgesteinen, Kalk- und Mergelsteinen) entstanden.

Klimatisch betrachtet zeigt diese Ökoklasse im Verhältnis zu den bundesweiten monatlichen Medianen im Jahresgang keinerlei Auffälligkeiten. Vielleicht kann man aber gerade das als Charakteristikum dieser Klasse ansehen, denn in allen anderen Raumklassen sind in Bezug auf das eine oder andere Klimaelement mehr oder weniger große Differenzen zu den statistischen Kennzahlen für die Fläche der BRD feststellbar.

Ackerland weist einen Flächenanteil von fast 55 % auf, Wald- bzw. Grünlandflächen kommen auf ca. 22 % bzw. 19 %. 54 % der Waldflächen weisen eine hohe Säurebelastung mit Überschreitungen der Critical Loads von über 4.000 Eq/ha\*a auf. Ebenso werden für ca. 47 % der Fläche die Critical Loads für Stickstoff mit über 20 Eq/ha\*a überschritten.

### **Ökoklasse 46 – Schl.-Holst. und Mecklenb. Jungmoränenlandschaft**

Der Flächenanteil dieser Ökoklasse beträgt 4,1 % am Bundesgebiet. Ihre räumliche Ausdehnung erstreckt sich entlang der deutschen Ostseeküste vom schleswig-holsteinischen Hügelland, vorbei an der Mecklenburger Bucht über mosaikartig verteilte Bereiche im Norden Mecklenburg-Vorpommerns bis Rügen (mecklenburgische Lehm- und Seenplatte), wobei sich mehr oder weniger zusammenhängende Inseln dieser Ökoklasse auch weiter im Landesinneren in Richtung Uckermark befinden. In Höhen zwischen 0 m und 146 m bilden auf lehmigen Sanden und Lehmen, die aus weichseleiszeitlichen Geschiebemergeln und Lössen entstanden sind, subatlantisch-mitteuropäische (Perlgras- bzw. Waldhirschen-)Buchenwälder mit unterschiedlichen Anteilen an Eichenbeständen, im Norden teilweise mit Wald-Sternmiere (*Stellaria nemorum*) oder Wald-Geissblatt (*Lonicera periclymenum*) vergesellschaftet, die vorherrschende potenziell natürliche Vegetation.

Die Temperatur ist nur im Frühjahr mit ca. 1 °C niedriger als der Bundesdurchschnitt, während die Globalstrahlung im Sommer um ca. 200 W/m<sup>2</sup> über und im Winter um ca. 100 W/m<sup>2</sup> unter den Bundeswerten liegt. Bei der Betrachtung der Verdunstung fallen lediglich geringe positive wie negative Abweichungen auf, hingegen ergeben die mittleren monatlichen Niederschläge im Vergleich zum Bundesdurchschnitt um max. 15 mm (Winterhalbjahr) tiefere Werte.

Ähnlich wie in Raumklasse 30 weist diese Raumklasse mit 87 % einen hohen Anteil an Ackerflächen auf. Weitere Nutzungsformen wie Grünland und Wald (ca. 3 % und fast 5 % der Fläche) sind quantitativ von untergeordneter Bedeutung.

### **Ökoklasse 47 – Nieders. Börden, Rheinland und Oberrheintal**

Ökoklasse 47 stellt mit einem Flächenanteil von 8,1 % nach der Raumeinheit 62 die zweitgrößte Raumklasse dar. Sie ist aber nicht wie viele der anderen Klassen auf einen eher als kompakt zu bezeichnenden Bereich beschränkt. Vielmehr zeigt sie eine insgesamt recht große nord-südliche und dabei mosaikartige Verteilung, wobei viele Niederungs- bzw. Tallagen das Bild dieser Raumklasse prägen. Aus diesem Grund sind unterschiedliche Naturräume Bestandteil dieser Raumklassen, nämlich u.a. die westfälische Tieflandsbucht, das nördliches Oberrhein-Tiefland und die niederrheinische Bucht.

In Höhen zwischen 0 m und 155 m (Modus 100 m) sind subatlantisch-mitteuropäische (Eichen-) Buchenwälder, Hartholzauen (Flutter- bzw. Feld-Ulme (*Ulmus laevis*, *U. minor*) im Komplex mit Weiden-Weichholzauen und feuchteliebenden Stieleichen-Hainbuchenwäldern potenziell natürlich.

Hauptbodenarten sind schluffige Sande über Sand (oder Lehm) bis hin zu tonigen Schluffen bis lehmigen Tonen. Dabei stellen Sandlössse bzw. Sandsteine, aber auch Auensedimente (Terrassen- und Schotterablagerungen) die Entwicklungsbasis der genannten Bodenarten dar.

Die Temperatur ist ganzjährig - wenn auch geringfügig – höher als im Bundesdurchschnitt (Max: +1,5 °C im Winter). Die Globalstrahlung weicht hingegen nur im Mai/Juni mit bis zu -100 W/m<sup>2</sup> vom Bundesschnitt ab. Verdunstung und Niederschlag gleichen dem Jahresgang der mittleren monatlichen Mediane in der Bundesrepublik.

Mit einem Flächenanteil von ca. 17 % für Siedlungen stellt diese Ökoklasse die am dichtesten besiedelte unter den 21 ausgegliederten Raumklassen dar. Ackerflächen nehmen dennoch einen sehr hohen Flächenanteil von 66 %, Wald einen Anteil von ca. 12 % ein. Diese Wälder weisen vorwiegend mittlere Belastungsstufen für Säure und Stickstoff auf: 77 % der Flächen weisen Überschreitungen der Critical Loads für Säuren unter 3.000 Eq/ha\*a auf, bei über 71% der Flächen werden die Critical Loads für Stickstoff mit bis zu 15 Eq/ha\*a überschritten.

### **Ökoklasse 56 – Bayerisches Hügelland und Fränkisches Keuper-Lias-Land**

Obwohl diese Raumklasse nur einen Flächenanteil an der BRD von 6,7 % hat, ist sie wie die Raumklasse 47 räumlich stark zergliedert. Ein Schwerpunkt befindet sich zwischen den Flussniederungen des bayerischen Hügellandes, ein weiterer liegt zwischen dem Oberpfälzer Wald und der fränkischen Alb. Der dritte Verbreitungsbereich nimmt weite Teile von Franken bei Nürnberg (fränkisches Keuper-Lias-Land) ein, und ein vierter Teil liegt im südöstlichen Thüringen und grenzt südlich an das Fichtel- bzw. Elster-Gebirge.

Mitteleuropäische (Traubeneichen-) Buchenwälder und südmitteleuropäische Kiefern-Eichenwälder, oft im Komplex mit kleinflächigen Kiefernwäldern (Wald-Kiefer (*Pinus sylvestris*)), bilden die natürliche Vegetation zwischen 156 m und 685 m über NN (Modus 420 m). Sand und lehmiger Sand sowie schluffiger Lehm mit z.T. erheblichen Steinanteilen sind die fast ausschließlich vorkommenden Bodenart. Erstere sind auf Sandsteinen und Konglomeraten, letztere auf lössvermischten Tertiärablagerungen entstanden.

Abweichungen von den monatlichen Medianen von Gesamtdeutschland lassen sich erkennen bei den Wintertemperaturen (ca. -1 °C), bei der Globalstrahlung

(ganzjährig zwischen +50 und +150 W/m<sup>2</sup>), bei der Verdunstung im Frühjahr und bei den Sommerniederschlägen (bis zu +7 mm).

Neben Ackerflächen mit 52% Flächenanteil dominieren Wälder (41%) das Landschaftsbild der Klasse 56. Rund 59 % der Waldfläche sind durch Überschreitungen der Critical Loads für Säuren von 1.000 - 3.000 Eq/ha\*a und 89 % der Fläche durch Überschreitungen der Critical Loads für Stickstoff von unter 15 Eq/ha\*a gekennzeichnet.

### **Ökoklasse 57 – Kristalline Mittelgebirge**

Die mit 2,8% recht kleine Raumklasse 57 ist verteilt auf den Oberpfälzer bzw. Bayerischen Wald, den Grenzsäum zwischen süd-sächsischem Hügelland und dem Erzgebirge sowie den östlichen Teil des Harzes. Hier sind in Höhen zwischen 156 m und 770 m über NN (Modus und Median ca. 430 m) subatlantisch-mitteleuropäische Buchenwälder (Rotbuche (*Fagus sylvatica*)) mit Tanne (*Abies alba*) oder Traubeneiche und Tannen-Buchenwälder, z.T. mit Fichten (*Picea abies*) vergesellschaftet, potenziell natürlich. Auf lössvermischten Verwitterungsprodukten saurer Magmatite und Metamorphite sind schluffige Lehme bis steinig-grusige Schluffe entstanden und auf Ton- und Schluffschiefer sandige und tonige Lehme bis tonige Schluffe, die ebenfalls steinige und grusige Anteile enthalten.

Die mittleren monatlichen Temperaturen weichen ganzjährig um -0,5 °C (Sommer) bis -1,5 °C (Winter) vom Bundesdurchschnitt ab, während sich die Globalstrahlung im Jahresverlauf wie der Bundesschnitt verhält bzw. um diesen Verlauf schwankt (max. +100 W/m<sup>2</sup> im Frühjahr und im Herbst). Geringe Differenzen lassen sich auch bei der Verdunstung und beim Niederschlag feststellen. Die Verdunstung liegt im Frühjahr bis zu 10 mm unter und die Niederschläge fast ganzjährig bis zu 10 mm über den mittleren monatlichen Werten des Bundesgebiets.

Während Ackerflächen ca. 50 % der Fläche der Raumklasse ausmachen, werden fast 39 % des hügeligen Landes von Wäldern eingenommen. Die Säurebelastung der Wälder drückt sich auf ca. 26% Flächenanteil mit Überschreitungs-raten für Critical Loads Säure von mehr als 5.000 Eq/ha\*a aus.

### **Ökoklasse 58 – Fränkische Alb**

Die Klasse nimmt 2,7 % der gesamten Fläche der BRD ein und bedeckt mit wenigen Ausnahmen die Fränkische Alb. Auf Dolomit und Mergelgesteinen des Berglandes und der Mittelgebirge sind schluffige Lehme bis lehmige Tone entstanden. Auf ihnen stocken in 204 m bis 716 m (Modus 495 m) natürlicherweise nordalpische (Fichten-)Tannen-Buchenwälder, atlantisch-subatlantische Buchenwälder sowie mitteleuropäische (Traubeneichen-) Buchenwälder, an feuchten Standorten mit Seegrass.

Die Lufttemperatur erreicht die bundesweiten Mediane während des gesamten Jahres nicht, sondern liegt in den Sommermonaten 0,5 °C und in den Wintermonaten 1,5 °C darunter. Die Globalstrahlung dagegen übertrifft den Bundesmedian um ca. 100 W/m<sup>2</sup>. Die Verdunstung unterschreitet die Vergleichswerte zwischen April und August um maximal 7 mm im Mai. Die Niederschlagswerte sind in den Monaten Mai bis August höher als der Bundesmedian mit einem maximalen Wert von 15 mm im Juni.

Bei einem Flächenanteil von ca. 62 % stellen Ackerflächen die dominierende Nutzungsform in der Fränkischen Alp dar. Die Waldflächen, die immerhin 33 % der Fläche dieser Raumklasse ausmachen, zeigen bei 36 % gar keine, bei ca. 48 % eine geringe Überschreitung der Überschreitungen der Critical Loads für Säuren um bis zu 2.000 Eq/ha\*a; nur ca. 5 % weisen Überschreitungen von über 3.000 Eq/ha\*a auf. Hinsichtlich der Stickstoffbelastung können die Wälder dieser Raumklasse ebenso vorwiegend den niederen Belastungsklassen zuge-

ordnet werden; denn ca. 80 % der Flächen zeigen Überschreitungen der Critical Loads für Stickstoff unter 10 Eq/ha\*a.

### **Ökoklasse 62 – Rheinisches Schiefergebirge u. südwestdeutsche Schichtstufenlandschaft**

Die Ökoklasse 62 nimmt 14 % der Gesamtfläche der BRD ein und wird vom rheinischen Schiefergebirge und der südwestdeutschen Schichtstufenlandschaft gebildet. Zwischen 156 m und 673 m Höhe (Modus 270 m) sind atlantisch-subatlantische (Traubeneichen-) Buchenwälder (*Fagus sylvatica*, *Quercus petraea*) und Buchenwälder (*Melica uniflora*, *Galium odoratum* und *Milium effusum*) in verschiedenen Ausprägungen potenziell natürlich.

Auf Ton- und Schluffschiefern haben sich sandige und tonige Lehme bzw. tonige Schluffe gebildet. In nahezu gleichen Anteilen finden sich Sand und lehmiger Sand auf Sandsteinen und Konglomeraten sowie toniger Schluff in Verbindung mit schluffigem Lehm auf Lössen bzw. Lössderivaten und Tongestein.

Die Temperaturen weichen nur im Winter um ca. +0,5 °C vom Bundesmedian ab. Die Globalstrahlung unterschreitet das Bundesmittel in den Monaten Mai und Juni um maximal 150 W/m<sup>2</sup>. Die Verdunstungsrate entspricht dem bundesweiten Median. Auffällig ist dagegen ein um ca. 15 mm über dem Bundesmedian liegender Niederschlagswert in den Wintermonaten. Die Sommermonate, Juli, August, September weisen keine weiteren markanten Werte auf.

Die Landnutzung wird von keiner Kategorie übermäßig dominiert, da Äcker einen Anteil von ca. 48 % und Wald einen Anteil von ca. 38 % ausmachen. Grünland fällt mit einem Prozentsatz von ca. 8 % kaum ins Gewicht. In der Ökoklasse 62 sind die Waldflächen überwiegend einer niedrigen bis mittleren Stickstoff- und Säurebelastung ausgesetzt.

## Ökoklasse 63 – Schwäbisches Schichtstufenland

Mit 2,8 % hat diese Raumklasse einen geringen Anteil an der Gesamtfläche Deutschlands und liegt fast komplett in Baden-Württemberg. Sie verteilt sich auf den westlichen Randbereich des Schwarzwaldes, westliche Teile des voralpinen Hügellands sowie den nördlichen Bereich der schwäbischen Alb.

Westmitteleuropäische Traubeneichen-Hainbuchenwälder im Wechsel mit atlantisch-subatlantischen Buchenwäldern (Rotbuche (*Fagus sylvatica*)) verschiedener Ausprägung bilden die potenziell natürliche Vegetation in Höhen zwischen 150 m und 700 m (Modus 420 m) auf tonigen Schluffen bis schluffigen Lehmen und sandigen Lehmen bis lehmigen Tonen. Diese sind z.T. aus Lössen bzw. Tongesteinen sowie aus Schluff- und Tonmergelgesteinen entstanden.

Bis auf die Monate November und Dezember erreichen die Temperaturen Werte, die ca. 1 °C über den bundesweiten Medianen liegen. Die Niederschläge weisen nur im Sommer eine maximale Abweichung von +20 mm (Juni) gegenüber den Medianwerten des Bundes auf. Die Verdunstungsrate weicht durchgängig positiv mit einem Maximum von 8 mm im Juli von den monatlichen Bundesmedianen ab. Die Werte der Globalstrahlung weichen während des ganzen Jahres von den bundesweiten Medianwerten um minimal ca. +100 W/m<sup>2</sup> (Mai) bis zu maximalen +450 W/m<sup>2</sup> (Aug., Sept.) ab.

50 % der Klasse 63 sind Ackerflächen. Waldflächen haben einen Anteil von ca. 35 %, ca. 7 % der Fläche sind besiedelt. Die Stickstoffbelastung ist mit Überschreitungsraten der Critical Loads von unter 10 bzw. 5 Eq/ha\*a im wesentlichen der unteren (41 %) bzw. niedrigen (38%) Belastungskategorie zuzurechnen. Eine Belastung des Waldes mit Säuren kann zu 19% nicht festgestellt werden. Die übrige Fläche ist gering (37% unter 1000 Eq/ha\*a) bzw. mittelmäßig belastet (43% unter 500 Eq/ha\*a).

## Ökoklasse 118 – Lausitz und Thüringer Schiefergebirge

Diese Klasse hat einen Flächenanteil von 3,8 % und befindet sich im Umfeld des Vogelsbergs, im thüringischen Becken sowie in ost-westlicher Erstreckung nördlich des Erzgebirges (u.a. sächsisches Hügelland). Hier sind mitteleuropäische (Traubeneichen-)Buchenwälder - an feuchten Standorten mit Seegrasbeständen - sowie atlantisch-subatlantische Buchenwälder (Waldmeister (*Galium odoratum*) und Waldhirse (*Milium effusum*)) in Höhen zwischen 150 m und 710 m (Modus 315 m) potenziell natürlich.

Bodenausgangsgesteine sind Löss, Lössderivate bzw. Tongesteine, auf denen sich toniger Schluff bis schluffiger Lehm gebildet hat. Als weitere Bodenart sind sandige Lehme und Tone anzutreffen, die aus Ton- und Schluffmergelstein hervorgegangen sind. Vereinzelt kommen Moore vor.

Globalstrahlung, Verdunstung und Niederschlag entsprechen dem Jahresgang der monatlichen Bundeswerte. Die Temperatur liegt ganzjährig unter dem Medianwert des Bundes, in den Sommermonaten beträgt die Abweichung ca. - 0,5° C und - 1° C in den Wintermonaten.

68% der Raumeinheit 118 sind Acker und ca. 20 % Wald. Der Grünlandanteil beträgt ca. 8 %. Die Säurebelastung des Waldanteils ist unterschiedlich: Während 9 % der höchsten Belastungsklasse angehören (Überschreitungsrate Critical Loads Säure > 5000 Eq/ha\*a), gelten 12 % als unbelastet, und der Großteil der Waldflächen lässt sich den unteren bis mittleren Belastungskategorien zuordnen. Die Stickstoffbelastung der Ökoklasse 118 liegt im mittleren bis niedrigen Bereich.

## **Ökoklasse 119 – Schotterterrassen des Alpenvorlands und des Keuper-Berglands**

Der Flächenanteil der Raumklasse 119 beträgt 6,2 % und verteilt sich auf die Schotterterrassen des Alpenvorlands und das Keuper-Bergland. Der südliche Teil wird durch die Raumklasse 27 begrenzt. Unterbrochen wird die Raumklasse 119 durch die Schwäbische Alb.

Potenziell natürlich sind mitteleuropäische Traubeneichen- und Buchenwälder, an feuchten Standorten mit Seegras (*Carex brizoides*). Das Relief liegt zwischen 216 m und 674 m (Median 460 m). Die häufigsten Bodenarten sind toniger Schluff (bis schluffiger Lehm) und sandiger bzw. toniger Lehm, die z.T. aus Auensedimenten und im Alpenvorland aus Geschiebemergeln entstanden sind.

In den Monaten Oktober bis Februar unterschreitet die Temperatur den Bundesdurchschnitt um 1,5 °C, die Verdunstung liegt im Mai/Juni ca. 7 mm darunter. Lediglich die Globalstrahlung liegt ganzjährig um 200 W/m<sup>2</sup> über dem Bundesdurchschnitt. Die Niederschläge liegen zwischen Mai und September um bis zu 20 mm darüber.

Den mit Abstand größten Flächenanteil innerhalb der Ökoklasse nehmen Ackerflächen mit ca. 63% ein. Wald und Grünland sind mit ca. 17 % und ca. 14 % etwa zu gleichen Anteilen vertreten. In den Wäldern werden die Critical Loads der Stickstoffbelastung in geringem Masse überschritten (40 % mit > 5 Eq/ha\*a und weitere 38% mit 5 – 10 Eq/ha\*a). Bezüglich der Säurebelastung ergibt sich ebenfalls eine Zuordnung zu den niedrigen Empfindlichkeiten (< 1000 und 1000 – 2000 Eq/ha\*a). Rund 8 % sind als unbelastet eingestuft.

### 3.5 PnV-Raumgliederung Europa

**Anlass und Ziel.** Die für Deutschland erarbeitete PnV-Raumgliederung (→ Kap. 3.4) sollte Teil einer europäischen Raumgliederung sein, die mit demselben statistischen Verfahren aus Flächendaten zu Klima, natürlicher Vegetation, Böden und orografischer Höhe erzeugt wird. Dieses aufgrund der zunehmenden staatenübergreifenden Umweltbeobachtung sinnvolle Projektziel wurde auf Wunsch des BMU (Fachgespräch am 21.7.1998 in Bonn) in das Arbeitsprogramm des Projekts UB II übernommen.

**Notwendigkeit.** Eine ökologische EU-Raumgliederung wäre ein wichtiger räumlicher Ordnungsrahmen für Schutzgebietsausweisungen (z.B. FFH) und Umweltbeobachtungen auf EU-Ebene, wie z.B. die Bodendauerbeobachtung, die Waldzustandsbeobachtung EU Level I, die Waldökosystembeobachtungen EU-Level II oder das EU-weite Waldwachstumsmonitoring Recognition [WS 17]. Denn eine solche Raumgliederung ist eine wichtige Grundlage zur Quantifizierung der landschaftsökologischen Repräsentanz europäischer UB-Messnetze und Schutzgebiete (BOHN et al. 2001 a, 2001 b; TRAUTMANN 1984 a, 1984 b). Ferner könnte sie dazu beitragen, die derzeitigen Umweltbeobachtungsaktivitäten in der EU zu bündeln und dabei diejenigen ergebnisreichen Arbeiten aufzugreifen, die seit Mitte der 60er Jahre unter maßgeblicher Beteiligung Deutschlands erfolgten.

Im Laufe des Projektes UB II wurde die angestrebte PnV-Raumgliederung Europas jedoch nicht realisiert. So konnte zum einen aus organisatorischen Gründen die digitale europäische Bodenübersichtskarte nicht rechtzeitig zur Verfügung gestellt werden. Zum anderen weisen die von der WMO auf einer CD zusammengestellten Klimadaten (CLINO; NCDC 1998) deutliche geographische Lücken auf, was eine geostatistisch abgesicherte flächenhafte Extrapolation der Messwerte erschwert.

Auf Grund dieser Randbedingungen beschloss das Umweltbundesamt in Absprache mit dem Bundesamt für Naturschutz, die ursprünglich angestrebte EU-Raumgliederung in der Projektlaufzeit nicht durchzuführen. Stattdessen sollten die ggf. in anderen Projekten erarbeiteten EU-Raumgliederungen recherchiert und exemplarisch dargestellt werden. Dementsprechend wird im Folgenden ein Überblick gegeben. Er zeigt, dass sich diese Ansätze methodisch im wesentlichen ähneln, weshalb seine exemplarische Vertiefung beschränkt wird auf die Digital Map of European Ecological Regions (DMEER) (PAHINO & AUGUSTO 2001) sowie die agrarökologische Gliederung Westeuropas (SCHULZKE et al. 1998).

**Landschafts-Monitoring auf europäischer Ebene.** Landschaftsökologisches Monitoring und Raumgliederung werden nicht erst in jüngster Zeit in einem inhaltlichen und methodischen Zusammenhang diskutiert und bearbeitet. Seit den frühen Nachkriegsjahren ist die Methodik der landschaftsökologischen Raumgliederung ein Thema in Geobotanik und Geographie. Spätestens seit 1965 wird dabei der Blick auf die internationale Ebene gerichtet, als Fachleute der BRD und der DDR methodische Aspekte der Naturraumgliederung im Zusammenhang mit der Entwicklung der Weltbevölkerung und diesbezüglichen UNESCO-Aktivitäten diskutierten (RICHTER, Hrsg. 1967) (→ Kap. 2). Sehr klar wurde herausgestellt, dass Umwelt- und Entwicklungsprobleme stets einer räumlich differenzierten Analyse und Bewertung des „Stoffwechsels“ zwischen Natur und Gesellschaft“ bedürfen (NEEF 1967, S. 29). Bereits zu diesem frühen Zeitpunkt wurden Raumgliederungen als wissenschaftlich angemessenes und praktisch bedeutsames Instrument erkannt.

Diese Idee fand Eingang in das UNESCO-Programm *Man and the Biosphere* (UNESCO 1972). Eine der Aufgaben der MaB-Biosphärenreservate ist die Umweltbeobachtung. Für eine schrittweise Harmonisierung der Umweltbeobachtung waren die Aktivitäten der ständigen Arbeitsgruppe der Biosphärenreserva-

te in Deutschland (AGBR 1995), der MaB-Nationalkomitees (DEUTSCHES MAB-NATIONALKOMITTEE 1996; GOERKE et al., Hrsg. 1990), Euro-MaB (NAUBER 1996) sowie UNEP-HEM (KEUNE et al. 1993; SCHRÖDER et al., eds. 1996) von großer Bedeutung. Deutschland beteiligt sich an der EU-weiten Umweltbeobachtung insbesondere im Rahmen der EU-weiten Waldzustandserfassung (EU Level I) und der Waldökosystembeobachtung (EU Level II). Die FFH-Richtlinie und die Wasserrahmenrichtlinie (EU 2000) zeigen jedoch beispielhaft, dass der Bedarf an einer staatenübergreifenden Verflechtung nationaler Messnetze und Schutzgebiete wächst. In diese Phase fällt der Abschluss eines für die UB wichtigen Projekts, nämlich die Mitte der 70er Jahre begonnene Karte der natürlichen Vegetation Europas (BOHN et al. 2001 a, 2001 b). Dies sollte Anlass sein, auf dieser Informationsgrundlage eine EU-Raumgliederung zu entwickeln, die mit der Raumgliederung Deutschlands (→ Kap. 3.4) hinsichtlich Datengrundlagen und Methodik kompatibel ist.

**DMEER.** Das European Topic Center on Nature Conservation (ETC / NC) hat unter Beteiligung des BfN die von 1995 bis 2000 die Digital Map of European Ecological Regions (DMEER) im Maßstab 1:2.500.000 erarbeitet [WS 20, WS 21]. DMEER wurde mit ArcInfo-GIS-Techniken und Cluster-Analyse aus zwei Informationsschichten abgeleitet (PAINHO 2001):

- potenziell natürliche Vegetation Europas (Quelle: BfN) und
- Landklassifikation nach Klima, Höhenlage, Topographie (Quelle: ITE, UK).

Die *PnV-Karte Europas* beschreibt die räumliche Differenzierung der Vegetation, die sich unter gegenwärtigen Standort- und Klimaverhältnissen unter Ausschluss menschlicher Aktivitäten einstellen würde. Sie ist eine expertengestützte Raumgliederung anhand derjenigen landschaftsökologischen Faktoren, welche die räumliche Vergesellschaftung von Pflanzengesellschaften bedingen. Insofern stellt die PnV eine Regionalisierung des ökologischen Standortpotentials dar (→ Kap. 3.2). Von den insgesamt 650 Legendeneinheiten der EU-PnV-

Karte wurden 580 für DMEER verwendet. Die PnV-Karte besteht aus 18808 Polygonen, die eine Fläche von 285 Mio. Km<sup>2</sup> einnehmen.

Die Datengrundlage zu *Klima- Höhenlage und Topographie* bildet eine von PAHINO & AUGUSTO (2001) nicht näher beschriebene Landklassifikation des Institute of Terrestrial Ecology ITE (UK). Diese Karte ist eine Synthese aus Daten zu 21 landschaftsökologischen Merkmalen wie Klima (Lufttemperatur, Niederschlag), Höhenlage und Topographie. Sie umfasst 64 Legendeneinheiten, von denen 57 in DMEER berücksichtigt sind.

Die beiden genannten Datenschichten wurden im GIS miteinander verschnitten. Die Attributtabelle dieser Synthesekarte wurde in das Statistikpaket SAS exportiert und dort in eine Kontingenztafel aus 580 Zeilen (Anzahl der PnV-Klassen) und 57 Spalten (Anzahl der Landklassen) umgeformt. Nach ihrer Transformation in eine 580 x 580-Matrix erfolgte die Berechnung der de Lance and Williams distance zwischen den PnV-Einheiten entsprechend ihres Flächenanteils in der jeweiligen Landklasse. Diese Distanzmatrix wurde mit einer von PAHINO & AUGUSTO (2001) nicht näher spezifizierten SAS-Cluster-Prozedur weiterbearbeitet. Das resultierende Cluster-Dendrogramm wurde in sechs Aggregationsstufen untergliedert, und jede von ihnen wurde als experimentelle DMEER-Karte im GIS dargestellt. Die sechs Synthesekarten mit 46, 79, 106, 133, 156 bzw. 189 Raumklassen wurden Vegetationskundlern und Biogeographen zur Beurteilung der für einzelne Teile der EU angemessenen Raumklassenzahl. Unter zusätzlicher Berücksichtigung der WWF-Karte der Ökoregionen Eurasiens ergaben sich schließlich 69 DMEER-Raumklassen.

Unter dem Vorbehalt, dass die oben referierte, nicht hinreichend differenzierte Beschreibung des DMEER-Ansatzes seine angemessene Bewertung erschweren, liegt folgendes Fazit nahe: DMEER ist grundsätzlich ein wichtiger Versuch einer ökologischen Raumgliederung. Schwächen liegen vor allem in der Datengrundlage: Diese ist konkreter zu beschreiben und um Bodeninformationen zu

ergänzen. Ferner ist der Empfehlung von PAHINO & AUGUSTO (2001) zuzustimmen, ein alternatives Berechnungsverfahren zu erproben. Hierfür bietet sich *CART* an, da es expertengestützte Modifikationen automatisiert erstellter Raumgliederungen zulässt und im Vergleich zu dem DMEER-Verfahrensgang einfacher strukturiert ist. Eine Überarbeitung von DMEER sollte auch die Datengrundlagen und die Methodik der im Folgenden beschriebenen agrarökologischen EU-Gliederung berücksichtigen.

**Agrarökologische Gebietsgliederung Europa.** Zur Verbesserung der ökologischen Grundlageninformationen von Agrar-Umwelt-Programmen wurde in dem EU-Projekt „Regional guidelines to support sustainable landuse by EU Agrienvironmental Programmes (AEP)“ eine agrarökologische Gebietsgliederung für Westeuropa erarbeitet (SCHULZKE et al. 1998). Hauptgliederungskriterium ist die Produktivität des Winterweizens, deren Abhängigkeit von Klima, Jahreswitterung und Bodenausstattung für einzelne Raumpunkte empirisch zuverlässig fassbar ist (SCHULZKE 1988 a, 1988 b). Mit der agrarökologischen EU-Gliederung wird eine räumliche Verallgemeinerung dieser punktuellen Befunde und damit die Informationsgrundlage für den Vergleich verschiedener Teilräume Europas hinsichtlich der in ihnen herrschenden Produktivitätsbedingungen angestrebt. Dies erfolgt auf fünf Maßstabsebenen: Die Agrar-Klima-Regionen (Maßstabsbereich: 1:10.000.000 – 1:1.000.000) werden untergliedert in Boden-Klima-Regionen (Maßstabsbereich: 1:1.000.000 – 500.000), diese wiederum in Landschaftstypen (Makrochoren; Maßstabsbereich 1:500.000 – 1:100.000), die aus Standortkomplexen (Mesochoren; Maßstabsbereich 1:50.000 – 1:10.000) zusammengesetzt sind, deren Grundbestandteile Standorttypen (Mikrochoren-Habitatstrukturen) sind.

Die Raumgliederung erfolgt in einer methodisch nicht beschriebenen Weise anhand derjenigen Kombination produktionsbiologischer Faktoren, die auf der jeweiligen Maßstabsebene bedeutsam sind. Die *Agrar-Klima-Regionen* werden abgeleitet aus der räumlichen Differenzierung folgender Faktoren: mittlere Jah-

reslufttemperatur, mittlere monatliche Tempertur, jährliche Niederschlagsmenge und -verteilung (Maxima, Trockenzeiten), Anzahl der jährlichen Sonnenstunden, Höhe über NN. Um zu den *Boden-Klima-Regionen* zu gelangen, werden einige der o.g. Einflussgrößen zeitlich höher aufgelöst, und andere kommen hinzu; berücksichtigt werden: mittlere monatliche Lufttemperatur, jährliche Niederschlagsverteilung, monatliche Sonnenscheindauer, Höhe über NN, Witterungsverläufe in der Vegetationsperiode (differenziert nach Entwicklungsabschnitten) sowie Bodendenqualität (Bodenarten und -typen). Die *Landschaftstypen* werden gekennzeichnet durch Höhe über NN und Bodenqualität sowie hinsichtlich Substrat, Relief, Hydromorphie, Trophie sowie Wald-Feld-Verteilung. Die in den Landschaftstypen unterschiedenen *Standortkomplexe* werden beschrieben in Bezug auf: Substrat (Sande, Lehme), Neigung ( $< 2^\circ$ ,  $2 - 5^\circ$ ,  $5 - 8^\circ$ ,  $> 8^\circ$ ), Grundwasereinflus (nass, feucht, temporär feucht, frisch bis trocken), Bodenformenleistungsfaktoren, Wald-Feld-Verteilung (0%,  $< 10\%$ ,  $10 - 30\%$ ,  $30 - 50\%$ ,  $> 50\%$ ). Die *Standorttypen* werden die Bodenformenleistungsfaktoren weiter differenziert.

Die agrarökologische EU-Gliederung verfolgt eine ähnliche Philosophie wie die landschaftsökologische Gliederung Deutschlands mit der Zielvariablen PnV (→ Kap. 3.4): Die Ausprägung einer Zielgröße (PnV bzw. Produktivität des Winterweizens) wird durch die Ausprägung ökologisch bzw. physiologisch wichtiger Einflussfaktoren statistisch beschrieben. Im Gegensatz zur PnV sind die Beziehungen zwischen der Produktivität des Winterweizens und den Steuergrößen empirisch gut abgesichert und in Regressionsmodellen formalisiert zusammengefasst. Nicht nachvollziehbar ist jedoch das hierauf aufsetzende Verfahren, mit dem einzelne Raumausschnitte anhand der o.a. Merkmale gruppiert werden. Ferner werden die Eingangsdaten der Raumgliederung nicht hinreichend konkret benannt. Da die Produktivität des Winterweizens kein relevantes Gliederungskriterium für die Umweltbeobachtung ist, konnte für ihre Zwecke in dem Projekt UB II nicht auf die agrarökologische EU-Gliederung zurückgegriffen werden.

Neben DMEER und der agrarökologischen Gliederung gibt es gegenwärtig noch weitere Aktivitäten zu Raumgliederung und Umweltbeobachtung in der EU. Zum einen sei hierbei auf das Nordic Landscape Monitoring (NordLaM) hingewiesen [WS 19]. NordLaM läuft von 1999 bis 2003 und zielt ab auf die Nutzung von Fernerkundungsdaten für das Landscape Level Monitoring (LLM) der skandinavischen Staaten. Wichtige Projektarbeiten gelten den Beobachtungsmethoden, der Harmonisierung und der Berichterstattung. Im methodischen Bereich spielt die Zusammenführung von Punkt- und Flächendaten eine besondere Rolle. Zu diesem Aspekt fand Oktober 2000 ein „Workshop on Integration of Partial Coverage and Full Coverage Landscape Monitoring Information“ in Tune (Dänemark) statt. Hierbei wurden bedeutsame Entwicklungen und Aktivitäten zur partial – full information integration (PFII) aus Österreich, Schweiz und Großbritannien vorgestellt und diskutiert. Erwähnt sei auch das 1999 abgeschlossene Pan European Land Use and Land Cover Monitoring (PELCOM). Dieses vom Altera-Institut Wageningen bearbeitete Vorhaben hatte das Ziel, eine auf Fernerkundungsinformationen gestützte Landnutzungsdatenbank (1X1 km<sup>2</sup>) für Europa aufzubauen [WS 18].

**Landscape Level Monitoring in Österreich.** Der LLM-Ansatz wird in Österreich mit drei durch Inhalte und teildentische Beobachtungsnetze verknüpfte Projekte verwirklicht: SINUS (1996 – 2000), BINKL (1998 – 2001) und LANDLEBEN (2000 – 2002). Das SINUS-Projekt zielte ab auf eine naturräumliche Gliederung und auf eine Landnutzungsgliederung als Basisinformation für eine stratifizierte LLM-Zufallsstichprobe. Damit entspricht SINUS funktional dem Projekt UB II im Hinblick auf die ÖFS. BINKL setzt ebenfalls auf einer Teilmenge der stratifizierten SINUS-Stichprobe auf und gilt der Bioindikation nachhaltiger Landbewirtschaftung. Ein solches Nachhaltigkeitsmonitoring existiert in Deutschland nicht. LANDLEBEN ergänzt die in SINUS und BINKL erhobenen Daten durch soziökonomische Daten. Auch hierzu fehlt eine Entsprechung in Deutschland, obwohl seit einiger Zeit Anregungen hierzu veröffentlicht wurden

(ERDMANN & MAGER 2000; KRUSE-GRAUMANN et al. 1998; SCHRÖDER et al. 1998; SCHRÖDER 1999, 2000).

**Landscape Level Monitoring in der Schweiz.** Nachdem von 1985 bis 1995 die Zahl der beim schweizer Waldmonitoring erhobenen Merkmale von 400 auf 600 bei abnehmendem Finanzbudget anstieg, intensivierten sich die Bemühungen um die Datenauswertung. Im Vordergrund stehen dabei PFII-Methoden, wobei wie im Projekt UB II u.a. folgende drei Schwerpunkte bearbeitet werden:

- Die kombinierte Auswertung von kategorialen und metrisch-kontinuierlichen Daten,
- die Verknüpfung von Punkt- und Flächeninformationen sowie
- geostatistische Verfahren.

**Landscape Level Monitoring in Großbritannien.** Im Mittelpunkt der britischen LLM steht der Countryside Survey (CS). Er beruht auf der Kombination von Fernerkundungsdaten zur Landnutzung (Land Cover Map– LCM) mit Felddaten einer Stichprobe (Field Survey – FS), die anhand einer ökologischen Raumgliederung stratifiziert wurde. Dieser Ansatz entspricht weitgehend dem Konzept der ÖFS, die mit der in dem Projekt UB II erarbeiteten Raumgliederung stratifiziert wird (→ Kap. 3.4).

**Fazit.** In verschiedenen EU-Staaten werden Umweltbeobachtung und Raumgliederung in einem inhaltlichen und methodischen Zusammenhang betrachtet. Der in dem Projekt UB II gewählte methodische Ansatz ist nicht nur anschlussfähig, sondern auch für eine EU-weite Integration der vorliegenden Aktivitäten geeignet. Ein Erfordernis hierfür ergibt sich u.a. aus der EU-Wasserrahmenrichtlinie (EU 2000) (→ Kap. 3.6).

### 3.6 Raumgliederung anhand von Wassereinzugsgebieten

Wie in → Kapitel 2 näher ausgeführt, kann man Objekte klassifizieren, in dem man sie nach dem Grade ihrer Ähnlichkeit bezüglich bestimmter Merkmale gruppiert oder indem man sie ebenfalls nach diesem Homogenitätskriterium vorhandenen Klassen zuordnet. Diese bilden in dem für die vorliegende Untersuchung gewählten statistischen Modell (→ Kap. 3.3) die Zielvariable. Neben der PnV (→ Kap. 3.4) sollten in dem Projekt UB II auch die Wassereinzugsgebiete (WEG) als Zielvariable verwendet werden. Eine solche Raumgliederung nach WEG ist insofern fachlich sinnvoll, als es bei der Umweltbeobachtung u.a. um die Erfassung von Stoffflüssen innerhalb von Ökosystemen und über deren Grenzen hinaus geht. Dementsprechend sind Stoffeintrags- und -austragspfade zu bestimmen. Da die Böden in terrestrischen Ökosystemen die regulatorischen Hauptkompartimente sind, in denen alle Stoffflüsse miteinander verknüpft sind, sollten die hierfür relevanten Steuergrößen in einer auf der statistischen Beschreibung von WEG basierenden Raumgliederung berücksichtigt werden. Auf der Sitzung des Arbeitskreises Raumgliederung vom 11.07.2000 wurde vorgeschlagen, zusätzlich zu den für die PnV-Gliederung benutzen Daten über landschaftsökologische Merkmale vorrangig folgende digitaler Informationen zu nutzen:

- hydraulische Durchlässigkeit des Bodens,
- Grundwasserflurabstand sowie
- Basis- und Direktabfluss.

Daten über diese Sachverhalte sind wesentlich für die Quantifizierung der Translokationsprozesse, die ausgehend von Niederschlagsereignissen an der Bodenoberfläche und im Boden ablaufen: Lösung, Suspension, horizontaler und vertikaler Transport sowie Akkumulation. Flächenhafte Informationen über die verschiedenen Abflusskomponenten (Basis-, Direktabfluss) sind für eine räumlich differenzierte Kennzeichnung essentielle Grundlagen, standen aber in

der Laufzeit des Projekts UB II nicht zur Verfügung. Diese Datenlücken werden mit Fertigstellung des Hydrologischen Atlas geschlossen.

Hierzu könnten auch die Bemühungen der Länder-Arbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA) um die Erstellung einer Karte der Fließgewässerlandschaften Deutschlands beitragen. Ziel ist es, Fließgewässer anhand der Ähnlichkeiten ihres tal- und gewässermorphologischen Formen- und Strukturinventars flächenhaft zu typisieren. Diese Fließgewässerlandschaften sollen insbesondere bei der gewässermorphologischen Strukturgütekartierung als Grundlage für die Bewertung der Fließgewässer und ihrer Auen dienen (BRIEM 1998). Für Baden-Württemberg liegt eine solche Kartengrundlage bereits vor (BRIEM 1999).

Die Fließgewässertypisierung nach BRIEM (1998, 1999) erfolgt in einem traditionellen, auf Expertenwissen gestützten Verfahren. Es beruht auf der visuellen Betrachtung analoger Karten und durch Begehungen vor Ort. Mit diesem Vorgehen wird die Erwartung verknüpft, Fehlklassifikationen soweit wie möglich zu minimiert. Kritisch anzumerken ist jedoch, dass hierfür kein Qualitätsmaßstab benannt wird und der Zielerfüllungsgrad mithin nicht angebar ist. Ferner ist das Verfahren nicht hinreichend formalisiert und damit in unkontrollierbarer Weise bearbeiterabhängig. Ein höheres Maß an Verfahrenstransparenz und Objektivierung könnte durch den Einsatz statistischer Verfahren und GIS erreicht werden. Es wäre sinnvoll, für die WEG-Raumgliederung den traditionellen Ansatz nach BRIEM (1998, 1999) mit GIS und statistischen Verfahren in der bei der PnV-Gliederung mit *CART* sowie bei DMEER bewährten Weise zu verknüpfen.

Angesichts dieser Sachlage beschloss das Umweltbundesamt in Abstimmung mit dem Arbeitskreis Raumgliederung, die WEG-Raumgliederung nicht in der Laufzeit des Projektes UB II durchzuführen zu lassen. Anstelle dessen werden im Folgenden die aus der EU-Wasserrahmenrichtlinie (EU-WRRL) ableitbaren Anforderungen an eine WEG-Raumgliederung dargestellt. Dies ist deshalb

sinnvoll, weil die Umsetzung der EU-WRRL eine hinreichend detaillierte Kennzeichnung der Wassereinzugsgebiete erfordert.

**Wassereinzugsgebietgliederung nach EU-WRRL.** Ziel der EU-Wasserrahmenrichtlinie ist die Schaffung eines Ordnungsrahmens für die vorhandenen Rechtsvorschriften, die den Gewässerschutz in den EU-Staaten regeln (EU 2000). Die Gewässerschutzmaßnahmen sollen eine weitere Verschlechterung der aquatischen Ökosysteme vermeiden bzw. deren Zustand schützen oder verbessern (Art. 1). Die Gewässerbewirtschaftung, Schutzmaßnahmen und die Überwachung ihres Erfolgs beziehen sich auf jeweils eine Flussgebietseinheit. Ein solches ist ein „als räumliche Haupteinheit ... festgelegtes Land- oder Meeresgebiet, das aus einem oder mehreren benachbarten Einzugsgebieten und den ihnen zugeordneten Grundwässern und Küstengewässern besteht“ (Art. 3 Abs. 1). Jeder Mitgliedstaat ist nach Artikel 5 Absatz 1 verpflichtet zur Analyse der Merkmale jeder Flussgebietseinheit und zur Überprüfung der Auswirkungen menschlicher Tätigkeiten auf den Gewässerzustand.

Die Oberflächenwasserkörper innerhalb jeder Flussgebietseinheit werden untergliedert in Flüsse, Seen, Übergangs- und Küstengewässer. Diese sind jeweils weiter anhand der in Anhang II genannten Deskriptoren in Typen zu differenzieren, deren geografische Lage in GIS-Karten darzustellen ist. Die Typisierung kann nach zwei Systemen (A und B) erfolgen (→ Tab. 5, 6).

Auch Grundwasserkörper sind zunächst mit vorhandenen hydrologischen, geologischen, pedologischen Daten sowie Informationen über Landnutzung, Einleitungen und Entnahmen zu regionalisieren. Diese „erstmalige Beschreibung“ zielt ab auf (EU 2000, S. 29):

- Bestimmung der Lage und Grenzen von Grundwasserkörpern,
- Identifikation von Belastungen und
- allgemeine Charakteristik der über dem Grundwasserkörper liegenden Schichten seines Einzugsgebiet.

**Tabelle 5:** Deskriptoren für die Flusstypologie nach EU-WRRL (EU 2000)

<p style="text-align: center;"><b>System A</b></p> <p style="text-align: center;"><b>„Feststehende Typologie“</b></p>	<p style="text-align: center;"><b>System B</b></p> <p style="text-align: center;"><b>„Alternative Beschreibung der physikalischen und chemischen Faktoren, die die Struktur der Biozönosen bestimmen“</b></p>
Ökoregion (nach Karte A in Anhang XI)	<i>Obligatorische Faktoren</i>
<p><i>Höhenlage</i></p> <p style="text-align: right;">&gt; 800 m</p> <p style="text-align: right;">200 – 800 m</p> <p style="text-align: right;">&lt; 200 m</p>	<p style="text-align: right;">Höhe</p> <p style="text-align: right;">Geografische Breite</p> <p style="text-align: right;">Geografische Länge</p> <p style="text-align: right;">Geologie</p> <p style="text-align: right;">Größe</p>
<p><i>Größe (auf der Grundlage des Einzugsgebiets)</i></p> <p style="text-align: right;">0.5 - 1 km<sup>2</sup></p> <p style="text-align: right;">1 – 10 km<sup>2</sup></p> <p style="text-align: right;">10 – 100 km<sup>2</sup></p> <p style="text-align: right;">&gt; 100 km<sup>2</sup></p>	<hr/> <p><i>Optionale Faktoren</i></p> <p style="text-align: right;">Entfernung von der Quelle</p> <p style="text-align: right;">Strömungsenergie</p> <p style="text-align: right;">Durchschnittliche Wasserbreite</p> <p style="text-align: right;">Durchschnittliche Wassertiefe</p> <p style="text-align: right;">Durchschnittliches Wassergefälle</p>
<p><i>Geologie</i></p> <p style="text-align: right;">Kalkig</p> <p style="text-align: right;">Silikatisch</p> <p style="text-align: right;">Organisch</p>	<p style="text-align: right;">Form und Gestalt des Hauptflussbettes</p> <p style="text-align: right;">Durchflussklasse</p> <p style="text-align: right;">Talform</p> <p style="text-align: right;">Feststofffracht</p> <p style="text-align: right;">Säurebindungsvermögen</p> <p style="text-align: right;">Zusammensetzung des Substrats</p> <p style="text-align: right;">Chlorid</p> <p style="text-align: right;">Schwankungsbereich der Lufttemperatur</p> <p style="text-align: right;">Durchschnittliche Lufttemperatur</p> <p style="text-align: right;">Niederschlag</p>

**Tabelle 6:** Deskriptoren für die Seentypologie nach EU-WRRL (EU 2000)

<p style="text-align: center;"><b>System A</b></p> <p style="text-align: center;"><b>„Feststehende Typologie“</b></p>	<p style="text-align: center;"><b>System B</b></p> <p style="text-align: center;"><b>„Alternative Beschreibung der physikalischen und chemischen Faktoren, die die Struktur der Biozönosen bestimmen“</b></p>
Ökoregion (nach Karte A in Anhang XI)	<i>Obligatorische Faktoren</i>
<p><i>Höhenlage</i></p> <p style="text-align: right;">&gt; 800 m</p> <p style="text-align: right;">200 – 800 m</p> <p style="text-align: right;">&lt; 200 m</p>	<p style="text-align: right;">Höhe</p> <p style="text-align: right;">Geografische Breite</p> <p style="text-align: right;">Geografische Länge</p> <p style="text-align: right;">Geologie</p> <p style="text-align: right;">Größe</p>
<p><i>Tiefe</i></p> <p style="text-align: right;">&lt; 3 m</p> <p style="text-align: right;">3 – 15 m</p> <p style="text-align: right;">&gt;15 m</p>	
<p><i>Größe (auf Grundlage der Oberfläche)</i></p> <p style="text-align: right;">0.5 - 1 km<sup>2</sup></p> <p style="text-align: right;">1 – 10 km<sup>2</sup></p> <p style="text-align: right;">10 – 100 km<sup>2</sup></p> <p style="text-align: right;">&gt; 100 km<sup>2</sup></p>	<p><i>Optionale Faktoren</i></p> <p style="text-align: right;">Durchschnittliche Wassertiefe</p> <p style="text-align: right;">Morphologie des Sees</p> <p style="text-align: right;">Wassererneuerungszeit</p> <p style="text-align: right;">Schwankungsbereich der Lufttemperatur</p> <p style="text-align: right;">Durchschnittliche Lufttemperatur</p> <p style="text-align: right;">Durchmischungseigenschaften</p>
<p><i>Geologie</i></p> <p style="text-align: right;">Kalkig</p> <p style="text-align: right;">Silikatisch</p> <p style="text-align: right;">Organisch</p>	<p style="text-align: right;">Säurebindungsvermögen</p> <p style="text-align: right;">Natürliche Nährstoffsituation</p> <p style="text-align: right;">Zusammensetzung des Substrats</p> <p style="text-align: right;">Wasserspiegelschwankungen</p>

Im Anschluss daran erfolgt eine „weitergehende Beschreibung“ (EU 2000, S. 29) der Grundwasserkörper mit erhöhtem Risiko für Auswirkungen menschlicher Tätigkeiten. Hierbei sind zu berücksichtigen:

- geologische Merkmale des Grundwasserkörpers einschließlich Ausdehnung und Typ der geologischen Einheiten (s.o. erstmalige Beschreibung);
- hydrogeologische Merkmale des Grundwasserkörpers einschließlich der hydraulischen Leitfähigkeit, der Hohlraumanteile und des Spannungszustands;
- Merkmale der Deckschichten und Böden des Grundwassereinzugsgebiets (Mächtigkeit, Hohlraumanteile, hydraulische Leitfähigkeit, Sorptionseigenschaften);
- Stratifikationsmerkmale des Grundwassers innerhalb des Grundwasserkörpers;
- Bestandsaufnahme der mit dem Grundwasserkörper in Verbindung stehenden Oberflächengewässersysteme einschließlich der terrestrischen Ökosysteme;
- Strömungsrichtungen und Wasseraustauschraten zwischen Grundwasser und Oberflächengewässer;
- Grundwasserneubildungsrate;
- chemische Zusammensetzung des Grundwassers.

Die Überwachung der Grundwassermenge und -qualität muss an hinreichend vielen Messstellen erfolgen, welche für die Grundwassertypen (s.o.) und ihre Beschaffenheit repräsentativ sind (EU 2000, S. 60 -63).

**Fazit.** Aus der EU-WRRL ergibt sich in Übereinstimmung mit dem Untersuchungskonzept des Projekts UB II (→ Kap. 2), dass eine wissenschaftlich fundierte und praxisgerechte hydrologische Raumgliederung zwei Hauptkomponenten umfassen sollte:

- Bildung räumlicher Klassen, deren Teilflächen in Bezug auf bestimmte hydrogeologische Merkmale einander ähnlich, quasi-homogen sind (BON-

GARTZ 2000, S. 81; BUDDEMEIER & MAXWELL 2000, p. 2; STAUDEN-RAUSCH 2000, S. 122) und

- räumliche Verallgemeinerung und Klassifikation punktueller Messdaten. Die erste Komponente sollte auf Flächendaten (aus Punktdaten abgeleitete Sekundärdaten) und die zweite auf punktuellen Messdaten (Primärdaten) beruhen. Dementsprechende Untersuchungen erfolgen in dem Projekt "Pilotvorhaben zur integrierenden ökologischen Umweltbeobachtung. Modellentwicklung für eine medienübergreifende Interpretation von Messdaten" (SCHRÖDER et al. 2001 b, 2001 c).

Wenn man die in der EU-WRRL zur Erstbeschreibung der Gewässer heranzuziehenden Daten (→ Tab. 5, 6) mit den im GIS UB vorhandenen Flächendaten (→ Tab. 1) vergleicht, dann erkennt man die bestehenden Datenlücken. Sie bestehen insbesondere im Hinblick auf die Kennzeichnung der hydraulischen Durchlässigkeit des Bodens, den Grundwasserflurabstand sowie den Basis- und Direktabfluss. Diese bereits oben erwähnten hydrogeologischen Informationen wurden im Rahmen des Arbeitskreis Raumgliederung diskutiert, liegen jedoch noch nicht in einer entsprechenden Qualität vor. Allerdings sind wichtige Daten für die statistische Beschreibung von Flusseinzugsgebieten in Bezug auf die räumliche Differenzierung des Klimas, der orografischen Höhenlage, der Böden und der Landnutzung bereits vorhanden (→ Tab. 1).

#### **4 Metadaten zu UB-Messnetzen von Bund und Ländern**

Metadaten sind Informationen über Ziele, Auswahlverfahren und geografische Lage der Untersuchungsobjekte, Messgrößen, Messmethoden, Messqualitätskontrollmaßnahmen und –ergebnisse sowie die Verantwortlichen empirischer Datenerhebungen. Diese Angaben sind unverzichtbare Voraussetzung für die vom BMU (2000) für notwendig erachtete inhaltliche und räumliche Verknüpfung von Daten verschiedener Quellen. Anlass und Ziele der Metadatenerhebung in den Projekten UB I und UB II werden in → Kapitel 4.1 dargestellt.

#### 4.1 Anlass und Ziel

Da die bestehenden Umweltbeobachtungsprogramme "überwiegend anlassbezogen" und somit historisch gewachsen als "sektorale Messnetze" (BMU 2000, S. 1, 4) eingerichtet wurden, ist eine synoptische Bestandsaufnahme die wesentliche Voraussetzung dafür,

- "geografische Fehlstellen in der Umweltbeobachtung herauszufinden sowie
- thematische Lücken in der Umweltbeobachtung und damit bei der problembezogenen Umweltberichterstattung zu verdeutlichen" (BMU 2000, S. 2).

Diese Aufgabe lässt sich mit den Umweltdatenkatalog (UDK) des Bundes und der Länder derzeit nicht erfüllen, denn (CONDAT & v. KLITZING 2000, S. 27, Anlage 4 S. 2):

- Die für die UB relevanten Informationen liegen im UDK aggregiert in verschiedenen Textfeldern vor und müssten aufwendig analysiert und separiert werden.
- Die Datenerhebungs- und –auswertungsverfahren werden oft nicht oder ohne Bezug auf die Messgrößen beschrieben.
- Optionale UDK-Felder mit hoher UB-Relevanz sind nicht immer ausgefüllt.
- Die Beschreibungstiefe von UDK-Objekten ist bearbeiterspezifisch sehr heterogen.
- Es fehlt die georeferenzierte Erfassung jeder Messstelle und deren Beschreibung als UDK-Objekt.

Auch die Informationen des GEIN (German Environmental Information Network) sind zur Prüfung der inhaltlichen und räumlichen Verknüpfbarkeit von UB-Messnetzen sowie zur Identifikation von geografischen und inhaltlichen Lücken nicht hinreichend. Somit war es unerlässlich, die Informationen des UDK und des GEIN durch eigene Erhebungen zu ergänzen. Dies erfolgte durch einen mit den Fachabteilungen des UBA, dem BfN und dem Projektpartner CONDAT ab-

gestimmten digitalen Fragebogen, dessen inhaltliche Struktur und technische Funktionalität eine Integration der mit ihm erhobenen Metadaten in den UDK und in GEIN ermöglichen.

Zur Verbesserung der Umweltdatenrecherche müssen sich die erhobenen Metadaten aber auch nach ökologischen und räumlichen Gesichtspunkten zusammenführen lassen. Deshalb werden im → Kapitel 4.2 der digitale Metadatenfragebogen mit Erhebung, Zusammenführung und Auswertung sowie das GIS UB mit Zusammenführung von Metadaten und Lageinformation sowie Abfragen dargestellt.

## **4.2 Methodik und Ergebnisse**

Die in diesem Vorhaben verwendeten Methodiken und die z.T. daraus resultierenden Ergebnisse können und sollen in diesem Kapitel nicht getrennt voneinander betrachtet werden, vielmehr stellt die Entwicklung einer Methodik in verschiedener Hinsicht zugleich ein Ergebnis dar. Beispielsweise ist die empirische Metadatenerhebung mit Hilfe des digitalen Fragebogens eine Methode - eben zur Zusammenführung von Informationen -, gleichzeitig ist diese Methode aber Ergebnis konzeptioneller Vorüberlegungen z.B. zur Fragebogenstruktur. Das Ergebnis dieser Erhebung wiederum ist eine Metadatenbank, die ihrerseits das Fundament von Datenbankabfragen (→ Kap. 4.2.4) und statistischen Analysen (→ Kap. 5) bildet. Deshalb werden Methodik und Ergebnisse zusammen dargestellt.

### **4.2.1 Digitaler Fragebogen**

In dem Projekt UB I wurde 1998 eine Metadatenerhebung durchgeführt. Um den Arbeitsaufwand für die betroffenen Institutionen hierbei möglichst gering zu halten und um eine automatisierte Auswertung der gesammelten Informationen zu ermöglichen, wurde vom Auftragnehmer ein digitaler Fragebogen entwickelt,

der auf dem Datenbank-Format ACCESS basiert, das in Behörden weitestgehend vorhanden ist. Die inhaltliche Konzeption erfolgte auf der Grundlage intensiven Austauschs mit den zuständigen Fachabteilungen des UBA und des BfN.

Die Erhebung von Messnetz-Metadaten konnte in dem Vorläuferprojekt UB I nicht vollständig durchgeführt werden. Ergebnisse lagen am Ende von UB I in unterschiedlicher Differenzierung erst aus 6 Bundesländern vor. Somit war eine länderübergreifende medienbezogene Abfrage von Messnetzinformationen mit dem in UB I erarbeiteten Sachstand zwar technisch möglich, inhaltlich jedoch nur beschränkt durchführbar. Folglich sollte die Länderbefragung in UB II komplettiert werden. Ergebnis dieser in den Projektphasen UB I und UB II letztendlich zusammengeführten Daten ist eine Metadatenbank, deren Inhalte in der → Tabelle 7 dargestellt sind.

**GIS UB.** Das GIS UB dient als Plattform zur Integration und räumlichen Abbildung der Metadaten, der ökologischen Flächendaten (→ Tab. 1), der Raumgliederung (→ Tab. 3) und der Messdaten. Alle Daten können somit nicht nur nach inhaltlichen und räumlichen Kriterien zusammengeführt, sondern auch statistisch ausgewertet und räumlich dargestellt werden.

**Struktur des Fragebogens.** Der Fragebogen umfasst folgende Rubriken:

1. Allgemeine Angaben,
2. Boden,
3. Luft,
4. Wasser ,
5. Bioindikation,
6. Umwelt und Gesundheit,
7. Landschaft und Natur sowie
8. Gentechnik.

**Antworten.** Für jedes Messprogramm, das aus einem oder mehreren Messnetzen besteht, ist ein allgemeiner Fragebogenteil auszufüllen, der formale und verwaltungstechnische Fragen zum gesamten Messprogramm enthält. Detaillierte, messnetzspezifische Angaben zum jeweiligen untergeordneten Messnetz (Messgrößen, Messmethoden, Qualitätssicherung etc.) werden jeweils in der entsprechenden Fragengruppe (Boden bis Gentechnik) beantwortet. Ausführliche Fragenkommentare sowie vorformulierte Antwortmöglichkeiten bestehen in 5 verschiedenen Formen:

1. ja/nein,
2. one-of-many choice,
3. multiple choice,
4. Zahlen,
5. Texte.

Diese Antworttypen erleichtern das Ausfüllen und die Auswertung. Zusätzliche Kommentarfelder lassen Raum für ergänzende Anmerkungen des Sachbearbeiters. Beantwortete Fragebögen verschiedener Institutionen lassen sich über eine Importfunktion in gewünschter Weise (z.B. für ein ausgewähltes Medium oder ein best. Bundesland) zusammenführen und gebündelt auswerten.

Die Access-Anwendung "Fragebogen" besteht technisch betrachtet immer aus zwei Dateien, die intern miteinander verknüpft werden, nämlich die Fragebogenprogrammdatei und dem Fragebogenformular.

**Fragebogenprogrammdatei.** Diese in der Arbeitsanweisung (→ Anhang A.2.2.2.1) als Fragebogen bezeichnete Datei ist das eigentliche *ACCESS*-Programm, das die interne Abfragestruktur enthält und nicht verändert wird. Soll die *ACCESS*-Datenbank in Form einer Client-Server Beziehung genutzt werden, so muss diese Datei auf dem lokalen Rechner abgelegt werden.

Abbildung 5: Startansicht des Fragebogenformulars

**Fragebogenformular.** Diese ACCESS-Datei ist diejenige Datei, die im Falle einer Client-Server-Struktur auf dem Server abgelegt werden muss. Sie enthält sowohl die vom Anwender konzipierten Fragen zu den jeweiligen Fragegruppen als auch die vom Sachbearbeiter im Fachressort des jeweiligen Bundeslandes eingetragenen messnetzspezifischen Antworten (→ Tab. 3).

#### 4.2.2 Länderrückläufe und Datenbasis

Die bis zum Projektende zusammengeführten Metainformationen über Messnetze und die zugehörigen Koordinaten der Messstandorte von Bund und Ländern sind in → Tabelle 7 zusammen dargestellt. Diese Metadaten bilden ein Fundament für die Repräsentanzuntersuchungen (→ Kap. 5.2.1 bis 5.2.3) und die in den Anwendungsszenarien vorgestellten fragestellungsbezogenen Verknüpfungen der Metadaten, Messdaten und Flächendaten (→ Kap. 6.1).

**Tabelle 7:** Punkt- und Metadaten im GIS UB (Teil 1/4)

Bundesland	Quelle	Datensatz	Standortkoordinaten (Punktdaten)	Fragebogen (Metadaten)	UB I	UB II
	Umweltbundesamt	Moosmonitoring 1990/91	X	X		X
	Umweltbundesamt	Moosmonitoring 1995/96	X	X		X
	Umweltbundesamt	Immissionsmessnetzes des UBA	X		X	
	Umweltbundesamt	Standorte LAWA	X		X	
	BfN	Biosphärenreservate	X		X	
	Umweltbundesamt	Standorte Umweltprobenbank	X	X	X	
	Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten	Standorte Level-II	X		X	
	Deutscher Wetterdienst; Bundesministerium für Verkehr, Bau- und Wohnungswesen	Stationen DWD	X			X
Bayern	Landesamt für Wasserwirtschaft	Wasserqualität Seen	X	X		X
Bayern	Landesamt für Wasserwirtschaft	Wasserqualität Fließgewässer	X	X		X
Bayern	Landesamt für Wasserwirtschaft	Wassertemperatur	X	X		X
Bayern	Landesamt für Wasserwirtschaft	Niederschlagshöhe		X		X
Bayern	Landesamt für Wasserwirtschaft	Wasserstand/Abfluss, oberirdisch				X
Bayern	Landesamt für Wasserwirtschaft	Versickerung aus oberirdischen Gewässern		X		X
Bayern	Landesamt für Wasserwirtschaft	Morphologie Schwebstoff, Geschiebe	X	X		X
Bayern	Landesamt für Wasserwirtschaft	Morphologie Flussaufnahmen		X		X
Bayern	Landesamt für Wasserwirtschaft	Quellbeobachtung		X		X
Bayern	Landesamt für Wasserwirtschaft	Stoffeintrag Grundwasser		X		X
Bayern	Landesamt für Wasserwirtschaft	Grundwasserstand (Grundnetz, Verdichtungsnetz)	X	X		X
Bayern	Landesamt für Wasserwirtschaft	Grundwasserbeschaffenheit	X	X		X
Bayern	Geologisches Landesamt	BDF-Standorte, Forst	X	X	x	
Bayern	Geologisches Landesamt	BDF-Standorte, Radionuklide	X	X	x	

**Tabelle 7: Punkt- und Metadaten im GIS UB (Teil 2/4)**

Bundesland	Quelle	Datensatz	Standortkoordinaten (Punktdaten)	Fragebogen (Metadaten)	UB I	UB II
Bayern	Landesamt für Bodenkultur und Pflanzenbau	BDF-Standorte, Agrar	X	X	x	
Bayern	Landesamt für Umweltschutz	Stationen Lüftüberwachung, LÜB	X			X
Bayern	Landesamt für Umweltschutz	Immissionsökologische Dauerbeob.: Depositionsmessnetz	X	X		X
Bayern	Landesamt für Umweltschutz	Immissionsökologische Dauerbeob.: Dauerbeobachtungsstationen	X	X		X
Bayern	Landesamt für Umweltschutz	Bioindikation Fichte/Flechte	X	X		X
Bayern	Landesamt für Umweltschutz	Bioindikation Moos	X	X		X
Bayern	Landesamt für Umweltschutz	Geobotanische Dauerbeobachtung		X		X
Bayern	Landesamt für Umweltschutz	Naturschutz Bayern		X		X
Berlin	Senatsverwaltung für Stadtentwicklung, Umweltschutz und Technologie	BDF-Standorte	X	X	x	
Brandenburg	Landesumweltamt	BDF-Standorte, Forst	X	X	x	
Brandenburg	Landesumweltamt	BDF-Standorte, Agrar	X	X	x	
Brandenburg	Landesumweltamt	Telemetrisches Luftgütemessnetz	X	X		X
Brandenburg	Landesumweltamt	Schwebstaub-Spurenstoffe	X	X		X
Brandenburg	Landesumweltamt	Staubniederschlag	X	X		X
Brandenburg	Landesumweltamt	Atmosphärische Stoffeinträge	X	X		X
Brandenburg	Landesumweltamt	Beschaffenheit Fließgewässer, Standgewässer, Grundwasser und Abwasser		X		X
Brandenburg	Landesumweltamt	Beobachtungsprogramme Artenschutz		X		X
Hamburg	Umweltbehörde HH, Geologisches Landesamt	BDF-Standorte	X		x	
Hamburg	Umweltbehörde HH, Fachamt für ökologische Forst- und Landwirtschaft	Baumartenrepräsentative Waldschadenserhebung	X			X

**Tabelle 7: Punkt- und Metadaten im GIS UB (Teil 3/4)**

Bundesland	Quelle	Datensatz	Standortkoordinaten (Punktdaten)	Fragebogen (Metadaten)	UB I	UB II
Hessen	Landesanstalt für Bodenfor- schung	BDF-Standorte	X	X	x	
Hessen	Landesanstalt für Umwelt und Geologie	Luftmessnetz		X		X
Hessen	Landesanstalt für Umwelt und Geologie	Weidelgrasmessnetz	X	X		X
Hessen	Landesanstalt für Umwelt und Geologie	IRMA-Messnetz	X	X		X
Hessen	Landesanstalt für Umwelt und Geologie	Sonderuntersuchungen	X	X		X
Hessen	Landesanstalt für Umwelt und Geologie	Grundwassermessnetze		X		X
Hessen	Landesanstalt für Umwelt und Geologie	Oberflächenwassermessnetze		X		X
Hessen	Ministerium für Landwirtschaft, Forsten und Naturschutz	Hessisches Landschaftspflegepro- gramm (HELP)	X			X
Mecklenburg- Vorpommern	Geologisches Landesamt	BDF-Standorte	X	X	x	
Niedersachsen	Niedersächsisches Landesamt für Bodenforschung, Bodentechno- logisches Institut Bremen	BDF-Standorte-Agrar	X	X	x	
Niedersachsen	Niedersächsisches Landesamt für Bodenforschung	BDF-Standorte-Forst	X	X	x	
Nordrhein- Westfalen	Landesumweltamt	BDF-Standorte	X	X	x	
Rheinland-Pfalz	Geologisches Landesamt	BDF-Standorte	X	X	x	

**Tabelle 7:** Punkt- und Metadaten im GIS UB (Teil 4/4)

Bundesland	Quelle	Datensatz	Standortkoordinaten (Punktdaten)	Fragebogen (Metadaten)	UB I	UB II
Saarland	Landesamt für Umweltschutz	BDF-Standorte	X	X	x	
Saarland	Staatliches Institut für Gesundheit und Umwelt	Immissionsmessnetz-SAAR	X	X		X
Saarland	Staatliches Institut für Gesundheit und Umwelt	Einleitungsüberwachung		X		X
Saarland	Ministerium für Umwelt, Energie und Verkehr	Biotopkartierung		X		X
Sachsen	Landesamt für Forsten	BDF-Standorte-Forst	X	X	x	
Sachsen	Landesamt für Umwelt und Geologie	BDF-Standorte-Agrar	X	X	x	
Sachsen-Anhalt	Landesamt für Umweltschutz	BDF-Standorte	X	X	x	
Schleswig-Holstein	Staatliches Umweltamt	Lufthygienische Überwachung	X	X		X
Schleswig-Holstein	Landesamt für Natur und Umwelt	BDF-Standorte	X	X	x	
Thüringen	Landesamt für Geologie	BDF-Standorte-Forst	X	X	x	
Thüringen	Landesanstalt für Landwirtschaft	BDF-Standorte-Landwirtschaft	X	X	x	
		<b>Summe Messnetztabellen und Fragebögen</b>	<b>49</b>	<b>57</b>		

Das „x“ in → Tabelle 7 bedeutet, dass eine Messnetzstandorttabelle mit Koordinaten bzw. ein digitaler Fragebogen im GIS UB vorhanden ist. Es liegen insgesamt 49 Koordinatentabellen und 57 beantwortete Fragebögen vor. Zu den in dem FuE-Vorhaben 107 06 007 „Organisation und Methodik des Bodenmonitoring“ (SCHRÖDER et al. 1998) erhobenen BDF-Metadaten liegen aus allen Bundesländern Informationen vor. Jedoch entsprechen sie dem Stand 1997 und beziehen sich auf 673 BDF. Im Umweltbundesamt liegen Metadaten für rund 850 BDF aus dem Jahre 2000 vor (SPATZ 2001), die dem Projekt UB II jedoch nicht zur Verfügung standen. Dies sei bei der Betrachtung der in → Kapitel 5.2.1 vorgestellten Berechnungsergebnisse zur Landschaftsrepräsentanz der BDF zu berücksichtigen.

Zu den Rubriken Luft, Wasser, Bioindikation, Landschaft und Natur haben die Bundesländer Bayern, Brandenburg, Saarland, Schleswig-Holstein, Hamburg und Hessen Meta- und Messnetzdaten in der Laufzeit der FuE-Vorhaben UB I und UB II geliefert. Teilweise wurden die bereits in UB I erhobenen Metainformationen - wie im Falle Bayerns - durch Lieferung von Daten jüngeren Datums aktualisiert. Alle in → Tabelle 7 aufgeführten Metadaten werden in das GIS UB integriert (→ Kap. 4.2.3).

#### **4.2.3 Einbindung der digitalen Fragebögen in das GIS UB**

Zur Einbindung der in Kapitel 4.2.2 genannten Messnetzmetadaten (→ Tab. 7) des Bundes und der Länder in das GIS UB wurden die aufgelisteten und anschließend beschriebenen Arbeiten durchgeführt:

1. Überarbeitung und Ergänzung des von der Firma CONDAT zugestellten Länderrücklaufs der Messnetzfragebögen,
2. Integration bundesweiter Messnetzinformationen in das GIS UB,
3. Erstellung einer Verzeichnis- und Benennungsstruktur,
4. Anbindung der Metadaten an das GIS,
5. Erstellung von Messnetz- und Themenkarten,

6. Entwicklung eines zusätzlichen Auswertewerkzeuges zur leichteren Abfrage der Metadaten im GIS sowie
7. fortlaufende Dokumentation zu den Punkten 1 bis 6.

**Überarbeitung und Ergänzung des von der Firma CONDAT zugestellten Länderrücklaufs der Messnetzfragebögen (1).** Nicht alle der digital vorliegenden Fragebögen waren durch die jeweiligen Messnetztabellen ergänzt. Für die folgenden Messprogramme liegen bis Projektende keine Standorttabellen vor:

Hessen:	Grund- und Oberflächenwassermessnetze
Saarland:	Überwachung der Abwassereinleiter (SIGU), Biotopkartierung Saarland (SIGU)
Bayern:	Geobotanische und Biologische Dauerbeobachtung (LfU)
Brandenburg:	Gewässermessnetze Grund-, Fließ-, Stand- und Abwasser (LUA), Beobachtungsprogramme Artenschutz (LUA)
Hamburg:	Baumartenrepräsentative Waldschadensforschung (UB HH)

Die für Hessen (Grund- und Oberflächenwassermessnetze) analog vorliegenden Fragebögen wurden vom FG im UBA digital aufgenommen. Weiterhin liegen für das lufthygienische Landesüberwachungssystem Bayern (LÜB) Standortkoordinaten vor, jedoch keine Fragebogenformulare. Die Koordinateninformationen wurden aus anderen Quellen recherchiert. Die Standortkoordinaten des Hessischen Landschaftspflegeprogramm (HELP) wurden nachträglich von der Firma CONDAT recherchiert und dem Forschungsnehmer digital zur Verfügung gestellt. Ergänzend wurde unter Verwendung von Informationen aus dem Internet seitens des FN ein zusätzlicher Fragebogen erarbeitet.

**Integration von Messnetzinformationen in das GIS UB (2).** Zur Ergänzung der Länderdaten wurden auch bundesweite Messnetzinformationen in das GIS

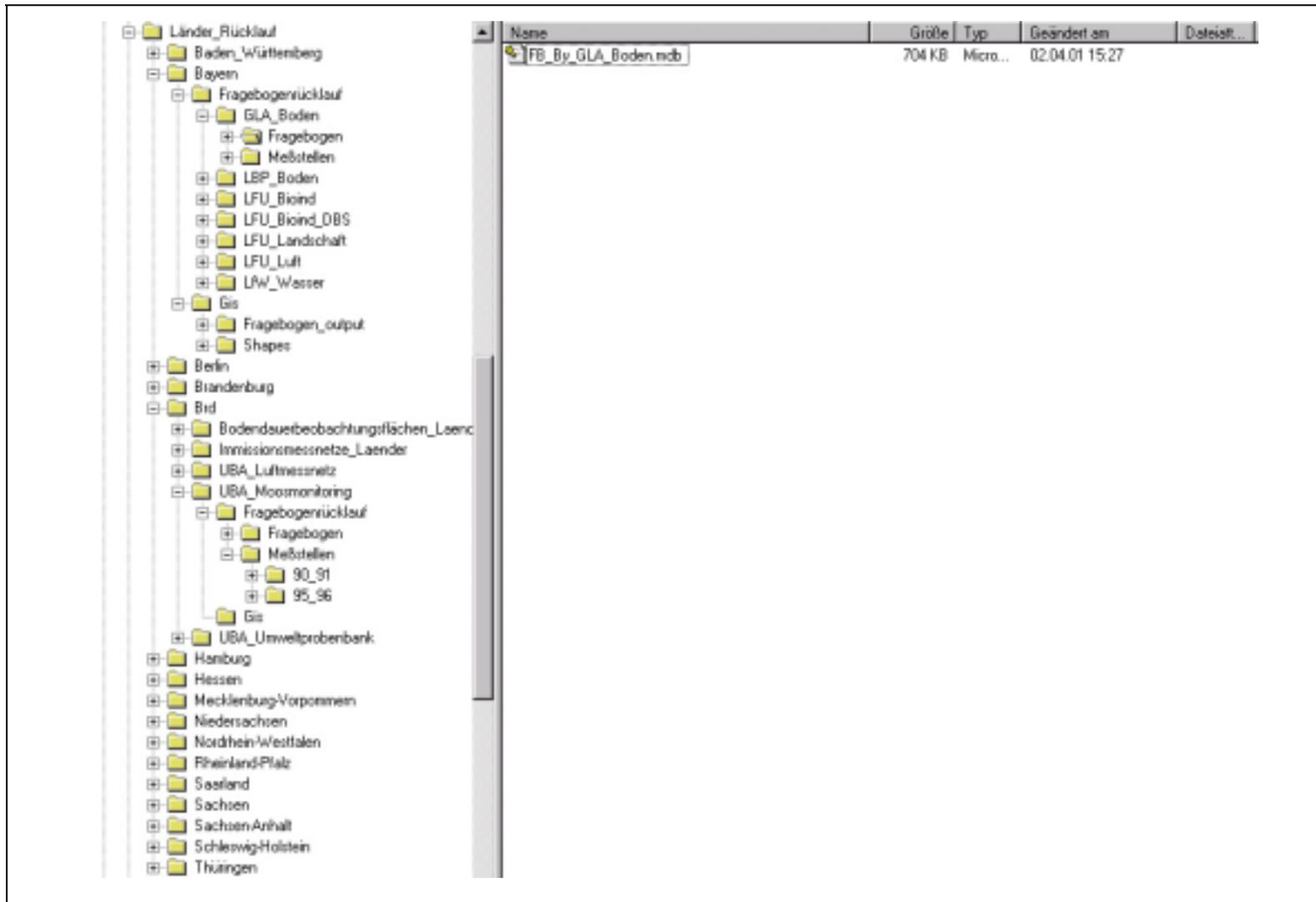
UB aufgenommen. Hierbei handelt es sich um Standortkoordinaten und Fragebögen zu folgenden Messprogrammen:

- Moosmonitoringmessnetz (1990/91 und 1995/96),
- Umweltprobenbank (UPB),
- UBA-Luftmessnetz und
- Immissionsmessnetz (aus dem AAIS).

**Verzeichnis- und Benennungsstruktur (3).** Nach Fertigstellung der Arbeitsschritte (1) und (2) wurde eine systematische Verzeichnisstruktur erstellt, in welche die jeweiligen Dateien abgelegt wurden (→ Abb. 6). Zusätzlich wurde jeder Dateityp mit einem ausgewählten Schlüssel versehen und die Datensätze entsprechend umbenannt. Für jedes Bundesland (Ländermessnetze) und für die bundesweiten Messnetze wurde je ein eigener Ordner „Fragebogenrücklauf“ eingerichtet, in dem die zugehörigen Dateien eingegliedert wurden. Für jede datenliefernde Institution wurden separate Ordner für Fragebogendateien („Fragebogen“) und Messnetztabellen („Messstellen“) eingerichtet, in die die entsprechenden Datensätze abgelegt wurden. Die Ordner dieser Institutionen wurden gemäß der charakteristischen Abkürzung der Behörde mit Verweis auf die Art des Fragenkomplexes benannt (z.B. Verzeichnis LUA\_Wasser: enthält die Dateien, die vom Landesumweltamt für die Rubrik Wasser übermittelt wurden). Die Shape- und Projektdateien werden in einem separaten Ordner GIS geführt.

Das bundesweite Moosmonitoringmessnetz, die Immissionsmessnetze des UBA und der Länder (AAIS) und der das Messnetz der Umweltprobenbank sind in einem eigens dafür eingerichteten Ordner untergebracht, der ausschließlich diese bundesweiten Messnetze enthält. Nur für die Moosmonitoringmessnetze und die Umweltprobenbank liegen neben Standortkoordinaten auch digitale Fragebögen vor.

Abbildung 6: Verzeichnisstruktur für den Länderrücklauf der Fragebögen



Für gezielte Zugriffe auf Fragebogen- und Messnetzdateien wurden eigene Benennungsschlüssel entwickelt. Dies soll anhand eines Beispiels beschrieben werden. Eine Fragebogendatei, die die Antworten des Landesamtes für Umweltschutz aus Bayern bezüglich der Kategorie Bioindikation enthält, erhält folgende Bezeichnung:

**FB\_BY\_LfU\_Bioindikation.mdb** wobei

<b>FB</b>	Fragebogendatei
<b>BY</b>	Bundesland, hier Bayern
<b>LfU</b>	Institution, hier Landesamt für Umweltschutz
<b>Bioindikation</b>	Kategorie, hier Bioindikation

Da zu diesem Fragebogen zwei Standorttabellen vorlagen, wurden diese folgendermaßen umbenannt:

**Bayern\_LfU\_Bio\_FiFlechte.txt**

**Bayern\_LfU\_Bio\_Moos.txt**, wobei

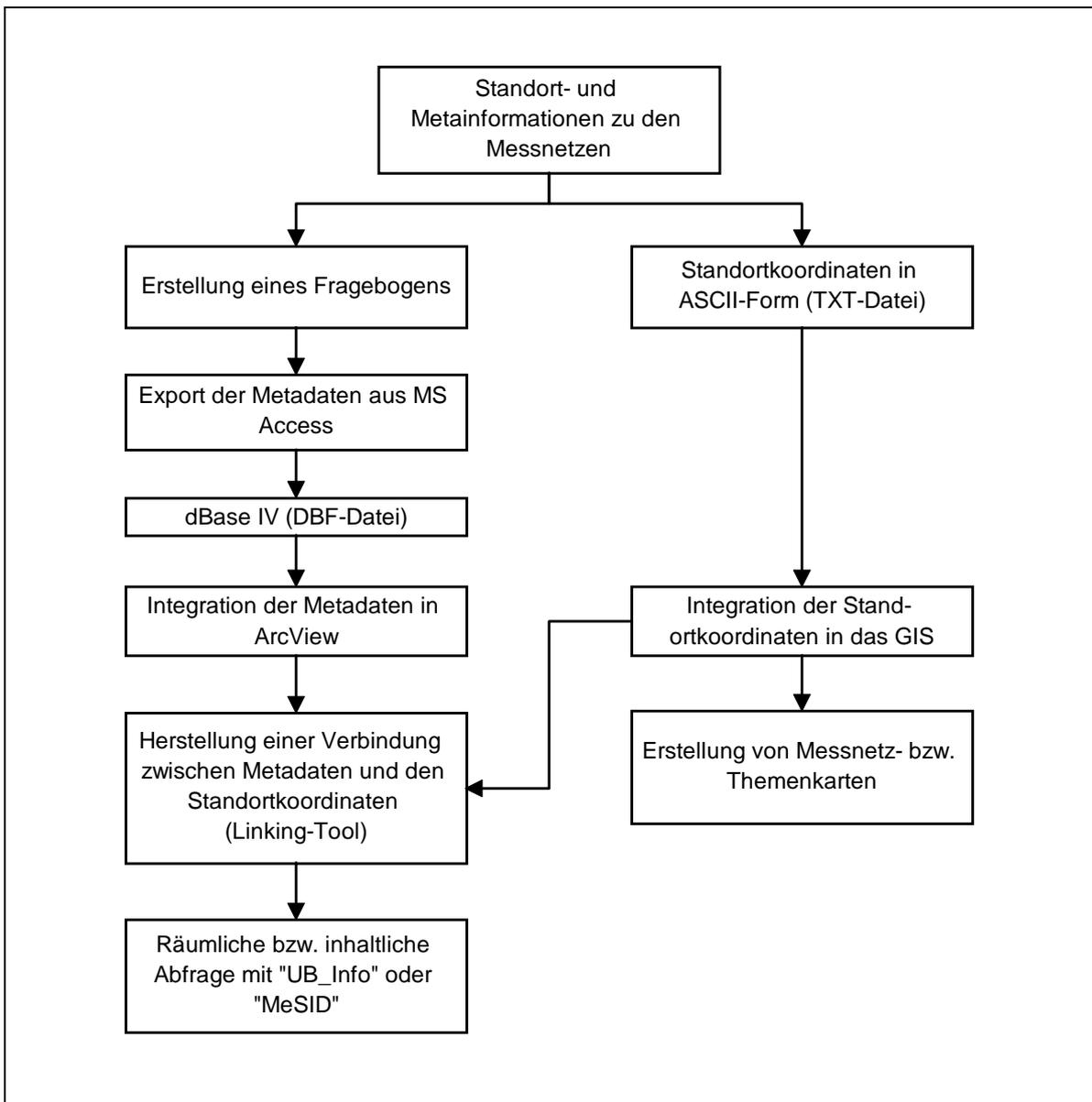
<b>LfU</b>	Landesamt für Umweltschutz
<b>Bio</b>	Bioindikation
<b>FiFlechte</b>	Standortfichten, Flechten
<b>Moos</b>	epiphytisches Moos

Um ein leichtes Wiederfinden vorhandener Datensätze zu gewährleisten, wurden in einer Übersichtstabelle alle Informationen zusammengestellt (→ Anhang IV.1). Diese Tabelle enthält für jedes Messnetz die folgenden Inhalte:

- Rubriken (Allgemeines, Boden, Wasser etc.)
- Kontakt(person)
- Information zu den Messnetzen (Name, Inhalt, Ablage etc.)
- Information zu den ArcView-Projekten (Name der Projektdatei, Anzahl der Messstandorte in den Messprogrammen, Kartenlayouts etc.).

**Anbindung der Metadaten an das GIS UB (4).** Für jede Fragebogendatei musste jeweils eine spezifische Verfahrensweise zur Anbindung der Metainformation an das jeweilige Messnetz entwickelt und durchgeführt werden. Diese methodisch-technischen Arbeitsschritte werden anschließend erläutert (→ Abb. 7) (→ A.2.2.1).

**Abbildung 7:** Von der Fragebogenerstellung zur Verarbeitung im GIS



Für die Anbindung der Metadaten in ArcView, die in der Tabelle "ArcViewInfos" in MS Access abgelegt sind, ist es erforderlich, die Daten in einer externen Datenbank (Datenaustauschformat dBase IV) zu speichern. Der daran anschließende Verfahrensschritt besteht lediglich im Import dieser Datenbank in ArcView (→ Anhang A.2.2.3). Nach dem Import der Metadaten in ArcView werden diese mit den Standorten der einzelnen Messnetze unter Verwendung des eigens für diese Zwecke programmierten "Linking-Tools" zusammengeführt. Das heißt, dass alle vorhandenen Metainformationen über die Messnetze mit den entsprechenden Messstandorten verknüpft werden. Dies erleichtert dem Anwender die übersichtliche Zusammenstellung aller Informationen über die Messnetze. Ein Klick auf einen Standort eines Messnetzes bringt alle Fragen und Antworten zum Vorschein, die für diesen Punkt im Fragebogen formuliert wurden. Anhand der Fragenummer in der Informationsbox in ArcView lässt sich auch leicht die Zusammengehörigkeit mit dem Fragebogen erkennen.

**Erstellung von Messnetz- und Themenkarten (5).** Für alle Messnetze und Metadaten jedes Bundeslandes wurden entsprechend Ziffer (4) einzelne ArcView-Projekte unter Verwendung einer einheitlichen Benennungskonvention erzeugt (<Land>\_UB.apr). Zusätzlich wurde ein Projekt mit der Bezeichnung „BRD\_Messnetze“ angelegt, um die bundesweiten Messnetze zusammenzufassen. Es existieren demnach folgende ArcView-Projektdateien:

- baden\_württemb.apr
- bayern\_ub.apr
- berlin\_ub.apr
- brandenburg\_ub.apr
- brd\_messnetze.apr
- hamburg\_ub.apr
- hessen\_ub.apr
- mecklenburg-vorpommern\_ub.apr
- niedersachsen\_ub.apr
- nordrhein\_westfalen\_ub.apr

- rheinland-pfalz\_ub.apr
- saarland\_ub.apr
- sachsen\_ub.apr
- sachsen-anhalt\_ub.apr
- schleswig-holstein\_ub.apr
- thuringen\_ub.apr

Für jedes vorliegende Messnetz wurden in den ArcView-Projekten Messnetz- und Themenkarten angelegt. Für eine übersichtliche Darstellung in Form von Layouts wurden für jedes Bundesland Flüsse, Städte, Grenzen generiert.

#### **Auswertewerkzeug MeSID zur leichteren Abfrage der Metadaten im GIS**

**UB (6).** Die Entwicklung dieses zusätzlichen Auswertungstools ist Gegenstand des → Kapitels 4.2.4 und wird dort zusammen mit anderen Abfragemöglichkeiten ausführlicher erläutert.

**Fortlaufende Dokumentation zu den Punkten 1 bis 6 (7).** Alle oben erwähnten Arbeitsschritte wurden als schematische Übersicht und ausführliche Beschreibung dokumentiert (→ Verfahrensdokumentation A.2).

#### **4.2.4 Abfragemöglichkeiten**

Um die Messnetzmetadatenbanken umfassend und übergreifend auf Inhalte untersuchen zu können, wurden in dem Vorhaben UB II spezielle Werkzeuge bzw. "Tools" entwickelt, die als Schnittstelle zwischen dem Anwender und den Datenbeständen dient. Die Tools unterstützen die Recherche über Messnetze, die Messdaten über den Zustand von Ökosystemen bzw. Ökosystemkompartimenten erheben.

In dem Vorhaben UB II wurden drei unterschiedliche Abfrageinstrumente entwickelt, die speziellen Zwecken dienen:

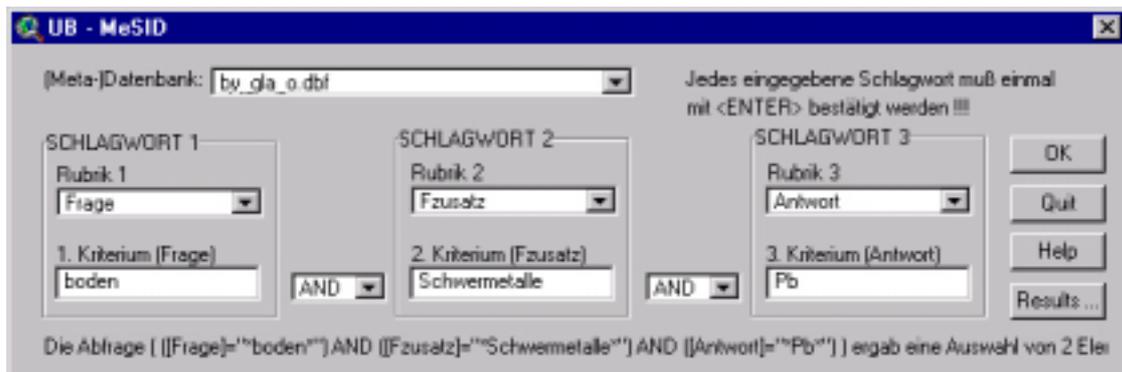
1. das Abfrageformular "AntwortendeVonAntwort" unter *MS ACCESS*,
2. der Metadaten-suche- und Informationsdialog (MeSID) im GIS UB sowie
3. das Abfrageformular "Kerndatensatz ↔ FB UB"

**Das Abfrageformular "AntwortendeVonAntwort" (1).** Unter *MS ACCESS* dient dieses Formular einer möglichst einfachen Abfrage von Messnetzen über deren Erhebungsrahmenbedingungen, -methoden und zu den Messgrößen. Ergebnis einer solchen Abfrage ist in aller Regel eine sogenannter "Antwortender", also ein "Fragebogen-Beantworter", der alle ein Messnetz betreffende Informationen in einem Fragebogen abgelegt hat. Beispielsweise erhält man als Abfrageergebnis eine oder mehrere Antwortende (also Behörden bzw. Institutionen), nachdem in der Rubrik "Boden" nach einem speziellen Parameter wie etwa "nutzbare Feldkapazität im effektiven Wurzelraum" gesucht wurde. Die genaue Anleitung zur Durchführung einer solchen Abfrage mit diesem Tool findet sich in → Anhang A.2.2.2.8. Neben dieser Suchmöglichkeit unter *MS ACCESS* können mit Hilfe eines speziellen Werkzeugs (Button) im GIS UB alle Information über einen Messstandort ausgegeben werden, d.h. alle Fragen und Antworten, die für ein Messnetz - also auch einen Standort dieses Messnetzes - im Fragebogen vorhanden sind.

**Metadaten-suche- und Informationsdialog (MeSID) im GIS UB (2).** Die zweite Analysemöglichkeit erfüllt einen über die unter Ziffer (1) dargestellten Zwecke hinausgehenden Anspruch. Für eine räumliche und inhaltliche Abfrage der Inhalte der Metadaten unter Verwendung von Schlagworten wurde innerhalb des GIS UB ein Such- und Informationsdialog (MeSID) entwickelt. Neben inhaltlichen Aspekten wird mit Hilfe von MeSID die Möglichkeit zur verknüpften Abfrage der erhobenen Metadaten der Messstandorte geschaffen. Erst durch die Lageinformationen in Form von Koordinatenpaaren können die Messstandorte selbst und die dazugehörigen Metainformationen verortet und damit räumlich abgefragt werden. Auf dieser Basis kann beispielsweise ermittelt werden, welcher Umweltparameter wo und mit welcher Methode erfasst wird. Die techni-

sche Beschreibung dieses Tools und Anwendungsmöglichkeiten finden sich im  
→ Anhang A.2.2.3.5.

**Abbildung 8: Startansicht MeSID**



**Das Abfrageformular "Kerndatensatz ↔ FB UB" (3).** Es besteht noch eine weitere Abfrage- und Vergleichsmöglichkeit. Sie gilt der Integrierbarkeit bzw. Überführbarkeit von Umweltinformationen unterschiedlicher Datenbestände in ein System bzw. in einen Datenbestand. Dieses Problem wird im anschließenden → Kapitel 4.2.5 unter besonderer Betrachtung der Gemeinsamkeiten und der Unterschiede zwischen dem hier angewendeten Fragebogen (im Folgenden kurz FB UB genannt) und dem sogenannten "Kerndatensatz (KDS) dargestellt.

#### 4.2.5 Kerndatensatz

**Anlass und Ziel.** Die mit dem Fragebogen erhobenen und in der Metadatenbank des GIS UB abgelegten Informationen über die UB-Messnetze des Bundes und der Länder sollen mit dem Kerndatensatz des FuE-Vorhabens „Modellhafte Umsetzung und Konkretisierung der Konzeption für eine ökosystemare Umweltbeobachtung am Beispiel des länderübergreifenden Biosphärenreservates Rhön“ (BOSCH & PARTNER 2001) abgeglichen werden. Ziel ist es, anhand dieses Vergleichs "inhaltliche Lücken" in der UB zu identifizieren (BMU 2000, S. 2).

**Begründung der Vorgehensweise.** Für eine dauerhafte und systematische Umweltbeobachtung ist es von besonderer Bedeutung, die von unterschiedlichen Behörden erhobene Messdaten und zugehörigen Metadaten übergreifend zu erfassen und somit "auffindbar" zu machen. Dazu ist die Einrichtung von zentralen Datenbanken notwendig, in denen u.a. die UB-Messgrößen und die UB-Erhebungsmethoden aufgenommen werden. Zumeist werden jedoch aufgrund bislang fehlender technischer Realisierbarkeit bzw. Standards (z.B. die Datenerfassung über das Internet) räumlich und fachlich lokale "Inseldatenbanken" erzeugt, die sich häufig in Struktur, Inhalt und Ablage voneinander unterscheiden. Hierbei leistet der UDK einen Teilbeitrag als Beispiel für zentrale Dateninformationen mit Suchmöglichkeit. Er enthält nicht die eigentlichen Umweltdaten, sondern Informationen zu diesen Daten, also Metadaten, nicht aber über die Messnetzstandorte, über Erhebungsmethoden und Messparameter. Die im UDK fehlenden Standortdaten werden durch die in dem FuE-Vorhaben UB II entwickelte Metadatenbank fachlich sehr weit ausdifferenziert und mit einem GIS gekoppelt.

Der Abgleich der im FuE-Vorhaben UB II erhobenen Metadaten über die Bundes- und Ländermessnetze mit dem Kerndatensatz soll aufzeigen, inwieweit der als ökologischer Kernbestand der UB definierte Messumfang (BOSCH & PARTNER 2001; HABER et al. 1997) in den vorhandenen UB-Messnetzen von Bund und Ländern tatsächlich erhoben wird.

**Methodik.** Ein Vergleich von KDS und FB UB hat gezeigt, dass sich die Parameter des KDS nicht immer eins zu eins in eine inhaltlich identische Frage des FB UB übersetzen lassen. Dies liegt daran, dass das FuE-Vorhaben "Modellhafte Umsetzung und Konkretisierung der Konzeption für eine ökosystemare Umweltbeobachtung am Beispiel des Biosphärenreservats Rhön" abweichend von der ursprünglichen Absicht (August 1997) den FB UB nicht mit dem KDS abgeglichen hat. Aus diesem Grund wurden zunächst folgende Typen inhaltlicher Übereinstimmung zwischen KDS-Parametern und UB-Fragen festgelegt:

1. "Parameter des KDS entspricht Frage im FB UB" - es werden in beiden Datenbeständen annähernd wörtlich gleiche Inhalte abgefragt.
2. "Frage im FB UB ist Teil des Parameters im KDS".
3. "Parameter des KDS ist Teil der UB Frage" - Beispiel: Frage im UB betrifft "Tierartengruppen", während der KDS genaue Tierarten abfragt.
4. Parameter des KDS kann im FB UB unter "Sonstiges" angegeben werden
5. "Gleicher Themenkomplex" - es gibt die Antwortmöglichkeit im Fragebogen UB zum gleichen inhaltlichen Themenkomplex, diese ist aber nicht hinreichend spezifiziert, um eine eindeutige Zuordnung einer Frage des FB UB zu einem abgefragten Parameter des Kerndatensatzes zu gewährleisten. Dies wäre nur durch Zusatzangaben theoretisch möglich.
6. Parameter des KDS ist nicht im FB UB enthalten.

Durch inhaltliche Gegenüberstellung wurden im Weiteren jedem Parameter des KDS diejenigen Fragen des FB UB (zusammen mit Übereinstimmungstyp) zugewiesen, die dem betrachteten KDS-Parameter entsprechend (→ Abb. 9). Den Parametern des KDS, die keine Entsprechung im FB UB haben, wurden mit dem Übereinstimmungstyp "Parameter des KDS ist nicht im FB UB enthalten" belegt. Die abgeleiteten Relationen zwischen KDS und FB UB wurden in Form der Verknüpfungstabelle (→ Anhang C.2) abgelegt, die zum einen deskriptiv-statistische Auswertungen und zum anderen die rechnergestützte Verknüpfung von KDS und FB UB ermöglicht.

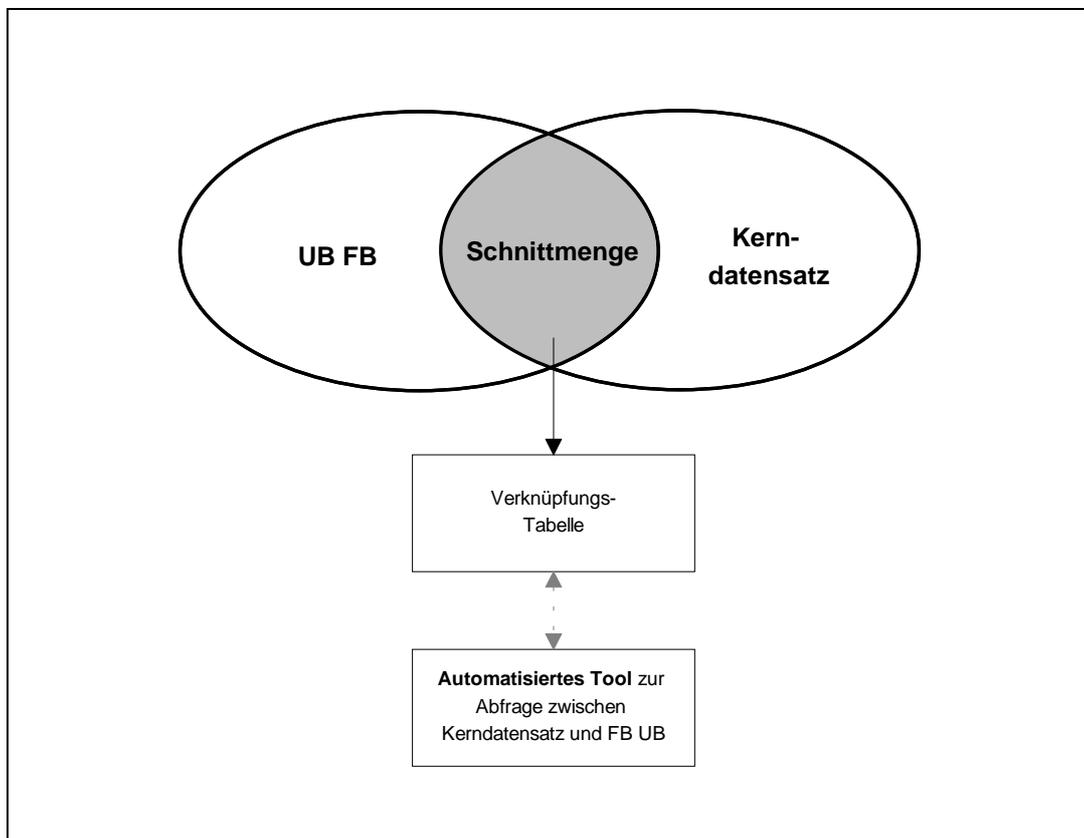
Zur Realisierung des automatisierten Abfragetools wurden die nachfolgend beschriebenen Schritte durchgeführt:

1. Der Parametersatz des KDS wurde in einem ersten Schritt in *MS ACCESS* integriert. Die inhaltliche Gliederung des Kerndatensatzes, die den Parametersatz nach Umweltmedien und Themenbereichen unterteilt und mehrere Ebenen aufweist, wurde in der Datenbank durch die Gliederung in Rubriken, Kategorien und Subkategorien berücksichtigt (z.B. Messgrößen Elektrische

Leitfähigkeit der Bodenlösung; Rubrik Boden, Kategorie Beschaffenheit der Bodenlösung, Subkategorie chemisch-physikalische Grundparameter).

2. Durch die Integration der Verknüpfungstabelle, die für jeden Parameter des KDS die korrespondierenden Fragen im FB UB enthält, wurde der Parametersatz des KDS mit den Fragen des FB UB sowie den darauf gegebenen Antworten der Messnetzbetreiber verbunden.

**Abbildung 9:** Übersicht über die KDS-Verarbeitungsstruktur



Auf dieser Basis wurde unter Anwendung der Programmiermöglichkeiten von *MS ACCESS* ein Formular angelegt, das automatisierte Abfragen zwischen Parametersatz des KDS, Fragen des FB UB und Metadaten der Bundes- und Ländermessnetze ermöglicht und die in → Abbildung 10 dargestellte Struktur hat.

**Abbildung 10:** Oberflächenansicht des Abfrageformulars zum KDS

The screenshot shows a web application window titled 'KDS <-> FB UB'. It is divided into three main sections:

- Parameter des Kerndatensatzes (KDS):** This section is titled 'Mess- und Beobachtungsprogramme im Biosphärenreservat Rhön'. It contains four dropdown menus labeled 'Rubrik', 'Kategorie', 'Subkategorie', and 'Parameter'.
- Fragebogen der Umweltbeobachtung der Länder (FB UB):** This section is titled 'Zum ausgewählten Parameter des KDS korrespondierenden Fragen im FB UB'. It contains three dropdown menus labeled 'Gruppe', 'Kategorie', and 'Frage'.
- Antworten der Institutionen der Länder:** This section is titled 'zur ausgewählten Frage des FB UB'. It contains two dropdown menus labeled 'Erhaltene Antworten' and 'Erhaltene Kommentare'. Below these is a button labeled 'Aktualisieren' and a large empty text area. At the bottom right of this section is a button labeled 'Recherche drucken'.

At the bottom of the window, there is a status bar with the text 'Datensatz: [ ] von 1'.

Das Abfrageformular „**Kerndatensatz** ↔ **FB UB**“ gestattet dem Anwender, für einen ausgewählten KDS-Parameter die korrespondierenden Fragen im FB UB herauszufiltern sowie diejenigen Ländermessnetze anzuzeigen, die auf die entsprechenden Fragen des FB UB geantwortet haben. Damit hat der Anwender die Möglichkeit, die Messnetzbetreiber ausfindig zu machen, die über ihre Beobachtungsprogramme Messwerte für Parameter des KDS erheben.

Zuoberst kann auf diesem Abfrageformular ein gewünschter Parameter vorselektiert werden. Auf der Basis der internen Verknüpfung zwischen dem Parametersatz des Kerndatensatzes und den medienbezogenen Fragen des FB UB

sind im mittleren Bereich des Formulars nur diejenigen Fragen des FB UB auswählbar, die mit dem selektierten Parameter des KDS korrespondieren. Diese (intern verwaltete) Schnittmenge bildet nun ihrerseits die Basis für eine weiterführende Abfrage zu den Inhalten des FB UB in gleicher Weise, wie es bereits in → Kapitel 4.2.4 (Abschnitt *Das Abfrageformular "AntwortendeVonAntwort"*) dargestellt wurde.

**Ergebnis.** Die vergleichend betrachteten Datenbestände „Metadaten des FB UB“ und KDS dokumentieren, welche Items (Messgrößen, Messmethoden) in beiden Datenbeständen enthalten sind und in welcher Form diese Items des Kerndatensatzes ganz, teilweise oder gar nicht in einer Frage des Fragebogenformulars enthalten ist. Die vergleichende deskriptiv-statistische Analyse erbrachte eine Übereinstimmung beider Datensätze von über 70% (→ Anhang C.2).

#### 4.2.6 Monitoring gentechnisch veränderter Organismen

Das umweltpolitische Konzeptpapier "Umweltbeobachtung - Stand und Entwicklungsmöglichkeiten" (BMU 2000) weist darauf hin, dass neben den weitestgehend historisch gewachsenen Messnetzen und Erhebungen für die Kompartimente Biota, Boden, Luft und Gewässer weitere Aktivitäten einzubinden sind. Hierzu zählen u.a. das Gesundheitsmonitoring sowie das Monitoring gentechnisch veränderter Organismen (GVO). Das FuE-Vorhaben UB II hat den im → Dokumentationsteil A.2.2.2 beschriebenen digitalen Fragebogen sowohl um Items zum Monitoring gentechnisch veränderter Pflanzen (GVP) als auch um Elemente hinsichtlich eines Monitorings von Mikroorganismen erweitert.

**Methodik und Ergebnisse.** Ein erster inhaltlicher Entwurf für die Inhalte des GVO-Fragebogens wurde vom UBA (IV.2.5) vorgenommen und an den FN weitergeleitet. Der FN hat die analogen Vorschläge digital in den Access-Fragebogen überführt. Somit wurde dem Fragebogenformular eine weitere Ru-

brik „GVP-Monitoring“ mit insgesamt 107 Fragen aus folgenden 9 Kategorien hinzugefügt:

1. Allgemein
2. Standort
3. Parameter
4. Untersuchungen an den Kulturpflanzen
5. Pollen- und Diasporeneintrag
6. Untersuchungen von anderen Organismen
7. Tiere
8. Weitere Organismen
9. Untersuchungen der Umwelt

Ein kompletter Ausdruck der vorläufigen Rubrik „GVO-Monitoring“ befindet sich im → Anhang D.1. Die mit diesem Fragebogen erhobenen Messnetzmetadaten lassen sich mit mehreren Auswertungstools analysieren. Dabei kann man prüfen, ob inhaltlich-methodische Unterschiede zwischen den sektoralen Ländermessnetzen bestehen (→ Kap. 4.2.4). In den folgenden Kapiteln wird gezeigt, dass

- unter Rückgriff auf die Raumgliederung (→ Kap. 3.4) die geografische Repräsentanz der durch Metadaten beschreibbaren Messstandorte häufigkeitsstatistisch (→ Kap. 5.2.1), nachbarschaftsanalytisch (→ Kap. 5.2.2) und geostatistisch (→ Kap. 5.2.3) quantifizierbar ist und
- wie sich die Punkt-, Flächen- und Metadaten im GIS UB (→ Abb. 1) zusammenführen sowie medienübergreifend auswerten und interpretieren lassen (→ Kap. 6).

## 5 Repräsentanzanalysen

### 5.1 Anlass und Ziel

Aufgabe der Umweltbeobachtung ist es u.a., die maßstabsbezogen relevanten Systemelemente und –relationen unter Berücksichtigung fachlicher Suffizienz und ökonomischer Effizienz (s.u.) quantitativ zu erfassen und so die empirische Grundlage für statistische Ökosystemmodelle bzw. für Simulationsmodelle zu liefern.

Die Effizienzkriterien sind dann erfüllt, wenn (1) die Messstationen in häufigkeitsstatistisch und raumstrukturell repräsentativen Raumeinheiten vertreten sind und (2) die empirischen Daten dieser Messstationen geostatistisch valide sind. Eine solche Prüfung setzt voraus, dass die Daten mit Methoden gleicher Aussagemöglichkeit gewonnen und den üblichen Verfahren der internen und externen Qualitätskontrolle unterzogen wurden (FRÄNZLE et al. 1995, 1996; KLUGE & HEINRICH 1994; MOHNEN 1996; SCHRÖDER & FRÄNZLE 1996).

### 5.2 Verfahren

Die Untersuchungen zur Repräsentativität eines Umweltmessnetzes erfolgt durch die Prüfung der häufigkeitsstatistischen Landschaftsrepräsentanz der Messstandorte (→ Kap. 5.2.1), durch die Prüfung der raumstrukturellen Landschaftsrepräsentanz mittels Nachbarschaftsanalyse (→ Kap. 5.2.2) und durch die geostatistische Prüfung der Interpolierbarkeit der Messwerte (→ Kap. 5.2.3). Wie → Abbildung 11 veranschaulicht, basiert die Prüfung der Messtellenrepräsentativität zum einen auf der landschaftsökologischen Raumgliederung, die unter Einbeziehung der im GIS UB vorliegenden Flächendaten mit *CART* berechnet wurde (→ Kap. 3.4). Zur Ermittlung der geostatistischen Repräsentativi-

tät dagegen werden die an den Messstandorten erhobenen Messwerte benötigt (→ Kap. 5.2.3).

Diese zweistufige Repräsentanzanalyse entspricht dem Stand der Forschung. Sie geht im Kern zurück auf FRÄNZLE & KILLISCH (1980) sowie FRÄNZLE et al. (1987, 1992). Einzelne Elemente dieses Ansatzes gelangen heute mit fragestellungsabhängigen Modifikationen in der Hydrologie (KLEEBERG, Hrsg. 1992), im Bodenschutz (DASCHKEIT et al. 1993; HINTERDING & STREIT 2000; KOTHE & SCHMIDT 1994; SCHMOTZ 1996; UTERMANN et al. 1999; UTERMANN & DÜWEL 2000) sowie im Waldökosystem-Monitoring (WOLFF et al. 2000) zur Anwendung (→ Abb. 11).

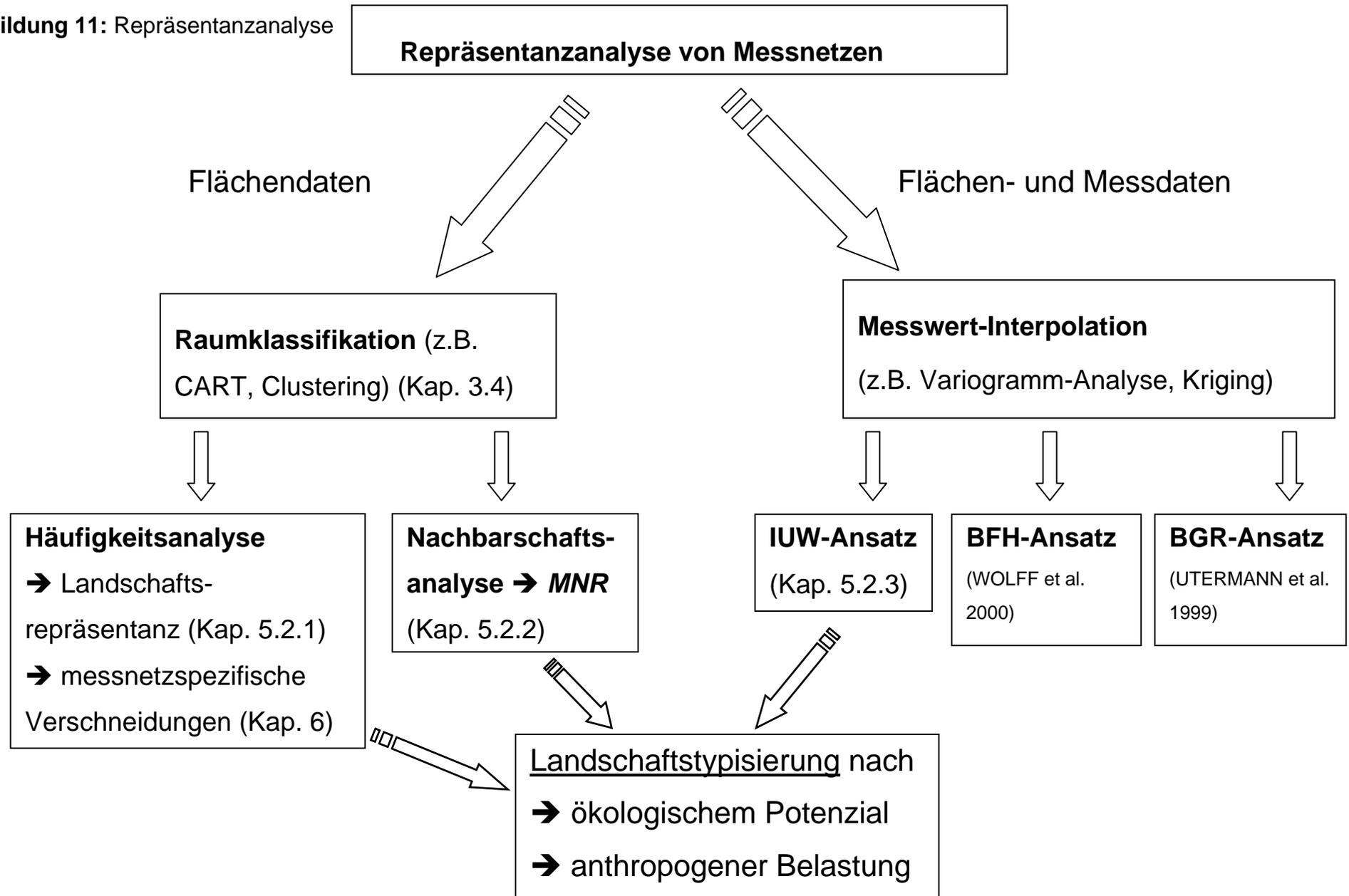
### **5.2.1 Häufigkeitsstatistische Landschaftsrepräsentanz**

**Ziel.** Die Berechnung der häufigkeitsstatistischen Landschaftsrepräsentanz von Messnetzen liefert ein quantitatives Maß für die räumliche Aussagefähigkeit eines betrachteten Messnetzes:

- Wie sind die Messstationen in den jeweiligen Raumklassen angeordnet?
- Sind die ökologischen Raumklassen gemäß ihres jeweiligen Flächenanteils an der BRD mit hinreichend bzw. zu vielen Standorten belegt?

**Begründung des Vorgehens.** Durch Überprüfung der vorgestellten Fragen ist es möglich zu analysieren, ob das Messnetz aus landschaftsökologischer Sicht sinnvoll im Untersuchungsraum angeordnet ist. Dies wird anhand der Verteilung dieser Standorte in den Raumklassen der in → Kapitel 3.4 beschriebenen landschaftsökologischen Raumgliederung geprüft. Anhand ausgewählter, bundesweit vorliegender Messnetze wird dieser Ansatz zur Repräsentanzbestimmung im Folgenden vorgestellt (→ Abb. 11).

Abbildung 11: Repräsentanzanalyse



**Methodik.** Durch Verschneidung der Messnetzarten mit der in → Kapitel 3.4 vorgestellten ökologischen Raumgliederung (20 Klassen) wird ermittelt, wie gut oder schlecht die jeweiligen Raumklassen mit Standorten belegt sind. Innerhalb einer Raumklasse sollten prozentual ebenso viele Messstationen eingerichtet sein, wie es dem Flächenanteil der Raumklasse in der BRD entspricht. Die häufigkeitsstatistische Landschaftsrepräsentanz von Messstellen wird also anhand des Kriteriums der Flächenproportionalität operationalisiert. Enthält eine Raumklasse weniger Messstandorte als es ihrem Flächenanteil entspricht, liegt Unterrepräsentanz vor, im umgekehrten Falle Überrepräsentanz.

Nimmt eine Raumklasse im Bundesland Bayern eine Fläche von 10% an der Gesamtlandesfläche ein, sollten auch 10% aller Messstandorte eines Messnetzes "Wasserbeschaffenheit" in dieser Raumklasse verortet sein. Liegen dagegen nur 5% aller Standorte dieses Messnetzes innerhalb dieser Raumklasse, so ist diese Raumklasse durch die vorhandene Anzahl an Messstandorten unterrepräsentiert (-50%). Optimal wäre demzufolge eine doppelt so hohe Anzahl an Standorten auf Flächen dieser Raumklasse.

**Anwendung.** Nach diesem Ansatz wird in dem Projekt UB II beispielhaft die Landschaftsrepräsentanz folgender drei Messnetze in Bezug auf die in → Kap. 3.4 beschriebene Raumgliederung überprüft, denn für sie liegen bundesweit Metadaten vor:

- Moosmonitoring-Probeentnahmestandorte (Stand 1995/96),
- BDF der Bundesländer (Stand 1997) sowie
- Immissionsmessstandorte der Bundesländer (Stand 1997).

Die für die Bestimmung der Landschaftsrepräsentanz notwendigen Verfahrensschritte im GIS UB sind detailliert im → Anhang A.2.2.4 beschrieben. Die Ergebnisse der Auszählungen liegen sowohl in tabellarischer (→ Anh. C.3) als auch in kartografischer Form vor (→ Anh. B.5). Grüne und rote Farben zeigen

Über- bzw. Unterrepräsentanz an, graue Farben eine gute häufigkeitsstatistische Landschaftsrepräsentanz.

**Ergebnisse.** Sowohl die Verteilung der BDF der Länder als auch der Standorte des Moosmonitoringmessnetzes 1995/96 entspricht weitestgehend den jeweiligen Flächenanteilen der Raumklassen der ökologischen Raumgliederung. Für das BDF-Messnetz wird eine maximale Fehlbelegung von +/- 6 %, für das Moosmonitoringmessnetz von +/- 4 % ermittelt. Das Immissionsmessnetz dagegen zeigt – u.a. aufgrund unterschiedlicher Zielsetzung (Überwachung der Luftqualität in Ballungsräumen) – höhere Abweichungen in der Repräsentativität von –5 % (Unterrepräsentanz) bis +18 % (Überrepräsentanz). Eine sehr hohe Abdeckung mit Immissionsmessstandorten ist im Rhein-Ruhrgebiet zu beobachten. In diesen relativ dicht besiedelten Regionen ist die Standortanzahl verhältnismäßig hoch.

Ob darüber hinaus die in den landschaftsökologisch charakterisierten Regionen lokalisierten Messstandorte hinreichend für eine Übertragung der Messwerte in die Fläche sind, wird in → Kap. 5.2.3 anhand der Interpolation von hier erhobenen SO<sub>2</sub>-Messwerten untersucht. Zuvor wird in → Kapitel 5.2.2 der raumstrukturelle Aspekt der Landschaftsrepräsentanz beispielhaft mit der Nachbarschaftsanalyse untersucht. Die Nachbarschaftsanalyse ergänzt die häufigkeitsstatistischen Landschaftsrepräsentanzanalysen, in dem sie räumliche Muster vergleichend erfasst und auf dieser Grundlage die raumstrukturelle Repräsentanz von Teilflächen eines Untersuchungsraumes in Bezug auf landschaftsökologische Merkmale quantifiziert.

### 5.2.2 Nachbarschaftsanalyse

**Ziel.** Die *häufigkeitsstatistische Landschaftsrepräsentanz* beruht auf der Quantifizierung der Flächen bestimmter Merkmalsausstattung (→ Kap. 5.2.1). Mit ihr lässt sich der Anteil der Flächen mit einer oder mehreren Eigenschaften

bestimmen und inwieweit ein weiteres, diskretes Merkmal (hier UB-Messstellen) in diesen Raumeinheiten flächenproportional verteilt sind. Das Ergebnis der häufigkeitsstatistischen Landschaftsrepräsentanzanalyse besagt jedoch nichts über das räumliche Muster, in dem Raumausschnitte und ihre beliebig kleinen Teilflächen angeordnet sind. Genau dieses Ziel lässt sich mit der Nachbarschaftsanalyse erreichen: Die Analyse von Karten räumlich differenzierter Sachverhalte mit der Nachbarschaftsanalyse erlaubt eine quantitative Beschreibung der räumlichen Umgebungsstruktur von Kartenausschnitten in Bezug auf bestimmte Merkmale. Auf dieser Grundlage lassen sich Teilflächen identifizieren, deren Nachbarschaft hinsichtlich Merkmalsausstattung und – anordnung häufigkeitsstatistisch typisch sind (*raumstrukturelle / nachbarschaftsanalytische Landschaftsrepräsentanz*).

In dem Vorhaben UB II sind 2 x 2 km<sup>2</sup> gerasterte Karten zu analysieren, welche einzelne Aspekte der Landschaftsstruktur abbilden (Vegetation, Böden, Klima, Orographie). Verknüpft man die Ergebnisse der Nachbarschaftsanalyse mit Informationen über die Lage von UB-Messstellen, ist deren Repräsentanz für die räumliche Struktur und Ausstattung der Landschaft möglich. Diese raumstrukturelle / nachbarschaftsanalytische Landschaftsrepräsentanz ist ein wichtiges Kriterium für die Planung neu einzurichtender Messnetze und für die Kennzeichnung vorhandener Messnetze.

**Methodenwahl.** Das oben beschriebene Ziel lässt sich mit der Nachbarschaftsanalyse nach VETTER (1989) erreichen. Dieses Verfahren ermöglicht die Berechnung eines Repräsentanzindex für Punkte oder Teilflächen *einer* Karte (*RI*) und *mehrerer* Karten (multidimensionaler Nachbarschaftsrepräsentanzindex *MNR*). *RI* bzw. *MNR* quantifizieren also die raumstrukturelle Repräsentanz von jeder einzelnen der rund neunzigtausend 2 x 2 km<sup>2</sup> großen Teilflächen jeweils einer von *n* Karten zur räumlichen Differenzierung je eines landschaftsökologischen Merkmals. Die mathematischen Grundlagen der Berechnung des *RI* bzw. des *MNR* sind im → Anhang A.1.2.1 dargelegt.

**Was besagt der *RI / MNR*?** Der *RI / MNR* ist eine dimensionslose Zahl, die ausdrückt, ob die räumliche Struktur der Umgebung eines durch ein Merkmal(bündel) gekennzeichneten Raumausschnitts der durchschnittlichen Nachbarschaft aller durch dasselbe Merkmal(bündel) gekennzeichneten Teilflächen völlig ( $RI / MNR = 1$ ) oder überhaupt nicht entspricht ( $RI / MNR = 0$ ). Die Größe des Nachbarschaftsraumes jeder der betrachteten Teilflächen (hier ca.  $90.000 \times 2 \times 2 \text{ km}^2$ ), in dem diese Strukturanalyse durchgeführt wird, lässt sich nach inhaltlichen und statistischen Kriterien festlegen (VETTER & MAASS 1994) (→ Anhang A.1.2.1).

**Welche Ergebnisse liefert die Nachbarschaftsanalyse?** Mit der Nachbarschaftsanalyse lassen sich bestehende Messnetze nach dem Kriterium der raumstrukturellen Messstellenrepräsentanz ausdünnen, repräsentative Standorte zur Ergänzung bestehender oder die Einrichtung neuer UB-Messnetze identifizieren und die raumstrukturelle Landschaftsrepräsentanz bestehender Messnetzstandorte quantifizieren (→ Tab. 10, 11; Kap. 5.2.3; Anhang C.4).

**Ausdünnung bestehender Messnetze anhand der raumstrukturellen Landschaftsrepräsentanz (a).** Messnetze, deren Messdaten mit hinreichender Zuverlässigkeit flächenhaft verallgemeinert werden können, lassen sich mit Hilfe des *RI / MNR* so weit ausdünnen, dass eine ausreichende Zuverlässigkeit der Flächenschätzungen gewährleistet bleibt. Dieses Verfahren zur Optimierung der Effizienz von UB-Messnetzen wird in → Kapitel 5.2.3 geschildert.

**Identifizierung raumstrukturell repräsentativer Standorte für die Ergänzung bestehender oder die Einrichtung neuer UB-Messnetze (b).** Die räumliche Differenzierung der *RI / MNR* landschaftsökologischer Merkmale lässt sich kartografisch darstellen (→ Anhang B.5.8, B.5.9). Aus der dieser *RI - / MNR*-Karte zugrundeliegenden Tabelle lassen sich die Rasterzellen mit den höchsten *RI- / MNR*-Beträgen selektieren und als Standortvorschläge eines neu einzu-

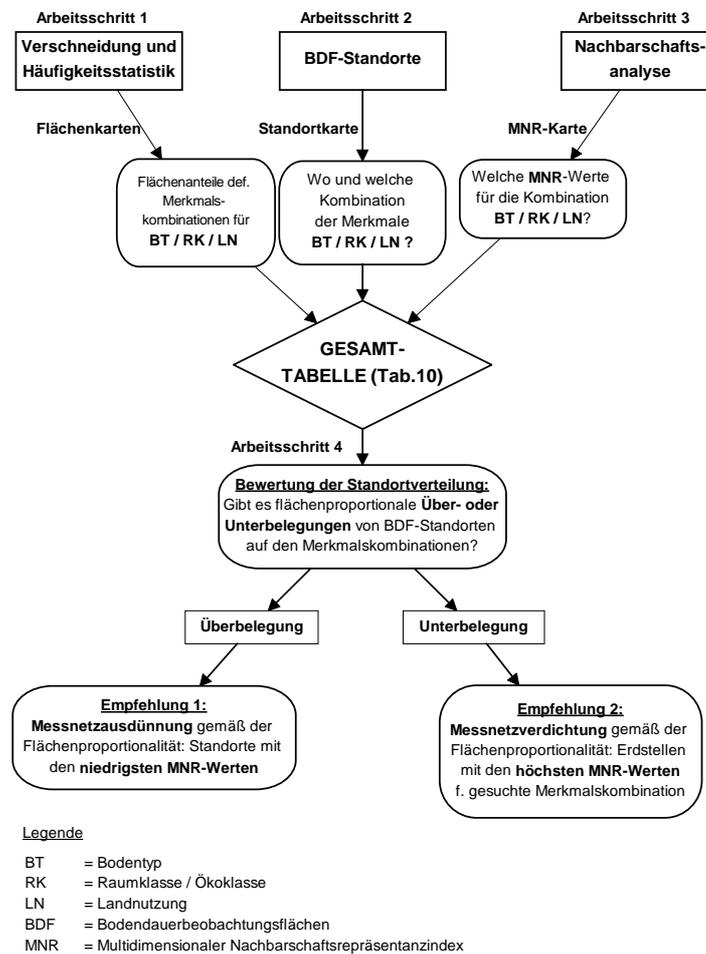
richtenden UB-Messnetzes oder als Vorschläge für Ergänzungsstandorte bestehender Messnetze näher betrachten.

**Bestimmung der raumstrukturellen Landschaftsrepräsentanz bestehender Messnetzstandorte (c).** Aus der Verschneidung von UB-Messnetzkarten mit einer *RI- / MNR*-Karte (s.o.) lässt sich die nachbarschaftsanalytisch definierte Landschaftsrepräsentanz bestehender UB-Standorte quantifizieren (→ Tab. 10, 11; Anhang C.4). Im Anschluss wird ein vierstufiger Verfahrensablauf für die unter Ziffer (b) und (c) aufgeführten nachbarschaftsanalytischen Auswertungsmöglichkeiten erläutert. Die → Abbildung 12 veranschaulicht die Auswertungsprozedur.

**Verfahrensablauf Nachbarschaftsanalyse.** Zur nachbarschaftsanalytischen Bestimmung der Repräsentativität eines UB-Messnetzes sind zunächst folgende Fragen zu klären:

- (1) Welche Flächenmerkmale sollen zur Bewertung des Monitoring-Messnetzes miteinander verrechnet und häufigkeitsstatistisch und nachbarschaftsanalytisch ausgewertet werden (→ Datengrundlagen)?
- (2) Welche prozentualen Flächenanteile nehmen die miteinander verschnittenen Merkmalskombinationen aus (1) an der Gesamtfläche der BRD ein (→ häufigkeitsstatistische Landschaftsrepräsentanz, → Kap. 5.2.1)?
- (3) Welche Merkmalskombinationen weisen die Standorte hinsichtlich der Eingangsparameter auf, wie sind diese verteilt (→ Standortcharakteristik)?
- (4) Welchen *RI / MNR* haben die betrachteten Flächen?

Abbildung 12: Landschafts- / Nachbarschaftsrepräsentanz BDF



**Anwendungsbeispiel.** Die bundesweit verteilten Bodendauerbeobachtungsflächen (BDF) sollen im Folgenden beispielhaft einer nachbarschaftsanalytischen Repräsentanzprüfung unterzogen werden, die sich in vier Teilschritte gliedert (→ Abb. 12). Die → Tabellen 8 bis 11 dokumentieren die Ergebnisse der vier Arbeitsschritte, und → Anhang C.4 enthält vollständigere Versionen dieser Ergebnistabellen mit Angaben zu maximal 100 BDF.

**Arbeitsschritt 1.** Zur Charakterisierung der BDF-Standorte werden die drei Flächenkarten Bodentypengesellschaft, Ökoklasse und Landnutzung miteinander verschnitten. Diese landschaftsökologischen Merkmale haben entscheidende Bedeutung für die Repräsentanz einer BDF: zum einen hinsichtlich des durch die bodentypologische Ausstattung und die Ökoklasse beschriebenen ökologischen Standortpotenzials, andererseits hinsichtlich der aktuellen anthropogenen Nutzung i.S.v. CORINE Landcover. Nach der Verschneidung dieser drei Themenkarten wird – ausgehend von der häufigsten Bodentypengesellschaft – der prozentuale Flächenanteil einer jeden aus diesen Karten abgeleiteten Parameterkombination berechnet.

**Tabelle 8:** Berechnung der Flächenanteile der Merkmalskombinationen aus den Parametern Bodengesellschaft, Ökoklasse und Landnutzung

	A	B	C	D	E	F	G	H
	<i>Bodentyp</i>	Häufigkeit Bodentyp [%]	<i>Ökoklasse</i>	Häufigkeit Ökoklasse [%]	<i>Landnutzung</i>	Häufigkeit Landnutzung [%]	Anteil der Merkmalskombination an der Gesamtfläche der BRD	Anzahl der Merkmalskombinationen pro Bodentyp
1								
2	42	7,56	62	30,57	211	62,29	1,44	10
3					311	15,14	0,35	
4			47	27,52	211	81,76	1,70	
5			119	16,08	211	83,08	1,01	
6			30	6,19	211	86,65	0,41	
7			118	5,62	211	52,41	0,22	
8					311	13,90	0,06	
9					231	10,16	0,04	
10			56	5,46	211	71,63	0,30	
11					312	13,77	0,06	
12								
13	61	5,48	62	42,35	211	32,75	0,76	
14					313	24,38	0,57	
15					312	18,21	0,42	
16					311	14,34	0,33	
17			56	38,16	211	33,08	0,69	
	...	...	...	...	...	...	...	

In dem Ausschnitt der → Tabelle 8 ist beispielhaft die Kombination der Merkmale Bodentypengesellschaft, Ökoklasse und Landnutzung mit zugeordneten Häufigkeiten dargestellt. In der ersten Spalte findet sich die häufigste (7,56 %) Bodentypengesellschaft in Deutschland: Klasse 42 = Parabraunerde / Fahlerde /

Pseudogley aus Löss oder Lösslehm über verschiedenen Gesteinen. Diese Bodengesellschaft ist am häufigsten mit der Ökoklasse 62 (30,57 %) (Rhein. Schiefergebirge) vergesellschaftet, am zweithäufigsten mit der Ökoklasse 47 (27,52 %) (Nds. Börden, Rheinland) usw. Diese 2er-Kombinationen lassen sich anhand der Landnutzungsform noch weiter differenzieren, am häufigsten sind hierbei die Landnutzungsformen Acker (211) und Laubwald (311). Zu jeder dieser 3er-Kombination an Standortmerkmalen ist schließlich der Anteil an der Gesamtfläche der BRD angegeben. Für das Beispiel Bodentyp 42, Ökoklasse 47 und Landnutzung 211 ergibt sich somit ein Gesamtanteil von 1,7 % (gelb ausgefüllte Zelle).

**Arbeitsschritt 2.** Ausgehend von der unter (1) ermittelten Häufigkeitsverteilung werden nun durch Überlagerung mit der Messnetzgeometrie der BDF-Standorte – wiederum ausgehend von den häufigsten Bodentypen – alle BDF den jeweiligen Merkmalskombinationen zugeordnet und tabellarisch dargestellt (→ Tab. 9). Auf diese Weise wird ermittelt, wie viele BDF auf eine Merkmalskombination entfallen. Ausgehend vom Flächenanteil dieses Merkmalsbündels kann weiterhin angegeben werden, ob rechnerisch hinreichend viele BDF auf diese Flächen entfallen oder nicht (Soll / Ist). Somit kann festgestellt werden, ob es Teilflächen einer bestimmten Merkmalskombination in der BRD gibt, die gemäß dem Kriterium der Flächenproportionalität zu viele oder zu wenige Beobachtungsstandorte aufweisen. Dies geschieht entsprechend zu der in → Kapitel 5.2.1 vorgestellten Analyse der häufigkeitsstatistischen Landschaftsrepräsentanz, jedoch ist das Untersuchungsobjekt Landschaft erweitert um die Kenngrößen Bodentypengesellschaft und Landnutzung. Die Sortierung erfolgt dabei anhand des für die Kennzeichnung von BDF wichtigsten Kriteriums Bodentypengesellschaft.

**Tabelle 9:** Ausschnitt aus der Häufigkeitstabelle am Beispiel BDF

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1	BDF-Standort	BT	BT-Erläuterung	RK	LN	LN-Erläuterung	Flächenanteil	IST	SOLL
2	HS012	42	Parabraunerde / Fahlerde / Pseudogley aus LÖB oder LÖBLEHM über verschiedenen Gesteinen	62	211	Acker	1,44	8	13
3	HS013								
4	HS044								
5	NS018								
6	BW014								
7	109								
8	NS008								
9	106								
10	HS019				311	Laubwälder	0,35	3	3
11	HS020								
12	HS021								
13	HS015			47	211	Acker	1,7	4	16
14	HS017								
15	HS014								
16	NS002								
17	BY006_Werneck			119	211	Acker	1,01	10	9
18	117								
19	BY059								
20	115								
21	25								
22	22								
23	23								
24	32								
25	1								
26	34								
27	110			30	211	Acker	0,41	3	4
28	111								
29	SS014								
30	BY056			118	211	Acker	0,22	1	2
31	--				311	Laubwälder	0,06	0	1
32	--				231	Wiesen und Weiden	0,04	0	0
33	94			56	211	Acker	0,3	3	3
34	60								
35	39								
36					312	Nadelwälder	0,06	0	1
37									

**Arbeitsschritt 3.** Nach Ermittlung der Anzahl fehlender BDF auf den durch Bodentypengesellschaft, Ökoklasse und Landnutzung definierten Raumeinheiten ist es von Interesse, wo auf diesen Teilflächen zusätzliche Messstellen eingerichtet werden sollten. Hierzu wird die mittels Nachbarschaftsanalyse berechnete Karte der räumlich differenzierten *MNR*-Werte (→ Tab. 10) als Entscheidungskriterium herangezogen. Der *MNR* wird hierzu über die drei beschriebe-

nen Flächenkarten berechnet. Im Anschluss können für jede untersuchte Merkmalskombination die entsprechenden *MNR* der ermittelten Rasterzellen (Pixel) angegeben werden. Ferner kann für jeden BDF-Standort, der eine bestimmte Flächencharakteristik aufweist, der zugehörige *MNR* an dieser Erdstelle angegeben werden (→ Tab. 10).

**Tabelle 10:** Ausschnitt aus der zusammengeführten Gesamttabelle zu BDF, Merkmalskombination und zugehörigem *MNR*

BDF-Standort	X_COORD	Y_COORD	BT	RK	LN	MNR
NRW008	3298314,7500	5737734,5000	46	42	312	0,53
NRW009	3304575,5000	5736575,5000	46	42	211	0,50
NRW010	3308946,7500	5618044,5000	59	12	312	0,59
RP009	3313070,7500	5573923,0000	64	12	312	0,51
SL001	3313851,5000	5487776,0000	49	62	211	0,65
RP010	3317498,0000	5576948,5000	64	12	313	0,46
SL004	3335849,2500	5453539,5000	61	62	311	0,67
SL010	3337405,0000	5467207,5000	11	62	112	0,54
SL008	3338398,2500	5472901,0000	61	62	313	0,57
SL007	3340183,7500	5493180,0000	58	62	313	0,60
NRW001	3343664,5000	5696124,5000	70	47	112	0,62
NRW002	3346102,5000	5711641,5000	15	47	112	0,64
NRW003	3347864,2500	5698936,0000	15	47	311	0,64
SL003	3349074,7500	5464676,5000	58	62	211	0,60
RP002	3351811,5000	5514002,5000	59	62	211	0,61
SL005	3353581,2500	5460167,5000	59	62	311	0,54
SL009	3356846,5000	5489481,5000	58	62	313	0,73
RP008	3357504,0000	5523684,5000	59	62	312	0,72
RP006	3357700,0000	5508562,0000	59	12	312	0,55

**Arbeitsschritt 4.** Schließlich ist es möglich, die BDF anhand der *MNR*-Werte in eine Rangliste einzuordnen. Der Standort 7 (Bayerische BDF) weist den höchsten *MNR* mit 0,83 auf (→ Tab. 11). Die diesen Standort charakterisierende Kombination von Merkmalsausprägungen (Bodentyp 21: Gley der sandigen Urstromtäler und Niederungen, Ökoklasse 27 (Alpenraum) und Landnutzung 231:

Wiesen und Weiden) nehmen an der Gesamtfläche der BRD einen Anteil von 0,65 % ein. Häufigkeitsstatistisch sollte diese Merkmalskombination mit 6 Standorten belegt sein. Tatsächlich sind auf den derart definierten Teilflächen der BRD 6 BDF eingerichtet worden.

**Tabelle 11:** Hinsichtlich ihrer Nachbarschaftsmatrix besonders typische BDF-Standorte (nach MNR sortiert)

BDF-Standorte	X_COORD	Y_COORD	BT	RK	LN	MNR	Die 100 Standorte mit den höchsten MNR-Werten
7	3649155,000	532110,3600	21	27	231	0,83	1
RP012	3421900,0000	5500200,0000	58	62	313	0,82	2
MS02	3471000,0000	5877000,0000	28	42	211	0,82	3
BY004	3487567,0000	5479638,0000	61	62	312	0,82	4
HS040	3533130,0000	5704400,0000	61	62	211	0,81	5
SA008	3740110,5000	5741627,5000	22	39	211	0,81	6
BY019_Vassertruedinge	3612212,5000	5437100,1000	51	119	211	0,80	7
19	3666271,2500	5351918,6500	19	56	211	0,80	8
28	3712160,4400	5409687,8200	19	56	211	0,80	9
MS044	3424000,0000	5869000,0000	7	42	312	0,79	10
HS007	3469620,0000	5521080,0000	16	47	211	0,78	11
MS007	3587000,0000	5747000,0000	59	32	312	0,78	12
123	3645787,3400	5379621,2200	19	56	211	0,78	13

**Ergebnisse.** Die Ergebnisse der Arbeitsschritte 1 bis 4 sind ausschnittsweise in den Tabellen 8 bis 11 sowie ausführlich im Anhang C.4 dargelegt. Mit diesen Informationen lassen sich Empfehlungen in Diskussionen über Veränderungen der Anzahl und der räumlichen Anordnung von Messnetzstandorten statistisch begründen. Wie das Beispiel der BDF in Baden-Württemberg zeigt, werden Messnetzausdünnungen derzeit nicht nur diskutiert, sondern auch vorgenommen. Solche Entscheidungen betreffen u.a. Umwelt- und Naturschutzaufgaben des Bundes, wie z.B. die Umweltberichterstattung. Dennoch sollen die Ergebnisse der in Kapitel 5.2.2 beispielhaft vorgestellten Repräsentanzanalyse hier nicht im einzelnen textlich beschrieben werden. Denn zum einen wird der hier vorgestellte Ansatz, der auf dem FuE-Vorhaben „Organisation und Methodik des Bodenmonitoring“ (SCHRÖDER et al. 1998) aufsetzt, vom Umweltbundesamt nicht weiter verfolgt wird (UBA-Mitteilung am 29.01.01). Zum anderen liegen dem FN keine bundesweiten BDF-Messdaten vor, deren geostatistische

Auswertung nach → Kapitel 2 *komplementär* zu der Landschaftsrepräsentanzanalyse durchzuführen ist. Eine solche kombinierte Analyse der Messtellen-Repräsentanz und der Messwertrepräsentanz für die BDF aller Bundesländer war in dem Projekt UB III nicht möglich; sie erfolgt in einem anderen Projekt für die BDF in Baden-Württemberg (Schröder et al. 2001 b, 2001 b). Deshalb werden die in dem FuE-Vorhaben UB II erzielten Ergebnisse der Landschaftsrepräsentanzanalyse von BDF (Stand 1997) unter instrumentellem Aspekt in zwei Punkten zusammengefasst:

- Wenn ein Standorttyp nicht flächenproportional mit Messtellen (hier: BDF) ausgestattet ist *und* wenn die Messwertrepräsentanz (→ Kap. 5.2.3) nicht ausreichend ist, können anhand der *MNR* Flächen derselben Ausstattung mit den höchsten *MNR* identifiziert und als Ergänzungsstandorte vorgeschlagen werden.
- Sind Flächen einer bestimmten Ausprägung der Merkmalskombination (BT/RK/LN) überproportional mit BDF belegt, so lassen sich diejenigen von ihnen identifizieren, welche die niedrigsten *MNR* aufweisen. Diese BDF mit überproportional vertretenen Standortmerkmalen und niedrigem *MNR* sollten in Diskussionen über Messnetzausdünnungen besonders beachtet werden. Eine Entscheidung über ihre Eliminierung aus dem Messnetz sollte aber nie alleine auf der Grundlage der häufigkeitsstatistisch und nachbarschaftsanalytisch definierten Messtellenrepräsentanz getroffen werden, sondern hierbei sollte stets *zusätzlich* die Messwertrepräsentanz maßgeblich sein (→ Kap. 5.2.3).

### 5.2.3 Geostatistische Messwertrepräsentanz

**Ziel.** Neben der Frage, ob durch die geographische Verteilung der Stationen eines Messnetzes die Landschaftstypen flächenproportional abgebildet sind (→ Kap. 5.2.1) und auch die raumstrukturelle Anordnung dieser Raumklassen ausreichend berücksichtigt ist (→ Kap. 5.2.2), kommt gemäß dem in → Kapitel 2 dargelegten Untersuchungskonzept der Messwertrepräsentanz die *entschei-*

dende Bedeutung bei der Bewertung von Messnetzen zu. Denn ihre räumliche Aussagekraft ist maßgeblich für Suffizienz und Effizienz des Monitoringnetzes. In diesem Zusammenhang sind zwei Fragen wichtig:

- Lassen sich die an den Messstationen erhobenen Messdaten auf andere Orte des Untersuchungsraumes, an denen keine Messwerte erhoben werden, übertragen?
- Lassen sich die Punktdaten in die Fläche interpolieren, und kann die Zuverlässigkeit dieser Schätzwerte quantifiziert werden?

**Begründung des Vorgehens.** Die Auswertung der vor Ort erhobenen Daten mittels Variogramm-Analyse und Kriging-Interpolation erlaubt eine quantifizierbare Aussage zur Übertragbarkeit der Punktdaten in die Fläche. Die Extrapolation der an einem ausgewählten Messstandort erhobenen Daten in seine Umgebung sollte nur dann erfolgen, wenn die Interpolierbarkeit der Messwerte festgestellt ist. Diese Prüfung kann mit der Variogrammanalyse erfolgen. Die flächenhafte Regionalisierung der Messwerte erfolgt mit Hilfe des Kriging-Verfahrens. Für jeden interpolierten Wert kann gleichzeitig die Schätzvarianz als Maß für die Zuverlässigkeit dieses Schätzwertes angegeben werden.

**Methodik.** Durch Auftragen der Messwertvarianzen gegen ihre Entfernung zueinander wird geprüft, ob eine entfernungsabhängige Autokorrelation der Messwerte vorliegt. Gleichzeitig kann aus einem solchen Variogramm die maximale Reichweite (range) des Einflusses benachbarter Standorte aufeinander abgeleitet werden. Jenseits dieses Maximalabstandes liegt keine Autokorrelation vor, weshalb solche Messwerte in die folgende Kriging-Schätzung nicht einbezogen werden.\* Das Kriging-Verfahren erzielt durch Minimierung der Schätzvarianz ein optimales Schätzergebnis. Regionen mangelnder Informationsdichte

---

\* Dass UTERMANN et al. (1999, S. 13 – 16) bei der flächenhaften Verallgemeinerung von Schwermetallgehalten in Böden genau anders herum verfahren, also ausschließlich Messwerte außerhalb der Autokorrelationsreichweite berücksichtigen, widerspricht der Theorie regionalisierter Variabler (MATHERON 1971) und ihrer üblichen – weil sinnvollen – Anwendung (→ Text unter Abb. 13).

können anhand ihrer hohen Schätzvarianz identifiziert werden. Variogrammanalyse und Kriging-Interpolation sind detailliert in → Anhang A.1.2.2 beschrieben.

**Anwendung.** Die Analyse der geostatistischen Messwertrepräsentanz wird anhand von zwei länderübergreifender Messnetze vorgestellt:

- (1) Erfassung von Schwermetallgehalten in Moosen (Moosmonitoring 1990/91) und
- (2) SO<sub>2</sub>-Immissionen (Immissionsmessungen der Bundesländer 1996).

### **Erfassung von Schwermetallgehalten in Moosen 1990/91**

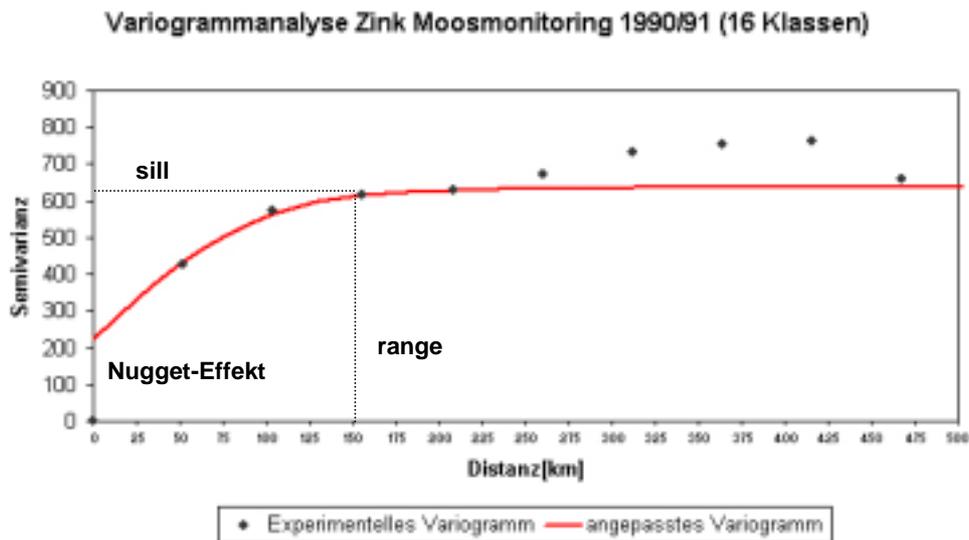
**Untersuchungsrahmen.** Die Erfassung von Schwermetallgehalten in epiphytischen Moosen wurde 1990/91 (HERPIN et al. 1995), 1995/96 (SIEWERS & HERPIN 1998 a, 1998 b) und 2000/2001 (SCHRÖDER et al. 2001 a) europaweit nach einheitlichem Verfahren durchgeführt. Bei dem hier beispielhaft dargestellten Moosmonitoring 1990/91 wurden bundesweit 592 Proben ausgewählter Moosarten gesammelt und auf ihr Gehalt an Chrom, Zink, Vanadium, Kupfer, Nickel, Eisen, Blei und Titan untersucht. Ferner wurden Arsen und Cadmium in 475 der 592 Moosproben analysiert. Die Verteilung der Probenentnahmestellen über das Bundesgebiet ist im → Anhang 4.3.1 aufgeführt. Die räumliche Differenzierung der zehn Schwermetalle wurde mit dem IDW-Verfahren (Inverse Distance Weighted-Methode) berechnet. Dieses Verfahren erfordert es, sowohl die Wichtungsfaktoren als auch den Extrapolationsradius ohne Prüfung der räumlichen Variabilität im Vorfeld der Flächenberechnung per expert rating zu schätzen - ohne mathematische Ableitung aus dem jeweiligen Datensatz.

Alternativ zum IDW-Verfahren wurden in dem Moosmonitoring 2000/2001 (SCHRÖDER et al. 2001 a) die Messwerte der o.g. Schwermetalle mit Ausnahme von Arsen und Cadmium geostatistisch ausgewertet. Zunächst wurde mittels Variogrammanalyse überprüft, ob die Varianz der Messwerte mit zunehmender Entfernung ihrer Erhebungsorte bis zu einem (ersten) Maximum

(sill) ansteigt und über welche Distanz sich diese Autokorrelation erstreckt (range). Range und sill fließen in die Kriging-Extrapolation der Punktinformationen in die Fläche ein. Das methodische Vorgehen wird im Folgenden exemplarisch anhand des Elements Zink dargestellt.

**Geostatistische Auswertung der Zn-Daten.** Ausgehend von den am weitesten voneinander entfernten Messstandorten wurden für insgesamt 16 Distanzintervalle die mittleren quadrierten Differenzen (= Semivarianzen) der Probenwerte für Zink berechnet. In dem (Semi-)Variogramm (→ Abb. 13) sind auf der Abszisse die jeweiligen Distanzintervalle, auf der Ordinate die zugehörigen Semivarianzen aufgetragen.

**Abbildung 13:** Variogramm Zink (Moosmonitoring 1990/91)



Um die für das Kriging notwendigen Wichtungsfaktoren und räumliche Aussage-reichweite (range) zu bestimmen, wurde dem experimentellen Variogramm ein sphärisches Modellvariogramm angepasst. Die Wichtung der innerhalb des Suchradius von 156 km befindlichen Probenwerte ergibt sich aus dem Anstieg des Modell-Variogramms, wobei näher an der zu schätzenden Grid-Zelle gelegene Probenwerte höher gewichtet werden als weiter entfernt liegende.

**Ergebnis.** Das experimentelle Variogramm zeigt innerhalb der ersten drei Distanzintervalle eine ausgeprägte räumliche Korrelation. Alle Messwerte außerhalb der aus dem Variogramm abgeleiteten Autokorrelations-Reichweite werden nicht für die anschließende Berechnung der Kriging-Schätzwerte herangezogen. Die hohe Semivarianz in der ersten Distanzklasse ist ein Maß für die Variabilität der Zn-Gehalte bei Messpunktentfernungen  $< 52$  km. In diesem Fall existieren hohe Unterschiede der Messwerte auf geringen Entfernungen, was einen großen Nugget-Effekt verursacht.

Aufgrund der aus dem Variogramm ableitbaren Autokorrelation der Messwerte und des daraus resultierenden Extrapolationsradius von 156 km konnte die räumliche Struktur der Zink-Gehalte in Moosen lückenlos für das Bundesgebiet berechnet werden. Die Ergebnisse der Kriging-Berechnungen aller acht in dieser Untersuchung berücksichtigten Schwermetalle sind im → Anhang B.5.12 aufgeführt. Für Zink ergaben sich die höchsten Konzentrationen in weiten Teilen des dicht besiedelten und stark industrialisierten Ruhrgebiets, der Rhein-Main / Rhein-Neckarregion sowie in Teilen Sachsens und Brandenburgs. Großflächig geringere Werte wiesen Niedersachsen, Bayern und Thüringen auf.

Wenn man umweltrelevante Messdaten aus geografisch unterschiedlich verteilten Messnetzen miteinander verknüpfen möchte, muss nach der Prüfung der methodischen Vergleichbarkeit die Extrapolierbarkeit der Messdaten für jede Messgröße und jeden Messzeitraum ermittelt werden. Die daraus mit Kriging erzeugten Verteilungskarten lassen sich unter Angabe der Schätzfehler durch GIS-Verschneidung miteinander verknüpfen. Damit sind zum einen flächenhafte Bilanzierungen möglich, zum anderen dienen die solcherart aufbereiteten Daten als Input für Simulationsmodelle zur Prognose ökologischer Wirkungen. Hierfür sind neben Schwermetaleinträgen auch die nachfolgend beispielhaft untersuchten  $\text{SO}_2$ -Immissionskonzentrationen bedeutsam.

## **SO<sub>2</sub>-Immissionen 1996**

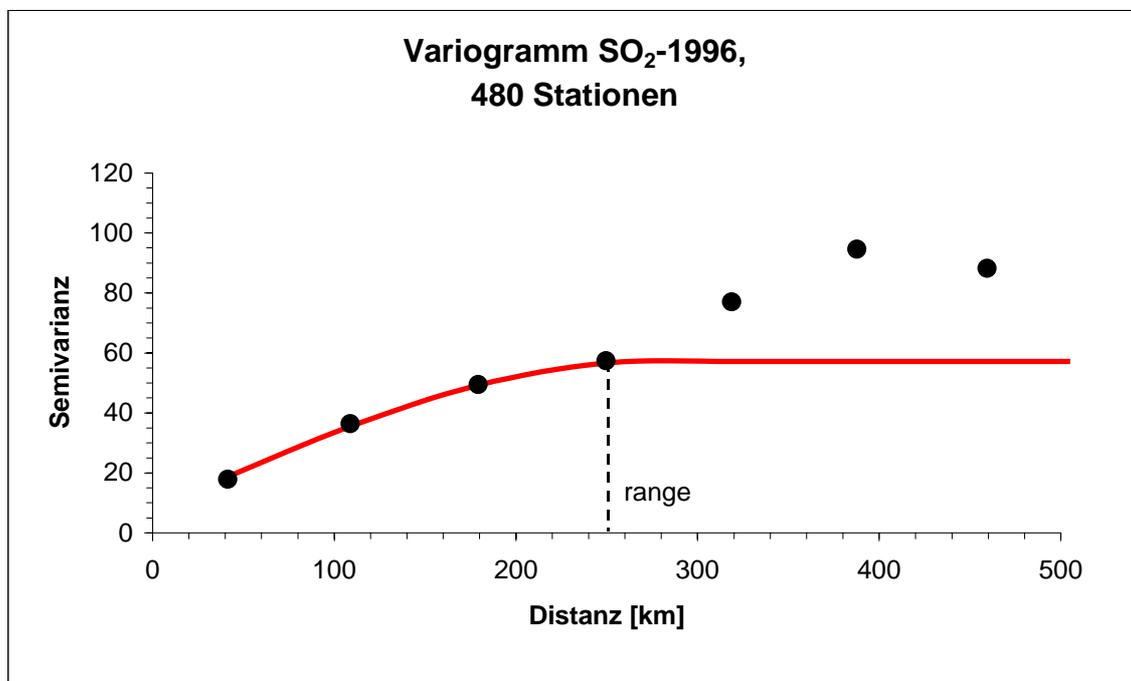
**Quellen.** SO<sub>2</sub> entsteht hauptsächlich bei der Verbrennung von schwefelhaltigen Brennstoffen. Der natürliche Schwefelgehalt fossiler Brennstoffe schwankt um mehrere Volumen-% und variiert in der Regel mit der Lagerstätte. Hauptemissionsquellen sind kohle- und heizölgefeuerte Kraft- und Fernheizwerke, Raffinerien sowie Kohle- und Heizölfeuerungen in Industrie, Haushalten und bei Kleinverbrauchern. Insbesondere durch die Installation von Abgasentschwefelungsanlagen konnte der SO<sub>2</sub>-Ausstoß von den 70er bis in die 90er Jahre um mehr als 85 % von ca. 2 Mio. t auf ca. 285.000 t gesenkt werden. Seit Beginn der 90er Jahre sind auch die SO<sub>2</sub>-Emissionen in den Neuen Bundesländern rückläufig, da in immer größerem Umfang auf die Verbrennung der stark schwefelhaltigen Braunkohle verzichtet wird. Dementsprechende Veränderungen der Konzentrationen und der räumlichen Struktur der SO<sub>2</sub>-Immissionen lassen sich geostatistisch valide nachweisen (SCHRÖDER et al. 2001 d).

**Immissionsmessung.** Die üblicherweise in telemetrischen Immissionsmessnetzen betriebenen, kontinuierlich arbeitenden Analysatoren verwenden in der Regel UV-Fluoreszenz-Techniken und Leitfähigkeitsmessverfahren (Konduktometrie) zur Bestimmung der SO<sub>2</sub>-Konzentrationen. Für das Bundesgebiet liegen Informationen aus der Metadatenerhebung für Messstandorte des Hessischen Landesamtes für Umwelt und Geologie (HLUG), der Lufthygienischen Überwachung Schleswig-Holstein (LÜSH) und des Immissions-Messnetzes-SAAR (I-MESA) vor. Die Auswertung der Fragebögen bestätigt die o.g. Aussage: Die SO<sub>2</sub>-Immissionsmessungen erfolgen in den drei Bundesländern durch Auswertung der UV-Fluoreszenz (Fragengruppe „Luft“, Frage 11).

**Methodisches Vorgehen.** Die Analyse der geostatistischen Repräsentanz der SO<sub>2</sub>-Messungen wird beispielhaft für das Jahr 1996 beschrieben. Für diesen Zeitraum lagen Messwerte von 480 Immissionsmessstandorten der Bundesländer vor. Für die Variogrammanalyse wurden die Messwertvarianzen in Abhän-

gigkeit von der jeweiligen Entfernung der einzelnen Messstandorte zueinander in Form eines Semivariogramms grafisch aufgetragen und an eine sphärische Modellkurve angepasst (→ Abb. 14). Eine Autokorrelation der Messwerte untereinander kann demnach bis zu einer Entfernung von etwa 250 km festgestellt werden. Jenseits diese Reichweite (range) haben die Messwerte in der Kriging-Interpolation keinen Einfluss mehr auf einen zu berechnenden Schätzwert.

**Abbildung 14:** Variogramm SO<sub>2</sub> (1996, 480 Stationen)



**Zuverlässige Flächenschätzung mit weniger Stationen?** Für Betreiber von Umweltmessnetzen und für die länderübergreifende Umweltberichterstattung des Bundes ist es wichtig zu wissen, wie viele bzw. welche der vorhandenen Messstandorte zur statistisch zuverlässigen Abbildung der räumlichen Struktur eines Umweltphänomens für die gesamte Fläche der Bundesrepublik nötig sind. Entsprechende Untersuchungen für das Depositionsmessnetz des Umweltbundesamtes führten FRÄNZLE et al. (1987 a) und WALLASCH (2001) durch. FRÄNZLE et al. (1987 a) prüften die Autokorrelation der Messwerte als Voraussetzung ihrer räumlichen Verallgemeinerung. Die Ergebnisse differierten nach

Stoff und Jahr. WALLASCH (2001) zeigt, dass die Flächenschätzungen der aus Messwerten von 30 Stationen rechnerisch abgeleiteten „reduzierten Konzentrationen“ von Sulfat und Gesamtstickstoff mit einem Prädiktionsfehler von 10 bis 15% möglich ist. Eine Reduktion auf 20 Stationen sei ohne Informationsverluste möglich. Diese Aussage ist allerdings methodisch nicht nachvollziehbar, weil u.a. die variogrammanalytischen Befunde nicht mitgeteilt werden. Deshalb wird nachfolgend eine andere Strategie vorgestellt, mit der eine Überprüfung der Anzahl und Anordnung von Messnetzstandorten erreicht werden kann. Sie verknüpft die raumstrukturelle Landschaftsrepräsentanz (→ Kap. 5.2.2) mit der geostatistischen Analyse.

**Messnetzmodifikation gemäß *MNR* und Geostatistik.** Zur Prüfung, ob eine zuverlässige Flächenschätzung der  $\text{SO}_2$ -Konzentration mit weniger als 480 Stationen möglich ist, kann man die für die geostatistische Auswertung heranzuziehenden Messstationen anhand ihrer mit dem *MNR* metrisierten raumstrukturellen Repräsentanz für die standortökologischen Raumeinheiten Deutschlands bestimmen (→ Kap. 5.2.2, Anhang B 5.8). Wählt man für die Interpolation also die gemäß *MNR* repräsentativsten 150 Länderstationen, so zeigt das entsprechende Variogramm (→ Abb. 15) eine distanzabhängige räumliche Autokorrelation, die eine anschließende Kriging-Interpolation gestattet.

**Abbildung 15:** Variogramm  $\text{SO}_2$  (1996, 150 Stationen)

**Ergebnisse.** Die aus den Messwerten per Kriging erzeugten Karten sind im → Anhang B 5.9 abgebildet. Danach betragen die SO<sub>2</sub>-Immissionen 1996 unter Zugrundelegung der Messwerte aller 480 Stationen im Mittel rund 15 µg/m<sup>3</sup>. Die höchsten SO<sub>2</sub>-Einträge mit Werten von mehr als 30 µg/m<sup>3</sup> finden sich im Oberen Erzgebirge nahe der tschechischen Grenze sowie im Ruhrgebiet. Ein ähnliches Bild ergibt die Auswertung der 150 anhand des MNR selektierten Stationen. Die überregionalen Belastungsmuster bleiben erhalten, lediglich kleinräumige Differenzierungen gehen durch die Ausdünnung des Stationsnetzes verloren.

**Kreuzvalidierung.** Zur Beurteilung der Güte des Interpolationsergebnisses wurde eine Kreuzvalidierung durchgeführt. Für jeden der 480 Stationswerte wurde überprüft, welchen Immissionswert der interpolierte Schätzwert an dieser Stelle einnimmt. Diese Auswertung zeigt, dass bei einer Berechnung mit allen Standortwerten die geschätzten Werte im Mittel um nur 1,7 µg/m<sup>3</sup> vom tatsächlich gemessenen Immissionswert abweichen. Bei einer Ausdünnung auf 150 Standorte steigt diese Abweichung auf durchschnittlich 4 µg/m<sup>3</sup>. WALLASCH (2001, S. 6) bewertet eine Schätzgenauigkeit von 20% als „außerordentlich gut“.

**Fazit.** Die beispielhaft geostatistisch analysierten SO<sub>2</sub>-Immissionsdaten können per Extrapolation vom einzelnen Messpunkt auf diejenigen Flächen übertragen werden, an denen andere Umweltmessungen durchgeführt werden. Der Nutzen des beschriebenen Vorgehens zur stationsübergreifenden Auswertung vorhandener lokaler Messwerte liegt damit u.a. in einer statistischen Verknüpfung räumlich separater, aber inhaltlich (hier: ökosystemar) zusammengehöriger Messnetze. Die in zuvor beschriebener Weise erzeugten Belastungskarten erlauben somit Aussagen über SO<sub>2</sub>-Konzentrationen an solchen Orten, an denen dieser Parameter nicht erhoben wird, aber zur medienübergreifenden Auswertung anderer Messwerte (z.B. Schwermetallmigration im Bodenwasser) im Rahmen von Bilanzierungen oder Wirkungsprognosen (→ S. 139 / 140) not-

wendig ist. Beispiele für solche weitergehenden Verknüpfungen (Messwerte + Flächendaten + Metadaten) werden → Kapitel 6 behandelt.

## 6 Anwendungsszenarien

**Anlass und Ziel.** In den → Kapiteln 5.2.1 bis 5.2.3 werden anhand der im GIS UB vorliegenden Daten Verfahren vorgestellt, mit denen Umweltmessnetze hinsichtlich häufigkeitsstatistischer, raumstruktureller und geostatistischer Repräsentativitätskriterien analysiert werden können. In diesem Kapitel werden punkthafte Messdaten und Metadaten sowie ökologische Flächeninformationen in zwei praxisrelevanten Szenarien beispielhaft miteinander verknüpft. Hierbei werden Teilräume Deutschlands identifiziert, deren Belastbarkeit gegenüber Stoffeinträgen gering ist. Im einzelnen sollen folgende Fragestellungen bearbeitet werden:

- (1) Lassen sich unter Verwendung der im GIS UB vorliegenden Flächendaten Teilräume bestimmen, die auf anthropogene Stoffeinträge besonders sensibel reagieren?
- (2) Werden auf Flächen routinemäßig Stoffein- und austräge gemessen?
- (3) Werden die dort erhobenen Daten mit den gleichen Methoden erhoben wie die Daten anderer Messstellen?

Diese drei Fragen werden jeweils an zwei Beispielen mit Hilfe des GIS UB bearbeitet:

- Deposition von Schwermetallen auf Böden und Verlagerung ins Grundwasser (Szenario 1 → Kap. 6.1) und
- Eintrag von Pflanzenschutzmitteln in Oberflächengewässer (Szenario 2 → Kap. 6.2).

**Methodik.** Die Gefährdungsszenarien werden unter Verwendung der im GIS UB vorliegenden Daten mit GIS-Funktionalitäten erarbeitet. Bei der Ausweisung der potenziell gefährdeten Flächen werden die vorhandenen Flächendaten (→

Tab. 1) in Form von kombinierten Abfragen mit dem GIS-Tool *Map Calculator* miteinander verschnitten. Diese Karten beschreiben die räumliche Differenzierung der Belastbarkeit. Sie werden mit flächenhaften Belastungskarten verschnitten, die durch Kriging-Interpolation der ebenfalls im GIS UB integrierten Messdaten abgeleitet wurden. Hierzu wird geprüft, ob auf den durch die Verknüpfung von Karten der Belastbarkeit und Belastung identifizierten Teilflächen Messstandorte relevanter Umweltmessnetze vorhanden sind. Schließlich wird kontrolliert, ob die hier erhobenen Daten in einer fachlich sinnvollen Art und Weise für eine messnetzübergreifende Analyse ausgewertet werden können. Dies geschieht anhand der mit dem digitalen Fragebogen erhobenen Metadaten (→ Kap. 4), die durch gezielte Abfragen ausgewertet werden. In den → Kapiteln 6.1 und 6.2 werden also die im GIS UB vorhandenen Flächendaten, Messdaten und Metadaten beispielhaft nach inhaltlichen und räumlichen Kriterien verknüpft (→ Abb. 1). Inhaltliche und geographische Lücken der für die Fragestellung wichtigen Umweltmessnetze lassen sich so ggf. feststellen.

## 6.1 Eintrag von Schwermetallen ins Grundwasser

**Ziel.** Es sollen bundesweit diejenigen Flächen lokalisiert werden, auf denen mit einer erhöhten Schwermetallverlagerung auf dem Transferpfad Atmosphäre → Boden → Grundwasser zu rechnen ist. Weiterhin ist zu prüfen, ob diese Flächen mit Stationen von Umweltmessnetzen besetzt sind, die es erlauben, quantitative Abschätzungen zur tatsächlichen Gefährdung dieser Teilflächen abzuleiten.

**Definition des Gefährdungsrisikos.** Ein erhöhter Eintrag von Schwermetallen aus der Atmosphäre über den Boden in das Grundwasser kann durch folgende Eingangsgrößen beschrieben werden:

- (a) Menge des atmosphärischen Schwermetalleintrags als nasse und / oder trockene Deposition,
- (b) Filtervermögen des Bodens sowie
- (c) Art der Landnutzung.

**Atmosphärischer Eintrag von Schwermetallen.** Die Konzentration von Schwermetallen in der Atmosphäre hängt ab von den das Transportverhalten steuernden physikalisch-chemischen Stoffeigenschaften, den Emissionsraten, der Exposition (Lage zu Emittenten, Himmelsrichtung, Relief) und den meteorologischen Verhältnissen (Niederschlagshöhe, Windrichtung und –geschwindigkeit). Die in der Atmosphäre vorhandenen Schwermetalle können durch Auswaschung mit dem Regenwasser (nasse Deposition) oder als Staubniederschlag (trockene Deposition) in den Boden eingetragen werden. Je mehr Niederschlag im Durchschnitt auf einen Teilraum niederregnet, desto mehr Stoffe können unter sonst gleichen Randbedingungen mit dem Sickerwasser in den Bodenkörper eingetragen werden. Je mehr Poren- oder Kluftwasser vorhanden ist, desto mehr Stoffe können als Lösungs- oder Suspensionsfracht durch die Bodenmatrix in das Grundwasser abgeführt werden, da bei steigenden Wassergehalten das Porenwasser von den Bodenpartikeln nicht mehr entgegen der

Schwerkraft als Haftwasser im Boden gehalten werden kann und in das Grundwasser versickert.

**Bodenverhältnisse.** Entscheidenden Einfluss auf den Stofftransport hat die Korngrößenverteilung. Hierbei spielen sowohl physikalische als auch chemische Einflussfaktoren eine Rolle. Das Korngrößenspektrum steuert die hydraulische Durchlässigkeit des Substrats und damit die Verweildauer und die Versickerungsgeschwindigkeit eingebrachter Substanzen im Bodenkörper. Besonders grobkörnige Böden mit geringen Anteilen an Schluffen und Tonen weisen aufgrund des hohen nutzbaren Porenvolumens eine ausgeprägte hydraulische Leitfähigkeit auf und einen vermehrten Stofftransport ins Grundwasser auf. Die Schluff- und Tonfraktion sowie die organische Substanz steuern die Austauschkapazität: Je höher ihr Gehalt im Boden ist, desto mehr Kationen werden reversibel an den Matrix-Oberflächen sorbiert. Durch eine Erniedrigung des pH-Wertes können diese Kationen allerdings wieder mobilisiert und in das Grundwasser ausgewaschen werden.

**Landnutzung.** Niedrige pH-Werte und somit höhere Auswaschungsraten in Böden sind vor allem in Waldgebieten zu erwarten, da aufgrund der Interzeption der Bäume mit einem erhöhten Säureeintrag in den Waldboden gerechnet werden muss. Hinzu kommt, dass Kompensationskalkungen in Wäldern seltener durchgeführt werden als auf landwirtschaftlichen Flächen.

**Operationalisierung der Gefährdungskriterien.** Die Bestimmung gering belastbarer Flächen wurde mit Hilfe einer kombinierten Abfrage von Rasterkarten durchgeführt. Die Durchführung der Abfrageprozedur erfolgte mit dem im GIS ArcView vorliegenden Analyse-Werkzeug *Map Calculator*. Mit diesem Tool ist es möglich, im GIS vorliegende Flächendaten unter Angabe definierter Kriterien zusammenfassend zu untersuchen, wobei das Ergebnis in Form eines Grids ausgegeben wird.

Zur Operationalisierung der oben beschriebenen Gefährdungskriterien wurden Teilflächen mit folgenden Merkmalen aus Flächenkarten des GIS UB selektiert:

- (1) Jahresniederschläge von über 800 mm/a, die unter sonst gleichen Randbedingungen die Auswaschung der Schwermetalle mit dem Sickerwasser verstärken (→ Tab. 1);
- (2) grobkörnige Böden, die einen geringen Anteil an Schluffen und Tonen enthalten (Sande bis lehmige Sande; Bodenarten 5, 6, 19 der BÜK 1000 → Tab. 1; → Anhang B.1.2);
- (3) Böden mit niedrigem pH, guter Permeabilität und geringem Schluff- und Tongehalt (v.a. Podsole; Bodentypen 1, 6, 7, 12, 16, 17, 25, 29, 30, 31, 33, 34, 57, 59, 60, 61, 63 der BÜK 1000 → Tab. 1; → Anhang C.4.4);
- (4) Waldflächen (Landnutzung Laubwald, Mischwald, Nadelwald sowie Wald/Sträucher aus Corine Landcover) (→ Tab. 1; → Anhang B.8).
- (5) hohe atmosphärische Schwermetall-Deposition (Cluster 3, 4, 5 des Moosmonitorings 1990/91).

**Aggregation der Schwermetalldaten.** Zur Schätzung der atmosphärischen Schwermetalldeposition wurden die für 592 deutschlandweit verteilte Standorte vorliegenden Gehalte von Cr, Cu, Fe, Ni, Pb, Ti, V und Zn variogrammanalytisch validierte Flächenkarten mit Kriging berechnet (→ Kap. 5.2.3). Anschließend wurden die somit für alle 2 x 2 km Rasterzellen der BRD vorliegenden Schwermetalldaten in der nachfolgend beschriebenen Weise zu einem achtdimensionalen Belastungsmerkmal aggregiert, da eine elementbezogene kriteriengeleitete Abfrage für die Identifikation aufgrund der Vielzahl an Abfragekombinationen zu aufwendig und unübersichtlich ist. Die Flächendaten wurden daher durch Kombination des Clusterverfahrens nach *WARD* (hierarchische Clusterprozedur) und der *kMeans*-Methode (partitionierende Clusterprozedur) zusammengefasst (SCHRÖDER et al. 2001 a).

Das *WARD*-Verfahren ermöglicht durch schrittweise Zusammenlegung der Standorte zu Klassen bei Minimierung der clusterinternen Heterogenität die

Festlegung einer geeigneten Klassenanzahl, eignet sich aber nicht für größere Datensätze wie z.B. Flächendaten. Dennoch ist es möglich, die Erkenntnisse aus dem *WARD*-Verfahren in das *kMeans*-Verfahren einzubinden. Dieses Verfahren ist zur Verrechnung größerer Datensätze ausgelegt. Da die punktuell vorliegenden Messergebnisse des Moosmonitorings 1990/91 geostatistisch valide für ganz Deutschland sind (→ Kap. 5.2.3), konnten die nach *WARD* ermittelte Klassenanzahl ( $K = 5$ ) und die Zentren dieser fünf Cluster in die *kMeans*-Prozedur übertragen werden. Die fünf ermittelten Cluster sind in der Karte des → Anhangs B.7 kartografisch dargestellt. Abschließend werden die Mediane der Messdaten von denjenigen 592 Standorten, die einer der fünf Belastungsklassen räumlich zugeordnet werden können, berechnet und dem Bundesmedian gegenübergestellt (→ Tab. 12). Hierbei werden neben Cr, Cu, Fe, Ni, Pb, Ti, V und Zn, aus denen die Belastungsklassen aggregiert wurden, auch As und Cd berücksichtigt. Diese Elemente sind nicht in die auf den Flächenschätzungen beruhenden Belastungsklassen eingegangen, da sie im nordöstlichen Teil Deutschlands nicht bestimmt und deshalb nicht flächenhaft extrapoliert wurden.

**Tabelle 12:** Mediane der Schwermetallgehalte [ $\mu\text{g/g}$ ] in den 5 Belastungs-Clustern

<b>SM</b>	<b>Cluster 1</b>	<b>Cluster 2</b>	<b>Cluster 3</b>	<b>Cluster 4</b>	<b>Cluster 5</b>	<b>BRD, ges.</b>
<b>As</b>	0,36	0,22	0,67	1,19	0,46	0,29
<b>Cd</b>	0,36	0,26	0,33	0,52	0,53	0,31
<b>Cr</b>	2,21	1,26	3,40	5,11	2,93	1,85
<b>Cu</b>	9,89	7,11	11,45	15,20	12,80	9,16
<b>Fe</b>	713	370	1562,50	3054,50	765	572
<b>Ni</b>	2,79	1,79	2,97	4,51	3,98	2,42
<b>Pb</b>	14,71	10,68	17,40	32,90	18,60	12,94
<b>Ti</b>	20,20	9,30	63,85	100,50	15,90	14,10
<b>V</b>	3,26	2,20	5,05	6,69	3,86	2,89
<b>Zn</b>	55,30	43,20	54	57,70	87,20	50,50

Im Vergleich zum jeweiligen bundesweiten Median finden sich erhöhte Schwermetallgehalte in den Clustern 1 und 3 bis 5. Sehr geringe Werte sind ausschließlich im Cluster 2. Besonders die Belastungsklassen 3, 4, und 5 weisen je nach Element besonders hohe Werte auf (z.B. Cadmium: 0,52 bzw. 0,53 µg/g in Cluster 4 und 5 gegenüber 0,31 µg/g bundesweit; Zink: 87,2 µg/g in Cluster 5 gegenüber 50,5 µg/g bundesweit; Blei: 32,9 µg/g in Cluster 4 gegenüber 12,94 µg/g bundesweit). Zur Ausweisung von Flächen mit hoher Verlagerungswahrscheinlichkeit von Schwermetallen in Grundwasser wurden daher im weiteren Verfahren ausschließlich die Cluster 3, 4 und 5 verwendet.

**Verschneidung.** Die Identifikation der Flächen mit hohem Schwermetallrisiko für das Grundwasser erfolgte in zwei Schritten. Zunächst wurde unter der Verwendung der o.a. Abfragekriterien (1) bis (4) das potenzielle Gefährdungsrisiko aller Teilflächen bestimmt, d.h. es wurden diejenigen Flächen identifiziert, die aufgrund der vorherrschenden Boden- und Klimaverhältnisse für einen Eintrag von Schwermetallen ins Grundwasser besonders anfällig sind. Zur Ausweisung derjenigen Teilflächen, die darüber hinaus durch erhöhte Schwermetallbelastungen gekennzeichnet sind, wurden die zuvor extrahierten Teilräume zusätzlich mit Karte (5) verschnitten, die durch die Kombination von *WARD*- und *kMeans*-Clustering aus geostatistisch validierten Messdaten abgeleitet wurde. Nur für diese aus dem Verschnitt der 5 Karten hervorgegangenen Flächen wurde geprüft, ob sie mit Messstellen fragestellungerelevanter Umweltmessnetze besetzt sind. Dabei wurden alle Messstandorte im Umkreis von 2 km außerhalb der identifizierten Teilräume einbezogen.

**Ergebnisse.** Etwa 9 % (ca. 30.000 km<sup>2</sup>) der Fläche der Bundesrepublik weisen die unter (1) bis (4) beschriebenen Eigenschaften (grobkörnige, saure Böden in niederschlagsreichen Waldgebieten) auf. Besonders in den Mittelgebirgen ist eine Schwermetallverlagerung in das Grundwasser wahrscheinlich (→ Anhang B.6.1). Auf rund 13 % (ca. 4.000 km<sup>2</sup>) dieser für Schwermetallverlagerung sensiblen Böden werden erhöhte Schwermetalleinträge gemessen. Diese Flächen

liegen überwiegend im Erzgebirge, im westlichen Münsterland, im Rheinland, im Rothaargebirge sowie im nördlichen Schwarzwald (→ Anhang B.6.2).

**Verknüpfung der gefährdeten Flächen mit Umweltmessnetzen.** Im nächsten Schritt wurde auf den als gefährdet ausgewiesenen Flächen nach Umweltmonitoringstandorten gesucht, deren Messdaten eine empirische Verifikation des Gefährdungsszenarios gestatten; im einzelnen sind dies:

1. Bodendauerbeobachtungsflächen (BDF),
2. Depositions- / Immissionsmessnetze,
3. Bioindikationsmessnetze sowie
4. Grundwassermessnetze.

**Bodendauerbeobachtungsflächen.** Die auf den BDF erhobenen Daten liefern einen wichtigen Beitrag zur Charakterisierung der physikalisch-chemischen Eigenschaften des Bodens und der stofflichen Zusammensetzung des Sickerwassers. Im GIS UB liegen derzeit Standort- und Metadatenbanken zu 673 Bodendauerbeobachtungsflächen der Länder vor. Dies entspricht dem im FuE-Vorhaben „Organisation und Methodik für ein Bodenmonitoring“ (SCHRÖDER et al. 1998) ermittelten Stand der Metadatenerhebung. Die Ergebnisse einer nachfolgenden Umfrage zu BDF (SPATZ 2001) standen nicht zur Verfügung.

**Depositions- / Immissionsmessnetze.** Zur Erfassung des Stoffeintrags über die Atmosphäre werden Daten von Depositions- und Immissionsmessungen benötigt. Für die Immissionsmessnetze der Länder existieren im GIS UB Standortkoordinaten aller Bundesländer (Stand 2000) sowie Metadaten für Brandenburg, Hessen, Saarland, und Schleswig-Holstein. Metadaten zu Depositionsmessnetzen liegen aus Bayern und Brandenburg vor.

**Bioindikationsmessnetze.** Akkumulationsindikatoren wie z.B. epiphytische Moose ermöglichen es, den Eintrag atmosphärischer Schwermetalleinträge in terrestrische Ökosysteme zu schätzen. Drei solcher durch Metadaten und La-

gekoordinaten beschreibbare Bioindikationsmessnetze sind im GIS UB dokumentiert:

- das bundesweit harmonisierte Moosmonitoringnetz (HERPIN et al. 1995; SIEWERS & HERPIN 1998 a, 1998 b; SCHRÖDER et al. 2001 a);
- das Messnetz zur immissionsökologischen Dauerbeobachtung (IMMOEK) aus Bayern (Landesanstalt für Umweltschutz);
- das Wirkungskataster der Hessischen Landesanstalt für Umwelt und Geologie.

**Grundwassermessnetze.** Die Belastung des Grundwassers mit Schwermetallen wird in Grundwasserbeschaffenheits-Messnetzen untersucht. Vollständige Meta- und Lageinformationen für ein derartiges Messnetz liegen lediglich aus Bayern vor (Landesamt für Wasserwirtschaft).

### **Ergebnisse der Abfrage**

**BDF.** Auf den für den Schwermetalleintrag ins Grundwasser gefährdeten Flächen befinden sich 16 der 673 Bodendauerbeobachtungsflächen. Dabei entfallen sieben Messstandorte auf Baden-Württemberg, vier auf Sachsen und drei auf Nordrhein-Westfalen. Jeweils ein BDF-Standort befindet sich im Saarland und in Hessen (→ Anhang B.6.3). Um festzustellen, ob an den Standorten dieselben Datenerhebungsmethoden benutzt werden, wurden die im GIS UB vorliegenden BDF-Fragebögen aus Nordrhein-Westfalen, Baden-Württemberg, Sachsen und dem Saarland ausgewertet. Die Mehrzahl der als wichtig eingestuften Messgrößen wird an den BDF erhoben (→ Tab. 13). So werden an allen BDF Angaben zum Bodentyp, Bodenart, Neigung, Nutzungsart, pH-Wert und Korngrößenverteilung gemacht.

Tabelle 13: Abgefragte BDF-Messgrößen und –methoden

Messnetz / Messgröße		Baden-Württemberg	Nordrhein-Westfalen	Forst-BDF Sachsen	Saarland	Hessen
Messstandorte		BW052, BW068, BW069, BW070, BW080, BW102, BW129	NRW003, NRW007, NRW010	SS001, SS002, SS003, SS004	SL004	HS031
Nutzungsart		+	+	+	+	+
Neigung		+	+	+	+	+
Bodenart		+	+	+	+	+
Kf-Wert		Din 19683	-	-	-	+
Ku-Wert		-	-	-	-	-
Infiltrationsrate		-	-	-	-	-
Porengrößenverteilung		Din 19683	-	-	DIN 19683	+
Niederschlag		-	-	Regenmesser-Kippschale	-	-
Bodentyp		+	+	+	+	+
Korngröße /-dichte		DIN 19683	+	+	DIN 19683	+
Humusgehalt		-	-	+	+	-
pH-Wert		DIN 19684	+	-	DIN 19684	+
pH-Wert Forst-BDF		KCl und H <sub>2</sub> O	+	KCl und H <sub>2</sub> O	DIN 19684	+
AK <sub>pot</sub>	Elemente	-	-	-	Ca, Mg, K, Na, Fe, Mn, Cu, H, Al	Ca, Mg, K, Na
	Methode	-	-	-	k.A.	k.A.
AK <sub>eff</sub>	Elemente	-	Ca, Mg, K, Na, Al, Fe, Mn, H	Ca, Mg, K, Na, Al, Fe, Mn, H	-	Ca, Mg, K, Na, Fe, Mn, Cu, H, Al
	Methode	-	k.A.	MEIWES (1984)	-	k.A.
Messstandorte		BW052, BW068, BW069, BW070, BW080, BW102, BW129	NRW003, NRW007, NRW010	SS001, SS002, SS003, SS004	SL004	HS031
Schwermetalle	Elemente	Cr, Ni, Cu, Zn, Cd, Hg, Pb, Ti, As	Cr, Ni, Cu, Zn, Cd, Hg, Pb, Ti, As	Cr, Ni, Cu, Zn, Cd, Pb, Co	Cr, Ni, Cu, Zn, Cd, Hg, Pb, As, Co	Cr, Ni, Cu, Zn, Cd, Pb
	Methode	DIN 38414	k.A.	HNO <sub>3</sub> -D.A.	Königswasseraufschluss	k.A.
Extrahierb. Schwermetalle	Elemente	-	-	-	Cr, Ni, Cu, Zn, Cd, Hg, Pb, Be, Co, Mo, Sb, Tl, V	-
	Methode	-	-	-	Extraktion mit NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub>	-

Weiterhin werden auf allen BDF Untersuchungen zu Schwermetallgehalten durchgeführt. Es zeigt sich allerdings, dass wichtige Kenngrößen zur Beschreibung und Modellierung des Versickerungsverhaltens von eingetragenen Stoffen nicht an allen BDF erhoben werden: Infiltrationsrate, Porengrößenverteilung, kf-Wert und Durchlässigkeit im ungesättigten Bereich. Konkrete Aussagen über die Vergleichbarkeit der an den Standorten erhobenen Daten werden durch z.T. unzureichende Methodenangaben erschwert. So werden beispielsweise in Bezug auf die Schwermetalluntersuchungen lediglich für Baden-Württemberg, das Saarland und Sachsen Angaben über DIN-Normen und Aufschlussverfahren gemacht.

**Depositions- / Immissionsmessnetze.** Weder auf den sensiblen Flächen noch in einem Umkreis von 2 km um sie herum befinden sich Depositionsmessstandorte. Hingegen werden 28 Immissionsmessstellen auf den Risikostandorten betrieben. Zwei von ihnen gehören zum Luftmessnetz des UBA, alle übrigen 26 Standorten entfallen auf die Immissionsmessnetze der Länder (9 auf Nordrhein-Westfalen, 7 auf Sachsen, 4 auf Hessen, jeweils 2 auf Thüringen und Baden-Württemberg und jeweils einer auf das Saarland und Bayern) (→ Anhang B.6.4). Weder zu dem Luftmessnetz des UBA noch zu den Immissionsmessnetzen aus Nordrhein-Westfalen, Sachsen, Thüringen, Baden-Württemberg und Bayern liegen Metadaten im GIS UB vor, was die Prüfung der Vergleichbarkeit der an den Standorten erhobenen Messwerte aus dem Saarland und Hessen einschränkt (→ Tab. 14). Dieser Vergleich zeigt, dass die beiden Bundesländern bis auf Blei und Cadmium weder im Schwebstaub noch im Staubbiederschlag dieselben Schwermetalle erfasst werden. Auch zeigt sich die Schwierigkeit der vergleichenden Interpretation von Daten unterschiedlichen Messnetze. Die Blei- und Cadmiumgehalte im Staubbiederschlag werden zwar sowohl in Hessen als auch im Saarland registriert, allerdings mit unterschiedlichen Methoden (Hessen: VDI-Richtlinie 2267-4 Atomabsorptionsspektrometrie; Saarland ICP-MS und ICP-AES).

**Tabelle 14:** Abgefragte Immissions-Messgrößen und –methoden

Messnetz / Messgröße	Immissionsmessnetz Hessen	Immissionsmessnetz Saarland
Messstandorte	DEHE020 (Wetzlar) DEHE023 (Grebenau) DEHE029 (Dillenburg) DEHE030 (Marburg)	DESL012 (Saarbrücken)
Staubniederschlags	VDI 2119-2	VDI 2119-2
Probenahmedauer (Staubniederschlag)	30 min	ein Monat
Blei, Cadmium (Staubniederschlag)	VDI 2267-4	ICP-AES, ICP-MS
Thallium (Staubniederschlag)	-	ICP-AES, ICP-MS
Schwebstaub	VDI 2463-7, VDI 2463-9	VDI 2463-5
Probenahmedauer (Schwebstaub)	30 min	30 min
Blei (Schwebstaub)	VDI 2276-5, Entwurf Dez. 96	-
Cadmium (Schwebstaub)	VDI 2276-5	-
Niederschlag	-	automatische Registrierung

**Bioindikationsmessnetze.** Weder das Messnetz zur immissionsökologischen Dauerbeobachtung (IMMOEK) noch die Standorte des hessischen Wirkungskatasters erfassen die gefährdeten Flächen. Dafür ist auf ihnen das Moosmonitoring-Messnetz mit 49 Standorten vertreten (→ Anhang B.6.5). Es handelt sich um 17 Messstandorte in Nordrhein-Westfalen, 17 Standorte in Sachsen, 5 Standorte in Baden-Württemberg, 4 in Thüringen, jeweils zwei in Hessen und im Saarland sowie jeweils einer in Sachsen-Anhalt und Bayern. Für jeden dieser Standorte liegen Messergebnisse zu den Elementen Arsen, Cadmium, Chrom, Kupfer, Eisen, Quecksilber, Nickel, Blei, Antimon, Titan, Vanadium, Zink, Silber, Aluminium, Barium, Beryllium, Cäsium, Calcium, Cer, Gallium, Germanium, Indium, Kalium, Kobalt, Lanthan, Magnesium, Mangan, Molybdän, Natrium, Rubidium, Scandium, Selen, Strontium, Thallium, Thorium, Uran,

Wismut, Wolfram, Yttrium und Zinn vor. Da es sich bei dem Moosmonitoring-Messnetz um ein bundesweit harmonisiertes Messnetz handelt und die Methoden zur Analyse der Schwermetallgehalte an jedem Standort dieselben sind, müssen die Daten nicht auf inhaltliche Vergleichbarkeit geprüft werden.

**Grundwassermessnetze.** Für das Grundwasserbeschaffenheitsmessnetz des Bayerischen Landesamtes für Wasserwirtschaft liegt nur ein Messstandort auf den ausgewiesenen Flächen (→ Anhang B.6.6). Eine Abfrage der zugehörigen Metadatenbank ergab, dass wichtige Schwermetalle wie Chrom, Kupfer, Zink, Nickel, Blei, Cadmium, Quecksilber und Arsen analysiert werden.

**Fazit.** Die Zusammenführung von Umweltdaten ist kein Selbstzweck, sondern sie entspricht praktischem wie wissenschaftlichem Bedarf. Dieser ist fragestellungsabhängig. Deshalb wird die Funktionalität des GIS UB in → Kapitel 6.1 am Beispiel des Schwermetalltransfers Atmosphäre → Boden → Grundwasser anhand der im GIS UB vorliegenden messstellenbezogenen Metadaten und Messdaten sowie der bundesweiten ökologischen Flächeninformationen dargestellt. In diesem Szenario werden Flächen identifiziert, an denen mit einem erhöhten Schwermetalleintrag ins Grundwasser zu rechnen ist. Es wird geprüft, ob Messdaten, die an auf diesen Flächen befindlichen Messstationen erhoben werden, mit denselben Methoden bestimmt werden. Für die Bodendauerbeobachtungsflächen, das Moosmonitoringmessnetz sowie die Immissionsmessnetze der Länder liegen bundesweit vollständige Lageinformationen vor, mit denen in einem ersten Schritt ermittelt werden kann, ob sich Standorte dieser Messnetze auf den Risikoflächen befinden. Während das Moosmonitoring aufgrund seiner hohen Messnetzdicke auf sämtlichen Risikoflächen vertreten ist, hat das Immissionsmessnetz im Schwarzwald und die Bodendauerbeobachtungsflächen im Rheinischen Schiefergebirge und im Thüringer Wald geografische Lücken. Die Überprüfung der methodischen Vergleichbarkeit der Messdaten ist infolge der unvollständigen Metadaten nur eingeschränkt möglich.

## 6.2 Eintrag von Pflanzenschutzmitteln in Oberflächengewässer

**Ziel.** In diesem Anwendungsszenario werden messtellenbezogene Metadaten mit Flächenschätzungen des Pflanzenschutzmitteleintrags (PSM) in Oberflächengewässer verknüpft. Ziel ist der quantitative Vergleich aller Wassereinzugsgebiete der BRD hinsichtlich des PSM-Eintrags. Neben der Beschreibung der Wassereinzugsgebiete anhand des prozentualen Auftretens von Flächen mit besonders hohen PSM-Eintragsraten soll entsprechend der Vorgehensweise im Szenario 1 (→ Kap. 6.1) geprüft werden, ob sich auf den Risikoflächen geeignete Umweltmesseinrichtungen betrieben werden, die länderübergreifend vergleichbare Daten liefern. Die Metadatenbank (→ Kap. 4) liefert die hierfür erforderlichen Messnetzinformationen, und die PSM-Eintragsdaten sind Ergebnisse von Modellberechnungen, die anschließend skizziert werden.

**Steuergrößen des PSM-Eintrags.** BACH et al. (2000) modellieren den durch Oberflächenabfluss bewirkten PSM-Eintrag in Oberflächengewässer in Abhängigkeit von folgenden Randbedingungen:

- (a) Niederschlagsmenge und –dauer, die die Menge des oberirdischen Abflusses beeinflussen;
- (b) Menge des oberirdischen Abflusses (Runoff) sowie
- (c) Geschätzte mittlere Wirkstoffkonzentration bzw. Fracht im Oberflächenabfluss.

**Niederschlagsmenge.** In Einzugsgebieten  $> 1.000 \text{ km}^2$  erzeugen nur länger anhaltende Niederschlagsereignisse bedeutende Oberflächenabflussmengen (DVWK 1985). Aus diesem Grund wird in dem Modell von BACH et al. (2000) ein Bemessungsniederschlag von 10 mm in 24 h festgelegt, der als Runoffauslösend angenommen wird. Die tatsächliche Dauer des Ereignisses oder die Verteilung der Niederschlagsintensität innerhalb dieser Zeitspanne haben nach BACH et al. (2000) keinen Einfluss auf das Modellergebnis. Maßgeblich sei lediglich die Auftretenshäufigkeit dieses Ereignisses innerhalb eines Zeitraums.

**Abflussmenge.** Zur Berechnung des oberirdischen Abflusses verwenden BACH et al. (2000) eine nach LUTZ (1984) modifizierte Form der curve-number-Methode des Soil Conservation Service. Dem Ansatz liegt die Annahme zugrunde, dass das Verhältnis zwischen dem oberflächenabflusswirksamen Niederschlag und der Niederschlagssumme eines Ereignisses gleich dem Quotienten aus der aktuellen und der potenziellen Infiltration während eines Niederschlagsereignisses ist (KLEEBERG & ØVERLAND, 1989). Die potenzielle Infiltration ist wiederum abhängig von bestimmten Gebietsmerkmalen wie der Landnutzung und den Bodeneigenschaften, welche in den curve-numbers (tabellierte Abflussbeiwerte) ausgedrückt werden.

**Wirkstoffkonzentrationen.** Nach der Applikation eines PSM unterliegen die Wirkstoffe physikalischen und biologischen Abbauprozessen. Je mehr Zeit zwischen der Applikation und dem Niederschlagsereignis verstreicht, desto mehr bewirken diese Prozesse eine Verringerung der PSM-Konzentration im Runoff, der im Verlauf des Starkregens einsetzt. Die Wirkstoffmenge, die zu Beginn des Runoff-Ereignisses für den Transport zur Verfügung steht, ist nach BACH et al. (2000) eine Funktion aus flächenspezifischer Applikationsmenge, dem Zeitpunkt der Spritzung, der behandelten Kultur, der Halbwertszeit des Wirkstoffs sowie dem Abstand zwischen der PSM-Applikation und dem Niederschlag.

**Operationalisierung der Gefährdungskriterien.** Die geschätzten oberirdischen PSM-Einträge in Oberflächengewässer teilen BACH et al. (2000) in sechs Stufen. Diese klassifizierten PSM-Einträge liegen für alle landwirtschaftlichen Flächen der BRD im GIS UB in einer Auflösung von 100 x 100 m<sup>2</sup> als Grid vor (→ Tab. 1). Für das im Projekt UB II erarbeitete Szenario wurden die Stufen „hoch“ (2.401 bis 4.800 mg/ha-a) und „sehr hoch“ (> 4.800 mg/ha-a) zur Identifizierung besonders gefährdeter Wassereinzugsgebiete verwendet. Zur Beschreibung der Wassereinzugsgebiete anhand dieser Flächen wurde die Karte der PSM-Einträge mit der Karte der Wassereinzugsgebiete der BRD (Quelle

HAD → Tab. 1) verschnitten. Die Wassereinzugsgebiete können anhand des prozentualen Anteils der auf ihnen befindlichen gefährdeten Bereiche charakterisiert werden.

**Ergebnis.** Die Gesamtfläche der anhand der oben beschriebenen Kriterien ausgewiesenen Regionen der BRD beläuft sich auf rund 4.300 km<sup>2</sup> (= 1,2 %). Diese gefährdeten Bereiche finden sich unregelmäßig über ganz Deutschland verteilt. Auffallend sind Häufungen im östlichen Donautal, im Umkreis des Oberrheintals sowie in den Ausläufern des Erzgebirges (→ Anhang B.6.7).

Die Wassereinzugsgebiete sind gemäß ihres prozentualen Flächenanteils mit Flächen hoher PSM-Einträge im → Anhang B.6.8 dargestellt. In den folgenden acht Wassereinzugsgebieten werden für mehr als 10 % der Fläche hohe PSM-Einträge geschätzt:

- Isareinzugsgebiet nordöstlich von Landshut (zu 11 % hoch belastet);
- Neckareinzugsgebiet im Bereich Heilbronn (26 %);
- 2 Donauteileinzugsgebiete südlich von Regensburg (27 % und 13 %) sowie
- vier Teileinzugsgebiete des Rheins im Bereich Ludwigshafen und Bingen (11 %, 16 %, 19 %, 24%).

Die Frage ist, ob in diesen Risikoregionen geeignete Messeinrichtungen zur empirischen Verifikation der Schätzungen betrieben werden, die länderübergreifend vergleichbare Daten liefern.

**Verknüpfung mit Umweltmessnetzen.** Im GIS UB liegt lediglich das bayerische Messnetz zur Fließgewässerbeschaffenheit (LfW Bayern) mit vollständigen Lage- und Metainformationen vor. Insgesamt 7 Standorte dieses Messnetzes befinden sich auf den potenziell gefährdeten Flächen. Von diesen sind fünf einer hohen, und zwei einer sehr hohen Belastungsstufe zuzuordnen (→ Anhang B.6.9). Die an diesen Messstationen gesammelten Proben werden auf folgende Pestizide gemäß DIN 38407-F12 mittels Festphase/HPLC analysiert: Atrazin, Desethylatrazin, Desethylsimazin, Metamitron, Chloridazon, Metoxuron,

Carbetamid, Bromacil, Simazin, Cyanazin, Desethylterbuthylazin, Metabenzthiazuron, Chlortoluron, Monolinuron, Diuron, Isoproturon, Metobromuron, Metazachlor, Sebuthylazin, Propazin, Terbuthylazin, Terbutryn, Metolachlor, Metribuzin, Carbofuran, Metalaxyl, Terbumeton, Linuron, Promecarb, Propyzamid, Ethofumesat, Tebutam, Flurochloridon, Prosulfocarb.

**Fazit.** Unter Nutzung der Funktionalitäten des GIS UB werden in diesem Szenario die Wassereinzugsgebiete der BRD hinsichtlich der von BACH et al. (2000) geschätzten PSM-Einträge in Oberflächengewässer quantitativ beschrieben. Wie im Szenario 1 (→ Kap. 6.1) werden die Regionen mit erhöhtem Eintragsrisiko auf Ausstattung mit geeigneten Umweltmesseinrichtungen überprüft. Hierfür stehen im GIS UB lediglich Informationen aus dem bayerischen Fließgewässerbeschaffenheitsmessnetz zur Verfügung. Sieben Messstandorte des Bayerischen Landesamtes für Wasserwirtschaft werden auf Risikoflächen betrieben. Die Abfrage der Metadatenbank ergibt, dass die Fließgewässer auf 34 Pestizide untersucht werden. Ein solche Metadatenabfrage und die Überprüfung der Vergleichbarkeit von Messmethoden war für andere Risikoregionen (Einzugsgebiete des Rheins im Bereich Ludwigshafen und Bingen, Neckar im Bereich Heilbronn) aufgrund fehlender Messnetzmetadaten nicht möglich.

## **7 Zusammenfassung und Ausblick**

**Projektstruktur.** Das FuE-Vorhaben „Konkretisierung des Umweltbeobachtungsprogrammes im Rahmen eines Stufenkonzeptes des Bundes und der Länder“ gliedert sich in drei Teilvorhaben. Das erste Teilvorhaben dient der fachlichen Ausformung des konzeptionellen Vorgehens bei der Umweltbeobachtung, das zweite der Fortschreibung der Dokumentation von Programmen anderer Ressorts. Die Ergebnisse beider Teilvorhaben sind in einem gemeinsamen Bericht dokumentiert (CONDAT & v. KLITZING 2000). Das dritte Teilvorhaben (abgekürzt UB II), über das der vorliegende Text berichtet, untersucht die räumliche und inhaltliche Verknüpfbarkeit von Umweltmessnetzen.

**Ziel.** Das Projekt UB II soll Instrumente entwickeln und erproben, mit denen die geografische und thematische Vollständigkeit von Umweltbeobachtungsmessnetzen des Bundes und der Länder sowie die methodische Vergleichbarkeit ihrer Ergebnisse überprüft werden kann.

**Arbeitsschwerpunkte.** Entsprechend dieser Zielsetzung werden folgende Schwerpunkte bearbeitet:

- (1) landschaftsökologische Raumgliederung als Grundlage für die Analyse und Bewertung von Umweltmessnetzen (→ Kap. 3),
- (2) Erhebung von Informationen über bestehende Messprogramme in einem digitalen Fragebogen und Anbindung der darauf basierenden Metadatenbank an ein GIS UB (→ Kap. 4) sowie
- (3) Implementierung und Anwendung statistischer Verfahren und GIS-Funktionalitäten zur Prüfung der Repräsentanz sowie der räumlichen und inhaltlichen Verknüpfbarkeit von UB-Messnetzen (→ Kap. 5 und 6).

**Raumgliederung.** Bei der Analyse und Bewertung von Umweltmessnetzen ist zu prüfen, ob die räumliche Verteilung der Messstandorte die funktional wichtigen räumlichen Strukturen des Schutzgutes Natur, d.h. die landschaftsökologische Struktur erfasst. Zur statistischen Ableitung der landschaftsökologischen Raumeinheiten wurde das Verfahren *CART* verwendet. *CART* ist ein Klassifikationsverfahren, das keine Anforderungen an das Skalenniveau der zu verarbeitenden Daten stellt. Somit können sowohl nominal (z.B. Bodenarten) als auch metrisch skalierte Merkmale (z.B. Klimaparameter) zur landschaftsökologischen Raumgliederung herangezogen werden. In dem Vorhaben UB II werden mit *CART* insgesamt neun Raumgliederungsvarianten berechnet, in denen die Zielvariable potenzielle natürliche Vegetation mit jeweils unterschiedlichen Prädiktoren näher beschrieben wird. In Abstimmung mit dem Arbeitskreis Raumgliederung wird die Variante UBA IX mit den Prädiktoren Bodenart, orographische Höhe, Monatswerte der Lufttemperatur 1961 - 1990, Monatsniederschläge 1961 - 1990, Monatswerte der Verdunstung 1961 - 1990 und Globalstrahlung 1981 -

1999 als Basis für die Analyse der Landschaftsrepräsentanz von Umweltmessnetzen verwendet (→ Kap. 3.4). Eine Raumgliederung Deutschlands mit der Zielvariablen Wassereinzugsgebiete (→ Kap. 3.6) sowie eine EU-Raumgliederung (→ Kap. 3.5) wurde aufgrund unzureichender Datenverfügbarkeit zurückgestellt.

**Messnetzmetadatenbank.** Bereits im Vorgängerprojekt UB I „Entwicklung eines Modells zur Zusammenführung vorhandener Daten von Bund und Ländern zu einem Umweltbeobachtungssystem“ (FKZ 29781126) wurden 1998 Metadaten zu Mess- und Beobachtungsprogrammen in den Bundesländern mit einem digitalen Fragebogen erhoben. In Ergänzung zu UDK und GEIN umfasst er rund 800 Items über Messgrößen und -methoden. Die mit dem elektronischen Fragebogen erhobenen Metadaten sind in dieser Differenzierung für die inhaltliche und geografische Messnetzanalyse erforderlich. Das Ziel, die Umweltmessnetze aller Bundesländer durch entsprechend differenzierte Metadaten zu erfassen, wurde nicht erreicht. Insgesamt liegen 49 Koordinatentabellen und 57 beantwortete Fragebögen vor. Eigens programmierte GIS-Funktionalitäten ermöglichen die Anbindung der Metadaten an die Messnetzgeometrien und die Raumgliederung im GIS UB.

**Räumliche und inhaltliche Messnetzverknüpfung.** Ein zwischen Bund und Ländern abgestimmtes abgestimmtes Umweltbeobachtungssystem setzt u.a. die Verknüpfung vorhandener Messnetze nach inhaltlich-methodischen und räumlichen Kriterien voraus. Hierzu dienen neben Raumgliederung (→ Kap. 3) und Metadatenbank (→ Kap. 4) die Repräsentanzanalysen (→ Kap. 5).

Die Repräsentativität eines Umweltmessnetzes bemisst sich zum einen nach der häufigkeitsstatistischen und der raumstrukturellen *Landschaftsrepräsentanz* der Messstandorte. Zum anderen ist es mit der Analyse der geostatistischen *Messwertrepräsentanz* möglich, die räumliche Verallgemeinerung punktuell vorliegender Messdaten in die Fläche statistisch zu prüfen. Alle drei Repräsen-

tanzansätze werden im Projekt UB II methodisch und EDV-technisch operationalisiert und durch Beispiele untermauert (→ Kap. 5).

In zwei Szenarien wird die inhaltliche Verknüpfbarkeit der an unterschiedlichen Messnetzen erhobenen Messdaten, der Flächendaten und der Metadaten beispielhaft gezeigt (→ Kap. 6). In den Szenarien geht es darum, durch Schwermetall- und PSM-Einträge potenziell gefährdete Flächen zu identifizieren und festzustellen, ob sich auf diesen Flächen UB-Messstellen befinden, die Daten nach denselben Methoden erheben.

**Fazit.** Das Instrumentarium für die Überprüfung der inhaltlichen und räumlichen Verknüpfbarkeit separater Messnetze zu einem abgestimmten Umweltbeobachtungssystem liegt anwendungsreif vor und besteht aus Raumgliederung (→ Kap. 3), Metadatenbank (→ Kap. 4) und Repräsentanzanalysen (→ Kap. 5). Die angestrebte umfassende Analyse der Informationen über die Messnetze aller Bundesländer konnte nur beispielhaft durchgeführt werden, da nicht zu allen Programmen Lage- und Metainformation verfügbar waren. Die in dem Projekt UB II entwickelten Instrumente sind jedoch anhand der vorliegenden Daten hinlänglich und erfolgreich erprobt, so dass ihrer Anwendung durch das Umweltbundesamt und die Länderbehörden nichts im Wege steht. Dass der Bedarf hierfür gegeben ist, zeigen die Beispiele in → Kapitel 6.

Die Analyse der Ziele und Datenerhebungsmethoden sowie der geografischen Anordnung von Umweltmessnetzen ist eine wesentliche Grundlage für ein effizientes Umweltbeobachtungssystem des Bundes und der Länder. Der Umweltdatenkatalog kann dazu nur eine erste Orientierung geben. Die Identifizierung von inhaltlichen und geografischen Lücken der UB erfordert eine differenzierte Messnetzbeschreibung durch *Metadaten*. Diese sollten über den in dem Projekt UB II erreichten Stand hinaus bald vervollständigt werden.

Während Umweltprobenbank, Moosmonitoring und Waldökosystembeobachtung (EU-Level I, II) bundesweit nach einheitlichen Methoden Umweltdaten erheben, verwalten und auswerten, zeigt die Analyse der Metadaten anderer Messnetze weiteren *Harmonisierungsbedarf*. Inhaltliche Lücken bestehen in der Umweltbeobachtung insbesondere im Hinblick auf die Umweltwirkungen gentechnisch veränderter Organismen (GVO). Das GVO-Monitoring ist angewiesen auf bundesweit vergleichbare Daten aus der systematischen Erfassung von Flora und Fauna. Dieses bioökologische Monitoring sollte ebenso wie das GVO-Monitoring direkt an vorhandene UB-Messnetze angekoppelt werden. Hierbei sollten Metadatenbank und Raumgliederung als Planungshilfe genutzt werden.

Ein Schwachpunkt der Raumgliederung UBA IX sind die *Bodendaten*. Denn die in Feld und Labor erhobenen Primärdaten der bodenkundlichen Landesaufnahme werden zu pedogenetischen Klassen (Bodentypen) aggregiert, die sich biologisch, chemisch und physikalisch nicht hinreichend präzise interpretieren lassen. Daher wäre es ein wichtiger Fortschritt, wenn die Primärdaten der Bodenaufnahmen für spezielle Anwendungen zugänglich gemacht würden. Mit ihnen wäre eine räumliche Differenzierung der ökologischen Funktionen von Böden als Lebensraum, Filter, Puffer und Transformator besser als bislang möglich. Für die in der Umweltbeobachtung wichtige Quantifizierung von Stoffflüssen wäre zudem die hydrogeologische Kennzeichnung der wassergesättigten Zone erforderlich. Wenn diese Daten zur Verfügung stehen, kann die für die Umsetzung der EU-Wasserrahmenrichtlinie erforderliche räumlich differenzierte Beschreibung der *Wassereinzugsgebiete* mit GIS und statistischen Verfahren erfolgen (→ Kap. 3.6).

Die inhaltliche und geografische Messnetzharmonisierung in der EU ist auch über das Gewässermonitoring hinaus aktuell. Deshalb sind ökologische *EU-Raumgliederungen* erforderlich. Vorliegende Entwürfe sind entweder wegen ihrer Zielsetzung für die UB unzweckmäßig (agrarökologische EU-Gliederung), oder ihre Datengrundlagen sind nicht ausreichend (DMEER) (→ Kap. 3.5). Die

in dem Projekt UB II angestrebte EU-Raumgliederung wurde nicht erreicht, weil die dafür benötigten Boden- und Klimadaten nicht zugänglich waren. Die von DWD und BGR signalisierte Unterstützung bei der Beschaffung dieser Daten sollte zusammen mit einem EU-Höhenmodell und der Europa-Karte der PnV (BfN) bald für die EU-Raumgliederung genutzt werden. Diese wäre ein wichtiger ökologisch-räumlicher Ordnungsrahmen für Umweltbeobachtungen auf EU-Ebene.

Raumgliederungen sind für die Quantifizierung der Landschaftsrepräsentanz von Umweltmessnetzen geeignet (→ Kap. 5.2.1, 5.2.2). Zur Bestimmung der räumlichen *Messwertrepräsentanz* müssen die Messdaten analysiert werden. Diese Untersuchung gibt Auskunft über die Frage, ob Messwerte über den Punkt ihrer Erhebung hinaus statistisch aussagekräftig sind. Wenn sich Messdaten vom Punkt in die Fläche verallgemeinern lassen, dann kann dieser statistische Transfer als Ersatz für die physikalische Zusammenführung von Messeinrichtungen des Boden-, Luft- und Biomonitoring im Sinne einer medienübergreifenden Umweltbeobachtung verstanden werden. Sobald diese Verrechnung messnetz- und länderübergreifend erfolgt, ist vorher die methodische Vergleichbarkeit der Messdaten anhand der Messnetzmetadaten zu prüfen. Zur statistischen Analyse der Messwertrepräsentanz wird in → Kapitel 5.2.3 eine Kombination aus Variogrammanalyse, Kriging-Interpolation und Nachbarschaftsanalyse vorgestellt. Hierbei wird auch darauf hingewiesen, dass die statistische Analyse der räumlichen Aussagekraft von Messdaten unter der einheitlichen Bezeichnung *Repräsentanzanalyse* zwar grundsätzlich ähnlich, aber bearbeiter- und fragestellungsabhängig durchgeführt wird. Dies legt es nahe, auch bei der Datenauswertung bald ein Mindestniveau an Verfahrensharmonisierung anzustreben.

## 8 Quellen

### 8.1 Literatur

- AGBR (Ständige Arbeitsgruppe der Biosphärenreservate in Deutschland) (1995):  
Biosphärenreservate in Deutschland. Leitlinien für Schutz, Pflege und Entwicklung. – Berlin (u.a.)
- AKIN, H. (1988): Praktische Geostatistik. – Berlin (u.a.)
- ALEXY (1991): Die Theorie der juristischen Argumentation. Die Theorie des rationalen Diskurses als Theorie der juristischen Begründung. - 2. Aufl., Frankfurt / Main
- BACH, M., HUBER, A., FREDE, H.G. (2000): Schätzung der Einträge von Pflanzenschutzmitteln aus der Landwirtschaft in die Oberflächengewässer Deutschlands. - Berlin (UBA-Berichte 3/00)
- BEIER, R. (2000): Validität von Umweltdaten. In: FRÄNZLE, O.; MÜLLER, F.; SCHRÖDER, W. (Hrsg.): Handbuch der Umweltwissenschaften. Grundlagen und Anwendungen der Ökosystemforschung. - 6. Erg.Lfg., Landsberg am Lech
- BARTELME, N. (1995): Geoinformatik. - Berlin (u.a.)
- BILL, R., FRITSCH, D. (1991): Grundlagen der Geo-Informationssysteme. Analysen, Anwendungen und neue Entwicklungen, Bd. 1. – Berlin (u.a.)
- BMBF (Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft, Forschung und Technologie) (1995): Ökosystemforschung. Berichte aus der ökologischen Forschung. - Bonn
- BMU (Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit) (1999a): Konzept Ökologische Umweltbeobachtung des Bundes und der Länder. - Bonn (Entwurf 1999, N II 2 – 71 020 / 9)
- BMU (2000): Umweltbeobachtung. Stand und Entwicklungsmöglichkeiten. - Bonn (25.02.2000)
- BOHN, U.; GOLLUB, G.; HETTWER, C.; WEBER, H. (eds.) (2001 a): Karte der na-

- türlichen Vegetation Europas. Maßstab 1:2.5 Million. - Münster
- BOHN, U.; GOLLUB, G.; HETTWER, C.; WEBER, H. (eds.) (2001 b): Map of the natural vegetation of Europe. Scale 1:2.5 million. - Münster
- BONGARTZ, K. (2000): Anwendung des HRU-Konzeptes in genesteten mesoskali- gen Einzugsgebieten Thüringens. In: EcoRegio 8, S. 81 - 88
- BOSCH & PARTNER GmbH (2001): Modellhafte Umsetzung und Konkretisierung der Konzeption für eine ökosystemare Umweltbeobachtung am Beispiel des länderübergreifenden Biosphärenreservats Rhön. - Königsdorf (Umweltfor- schungsplan des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktor- sicherheit. FuE-Vorhaben 109 02 076 / 01. Schlussberichtsentwurf 31.03.01, im Auftrag des Bayerischen Staatsministeriums für Landesentwicklung und Umweltfragen und des Umweltbundesamtes)
- BRAUN, G.; BUZIN, R.; WINTGES, TH. (Hrsg.) (2001): GIS und Kartographie im Umweltbereich. - Heidelberg
- BREIMAN, L., FRIEDMAN, J.H. OHLSON, R.A., STONE, C.J. (1984): Classification and Regression Trees. - Pacific Grove, Kalifornien
- BRIEM, E. (1998): Die Fließgewässerlandschaften der Bundesrepublik Deutsch- land, Teil 1: Fließgewässerformen, Fließgewässerstrukturen, Fließgewässer- typologie. - Dörrenbach
- BRIEM, E. (1999): Die Gewässerlandschaften Baden-Württembergs. - Karlsruhe (Oberirdische Gewässer, Gewässerökologie Bd. 53)
- BUDDEMEIER, R.W.; MAXWELL, B.A. (2000): Typology. Low-budget remote sen- sing. In: Loicz Newsletter No. 15, pp. 1 - 4
- CONDAT GmbH; v. KLITZING, F. (2000): Konkretisierung des Umweltbeobach- tungsprogrammes im Rahmen eines Stufenkonzeptes der Umweltbeobach- tung des Bundes und der Länder. Teilvorhaben 1 *Überarbeitung des Konzep- tes Umweltbeobachtung*. Teilvorhaben 2 *Fortschreibung der Dokumentation von Programmen anderer Ressorts*. - Berlin (Umweltforschungsplan des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit. FuE- Vorhaben 299 82 212 / 01, im Auftrag des Umweltbundesamtes)
- CORDESEN, E. (1993): Boden-Dauerbeobachtung in Schleswig-Holstein. In: Mittei-

- lungen der Deutschen Bodenkundlichen Gesellschaft, 72, S. 859 - 862
- DASCHKEIT, A.; KOTHE, P.; SCHRÖDER, W. (1993): Repräsentanzanalyse zur Auswahl von Bodendauerbeobachtungsflächen in Brandenburg. - Kiel (Abschlussbericht im Auftrag des Zentrums für Agrarlandschafts- und Landnutzungsforschung e.V., Institut für Bodenforschung, Eberswalde-Finow)
- DEUTSCH, C.V.; JOURNEL, A.G. (1998): Geostatistical software library and user's guide. - New York, Oxford (Applied Geostatistics Series)
- DEUTSCHES MAB-NATIONALKOMITTEE (1996): Kriterien für die Anerkennung und Überprüfung von Biosphärenreservaten der UNESCO in Deutschland. – Bonn
- DVWK (1985): Niederschlag, Starkregenauswertung nach Wiederkehrzeit und Dauer. DVWK-Regeln zu Wasserwirtschaft 124/1985. - Hamburg / Berlin
- ECKELMANN, W.; BEHRENS, J.; HARTWICH, R.; ADLER, G.H.; SCHULZ, N.-P. (2001): Bodenübersichtskarten der Bundesrepublik Deutschland. In: BRAUN, G.; BUZIN, R.; WINTGES, TH. (Hrsg.): GIS und Kartographie im Umweltbereich. - Heidelberg, S. 9 - 27
- ELLENBERG, H., FRÄNZLE, O., MÜLLER, P. (1978): Ökosystemforschung im Hinblick auf Umwelt- und Entwicklungsplanung. – Bonn (Umweltforschungsplan des Bundesministers des Innern, FuE-Vorhaben 78-10104005, im Auftrag des Umweltbundesamtes)
- ENVIRONMENTAL SYSTEMS RESEARCH INSTITUTE, INC. (1996): ArcView GIS. The Geographic Information System for everyone. - Redlands
- ENVIRONMENTAL SYSTEMS RESEARCH INSTITUTE, INC. (1996): Avenue-GIS by ESRI. - Redlands
- ENVIRONMENTAL SYSTEMS RESEARCH INSTITUTE, INC. (1996): Understanding GIS. The Arc/Info Method. – Redlands
- ERDMANN, K.-H.; MAGER, T.J. (Hrsg.) (2000): Innovative Ansätze zum Schutz der Natur. – Heidelberg (u.a.)
- ETC / NC (EUROPEAN TOPIC CENTRE ON NATURE CONSERVATION) (1997): The digitized map of European ecological regions (DMEER). A tool for the assessment of biodiversity in Europe. - Paris (Final draft, september 1997)

- EU (2000): Richtlinie 2000/60/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 23. Oktober zur Schaffung eines Ordnungsrahmens für Maßnahmen der Gemeinschaft im Bereich der Wasserpolitik. – Brüssel (Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaften L 327)
- FRÄNZLE, O.; RUDOLPH, H.; DÖRRE U.; ZÖLITZ-MÖLLER, R. (1992): Erarbeitung und Erprobung einer Konzeption für die ökologisch orientierte Planung auf der Grundlage der regionalisierenden Umweltbeobachtung am Beispiel Schleswig-Holsteins.- Berlin (UBA-Texte 20/92)
- FRÄNZLE, O. (1971): Physische Geographie als quantitative Landschaftsforschung. In: Schriften des Geographischen Instituts der Universität Kiel 37, S. 297 - 312
- FRÄNZLE, O.; HABER, W.; SCHRÖDER, W. (1996): Proposal for a global concept for monitoring terrestrial ecosystems as a basis for harmonization of environmental monitoring. In: SCHRÖDER, W.; FRÄNZLE, O.; KEUNE, H.; MANDRY, P. (eds.) (1996): Global monitoring of terrestrial ecosystems. – Berlin, pp. 195 – 205
- FRÄNZLE, O.; KILLISCH, W.F. (1980): Aufschlüsselung des Informationsgehaltes umweltrelevanter flächenbezogener Strukturdaten. - Kiel (Umweltforschungsplan des Bundesministers des Innern. FuE-Vorhaben 101 04 035, im Auftrag des Umweltbundesamtes)
- FRÄNZLE, O.; KLEIN, A.; ZÖLITZ, R. (1987 a): Lokalisierung der Ergänzungsstationen des UBA-Immissionsmeßnetzes. - Kiel (Umweltforschungsplan des Bundesministers für Umwelt, Natur und Reaktorsicherheit. FuE-Vorhaben 101 04 043/02, Teilvorhaben II, im Auftrag des Umweltbundesamtes)
- FRÄNZLE, O.; KUHNT, D.; KUHNT, G.; ZÖLITZ, R. (1987 b): Auswahl der Hauptforschungsräume für das Ökosystemforschungsprogramm der Bundesrepublik Deutschland. - Kiel (Umweltforschungsplan des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit. Forschungsbericht 101 04 043/02, im Auftrag des Umweltbundesamtes)

- FRÄNZLE, O.; SCHMOTZ, W.; KRINITZ, J.; HERTLING, TH.; MÜLLER, J.; FLO-RINSKI, M.; PERMITIN, V.; POCHLEBKINA, L. (1995): Handlungsanleitung für Schadstoffuntersuchungen in Böden.- Berlin (UBA-Texte 60/95)
- GOERKE, W.; NAUBER, J.; ERDMANN, K.-H. (Hrsg.) (1990): Tagung der MaB-Nationalkomitees der Bundesrepublik Deutschland und der Deutschen Demokratischen Republik am 28. Und 29. Mai 1990 in Bonn. In: MaB-Mitteilungen 33, S. 43 - 45
- GOOVAERTS, P. (1997): Geostatistics for natural resources evaluation. - New York, Oxford (Applied Geostatistics Series)
- HABER, W. (1998): Nachhaltigkeit als Leitbild einer natur- und sozialwissenschaftlichen Umweltforschung. In: DASCHKEIT, A.; SCHRÖDER, W. (Hrsg.): Perspektiven natur- und sozialwissenschaftlicher Umweltforschung. – Berlin (u.a.) (Umweltnatur- und Umweltsozialwissenschaften - UNS; Bd. 1), S. 127 – 146
- HABER, W.; SCHÖNTHALER, K.; KERNER, H.F.; KÖPPEL, J.; SPANDAU, L. (1997): Konzeption für eine ökosystemare Umweltbeobachtung. Wissenschaftlich-fachlicher Ansatz. - Berlin (UBA-Texte 32/97)
- HÄRDITTE, W. (1990): Potentielle natürliche Vegetation. Überlegungen zum theoretischen Konzept und zur Methode der Kartierung, dargestellt am Gebiet der Topographischen Karte 1623 Owschlag. - Kiel (Dissertation)
- HEINRICH, U. (1994 a): Flächenschätzung mit geostatistischen Verfahren - Variogrammanalyse und Kriging. In: SCHRÖDER, W.; VETTER, L.; FRÄNZLE, O. (Hrsg.): Neuere statistische Verfahren und Modellbildung in der Geoökologie.- Braunschweig, Wiesbaden (Vieweg), S. 145 – 164
- HEINRICH, U. (1994 b): Flächenhafte Ableitung der Klimaparameter Niederschlag und Temperatur mittels geostatistischer Verfahren. In: SCHRÖDER, W.; VETTER, L.; FRÄNZLE, O. (Hrsg.): Neuere statistische Verfahren und Modellbildung in der Geoökologie.- Braunschweig, Wiesbaden (Vieweg), S. 283 - 295
- HENNINGS, V. (1994): Methodendokumentation Bodenkunde. Auswertungsmethoden zur Beurteilung der Empfindlichkeit und Belastbarkeit von Böden. - Hannover (Geologisches Jahrbuch, Reihe F, Heft 31)

- HERPIN, U.; LIETH, H.; MARKERT, B. (1995): Monitoring der Schwermetallbelastung in der Bundesrepublik Deutschland mit Hilfe von Moosanalysen. - Berlin (UBA-Texte 31/95)
- HESSISCHES MINISTERIUM FÜR UMWELT, LANDWIRTSCHAFT UND FORSTEN (2000): Richtlinien für die Durchführung des Hessischen Landschaftspflegeprogramms (HELP). - Wiesbaden
- HESSISCHES MINISTERIUM FÜR UMWELT, LANDWIRTSCHAFT UND FORSTEN (2000): Hessisches Landschaftspflegeprogramm 2000 (HELP 2000): Vorläufige Richtlinien für die Durchführung des Hessischen Landschaftspflegeprogramms. – Wiesbaden
- HINTERDING, A.; STREIT, U. (2000): Grundsätzliche Ansätze zur Auswertung punktbezogener Daten und der Ermittlung des Flächenbezugs. In: UBA (Hrsg.): Flächenhafte Darstellung punktbezogener Daten über Stoffgehalte in Böden. - Berlin (UBA-Texte 49/00), S. 40 - 49
- HOFFMANN-KROLL, R.; SEIBEL, S.; WIRTHMANN, A. (1998): Strukturveränderungen in Landschaft und Ökosystemen als Indikatoren der Umweltqualität. In: FRÄNZLE, O.; MÜLLER, F.; SCHRÖDER, W. (Hrsg.): Handbuch der Umweltwissenschaften. Grundlagen und Anwendungen der Ökosystemforschung. - Landsberg / Lech, 1. Erg.Lfg., Kap. VI-2.6
- JANSSEN, L. (2000): Principles of Geographic Information Systems. - Enschede
- KEUNE, H.; SCHRÖDER, W.; VETTER, L. (1993): Globale Integrierte Umweltbeobachtung und -bewertung. Vorschläge zur Konzeption ihrer internationalen Harmonisierung. In: MAB-Mitteilungen, 37, S. 51 - 59
- KLEEBERG; H.-B. (Hrsg.) (1993): Regionalisierung in der Hydrologie. - Weinheim
- KLEEBERG; H.-B., ØVERLAND, H. (1989): Zur Berechnung des effektiven oder abflusswirksamen Niederschlags. In: Mitt. Inst. f. Wasserwesen der Univ. der Bundeswehr 32, München, 19-62
- KLUGE, W.; HEINRICH, H. (1994): Statistische Sicherung geoökologischer Daten. In: SCHRÖDER, W.; VETTER, L.; FRÄNZLE, O. (Hrsg.): Neuere statistische Verfahren und Modellbildung in der Geoökologie. - Braunschweig, Wiesbaden, S. 31 - 67

- KOTHE, P.; SCHMIDT, R. (1994): Nachbarschaftsanalytische Ausweisung repräsentativer Bodendauerbeobachtungsflächen in Brandenburg. In: SCHRÖDER, W.; VETTER, L.; FRÄNZLE, O. (Hrsg.): Neuere statistische Verfahren und Modellbildung in der Geoökologie.- Braunschweig, Wiesbaden, S. 225 - 237
- KRUSE-GRAUMANN, L.; HARTMUTH, G.; ERDMANN, K.-H. (Hrsg.) (1998): Ziele, Möglichkeiten und Probleme eines gesellschaftlichen Monitorings. – Bonn (MaB-Mitteilungen 42)
- KUHNT, D. (1989): Boden-Dauerbeobachtungsflächen in Schleswig-Holstein. Auswahl und Einrichtung. In: Mitteilungen der Deutschen Bodenkundlichen Gesellschaft, 59/II, S. 923 - 926
- LIEDTKE, H. (1994): Namen und Abgrenzung von Landschaften in der Bundesrepublik Deutschland. - Trier (Forschungen zur deutschen Landeskunde, Bd. 239)
- LINDACHER, R. (1996): Verifikation der potentiellen natürlichen Vegetation mittels Vegetationssimulation am Beispiel der TK 6434 Hersbruck. In: Hoppea 57, S. 5 - 143
- LORENZ, R. J. (1984): Grundbegriffe der Biometrie. - Stuttgart (u.a.)
- LUTZ, W. (1984): Berechnung von Hochwasserabflüssen unter Anwendung von Gebietskenngrößen. - Karlsruhe (Mitteilungen des Instituts für Hydrologie und Wasserwirtschaft 24)
- MATHERON (1971): The theory of regionalized variables and its application. – Fontainebleau.
- MATHSOFT - DATA ANALYSIS PRODUCTS DIVISION (1997): S-Plus 4 – Guide to Statistics. - Seattle
- MEIWES, K.-J. (1984): Chemische Untersuchungsverfahren für Mineralboden, Auflagehumus und Wurzeln zur Charakterisierung und Bewertung der Versauerung in Waldböden. - Göttingen (Berichte des Forschungszentrums Waldökosysteme/Waldsterben. 7)
- MEYNEN, E., SCHMITHÜSEN, J., GELLERT, J., NEEF, E., MÜLLER-MINY, H. SCHULTZE, J.H. (1962): Handbuch der naturräumlichen Gliederung Deutschlands. - Bad Godesberg

- MOHNEN, V. (1996): Quality assurance / assurance control as prerequisite for harmonization of data collection and interpretation within the WMO-Global Atmosphere Watch (GAW) Programme. In: SCHRÖDER, W.; FRÄNZLE, O.; KEUNE, H.; MANDRY, P. (eds.) (1996): Global monitoring of terrestrial ecosystems. – Berlin, pp. 77 - 84
- NAUBER, J. (1996): Some principals for the organization of GTOS. In: SCHRÖDER, W.; KEUNE, H.; MANDRY, P. (eds.): Global monitoring of terrestrial ecosystems. – Berlin, pp. 103 - 104
- NEEF, E. (1967): Entwicklung und Stand der landschaftsökologischen Forschung in der DDR. In: RICHTER, H. (Hrsg.): Probleme der landschaftsökologischen Erkundung und naturräumlichen Gliederung. - Leipzig (Wissenschaftliche Abhandlungen der Geographischen Gesellschaft der Deutschen Demokratischen Republik Bd. 5), S. 22 - 34
- NEUHÄUSL, R. (1990): Unified classification of European natural forests. In: Vegetation 89, pp. 173 – 181
- PAGE, B., HILTY, L.M. (Hrsg., 1995): Umweltinformatik. Bd.13.3. - München, Wien
- PAINHO, M.; AUGUSTO, G. (2001): A digital map of european ecological regions. - Lissabon (Institute for Statistics and Information Management, New University of Lissabon)
- PIOTROWSKY, J.A., BARTELS, F., SALSKI, A., SCHMIDT, G. (1996): Geostatistical regionalization of glacial aquitard thickness in northwestern Germany, based on fuzzy kriging. In: Mathematical Geology 28 (4), S.437-452
- RENNERS M. (1992): Geoökologische Raumgliederung der Bundesrepublik Deutschland. - Trier (Forschungen zur deutschen Landeskunde; Bd. 235)
- RICHTER, H. (1967): Naturräumliche Ordnung. In: RICHTER, H. (Hrsg.): Probleme der landschaftsökologischen Erkundung und naturräumlichen Gliederung. - Leipzig (Wissenschaftliche Abhandlungen der Geographischen Gesellschaft der Deutschen Demokratischen Republik Bd. 5), S. 129 – 160
- SAG/UAG (1991): Konzeption zur Einrichtung von Boden-Dauerbeobachtungsflächen. - München (Arbeitshefte Bodenschutz; Bd. 1)
- SALSKI, A.; KANDZIA, P. (1996): Fuzzy sets and fuzzy logic in ecological modelling.

- In: EcoSys, 4, S. 85 - 97
- SAURER, H.; BEHR, F.H. (1997): Geografische Informationssysteme. Eine Einführung. - Darmstadt
- SCHMOTZ, W. (1996): Entwicklung und Optimierung von Verfahren zur flächenhaften Erfassung der Schadstoffgehalte in Böden. - Kiel (Dissertation)
- SCHOLLE, D. (1996): GIS-gestützte Zusammenführung vegetationskundlicher, bodenkundlicher und nutzungsbezogener Daten zu einem landschaftsökologischen Indikationsverfahren. - Kiel (EcoSys Suppl. Bd. 21)
- SCHRÖDER, W. (1994): Regionalisierung in den Geowissenschaften. In: SCHRÖDER, W.; VETTER, L.; FRÄNZLE, O. (Hrsg.): Neuere statistische Verfahren und Modellbildung in der Geoökologie. - Braunschweig, Wiesbaden, S. 17 - 30
- SCHRÖDER, W. (1999): Ökologisches und gesellschaftliches Monitoring in Biosphärenreservaten. In: MaB-Mitteilungen, 45, S. 63 – 87
- SCHRÖDER, W. (2000): Ökologisches und gesellschaftliches Monitoring als Grundlage einer umfassenden Vorsorgepolitik. In: ERDMANN, K.-H.; MAGER, T.J. (Hrsg.): Innovative Ansätze zum Schutz der Natur. – Heidelberg (u.a.), S. 109 - 126
- SCHRÖDER, W. (2001): Die potenziell natürliche Vegetation als Datengrundlage einer ökologischen Raumgliederung. In: BOHN, U.; GOLLUB, G.; HETTWER, C.; WEBER, H. (Hrsg.): Karte der natürlichen Vegetation Europas. Maßstab 1:2.5 Million. – Münster (im Druck)
- SCHRÖDER, W.; AHRENS, E.; BARTELS, F.; SCHMIDT, B. (1999): Entwicklung eines Modells zur Zusammenführung vorhandener Daten von Bund und Ländern zu einem Umweltbeobachtungssystem. - 2 Bde., Kiel (Umweltforschungsplan des Bundesministers für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit. FuE-Vorhaben 297 81 126 / 01, im Auftrag des Umweltbundesamtes)
- SCHRÖDER, W.; BAU, H.; MOHR, K.; PESCH, R.; ROOSTAI, A.H.; ROOSTAI, Z.; SCHMIDT, G.; SIEWERS, U. (2001 a): Untersuchung von Schadstoffeinträgen anhand von Bioindikatoren. Aus- und Bewertung der Ergebnisse aus dem

Moosmonitoring 1990/91, 1995/96 und 2000.- Vechta (Umweltforschungsplan des Bundesministers für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit. FuE-Vorhaben 200 64 218, 1. Zwischenbericht, im Auftrag des Umweltbundesamtes).

- SCHRÖDER, W.; BROECKER, F.; SCHMIDT, G.; STIETENROTH, D.; PESCH, R. (2001 b): Pilotvorhaben zur integrierenden ökologischen Umweltbeobachtung. Modellentwicklung für eine medienübergreifende Interpretation von Messdaten. – Vechta (Zwischenbericht Mai 2001, FuE-Vorhaben im Auftrag der LfU Baden-Württemberg)
- SCHRÖDER, W.; BROECKER, F.; SCHMIDT, G.; STIETENROTH, D.; PESCH, R. (2001 c): Pilotvorhaben zur integrierenden ökologischen Umweltbeobachtung. Modellentwicklung für eine medienübergreifende Interpretation von Messdaten. – Vechta (Zwischenbericht September 2001, FuE-Vorhaben im Auftrag der LfU Baden-Württemberg)
- SCHRÖDER, W., FRÄNZLE, O. (1996): Disparities in sampling, parameters and metadata. Environmental Monitoring and assessment as unifying basis. In: SCHRÖDER, W.; FRÄNZLE, O.; KEUNE, H.; MANDRY, P. (eds.) (1996): Global monitoring of terrestrial ecosystems. – Berlin, pp. 57 – 66
- SCHRÖDER, W.; FRÄNZLE, O.; DASCHKEIT, A.; BARTELS, F.; KASKE, A.; KERRINES, A.; SCHMIDT, G.; STECH, C. (1998): Organisation und Methodik des Bodenmonitoring. - Berlin (UBA Texte 21/98)
- SCHRÖDER, W.; GARBE-SCHÖNBERG, C.D.; FRÄNZLE, O. (1991): Die Validität von Umweltdaten. Kriterien für ihre Zuverlässigkeit: Repräsentativität, Qualitätssicherung und -kontrolle. In: Umweltwissenschaften und Schadstoff-Forschung - Zeitschrift für Umweltchemie und Ökotoxikologie, Jg. 3, Ausg. 4, H. 7, S. 237 – 241
- SCHRÖDER, W.; HABER, W.; FRÄNZLE, O. (1997): Harmonisierung der Ökologischen Umweltbeobachtung. Internationales Engagement und nationaler Nutzen. In: Zeitschrift für Angewandte Umweltforschung, Jg. 10, H. 1, S. 33 - 44
- SCHRÖDER, W.; HABER, W.; FRÄNZLE, O.; DASCHKEIT, A. (1998): Umweltbeobachtung und –bewertung auf ökologischer *und* sozialwissenschaftlicher

- Grundlage. Ein Plädoyer aus Sicht von Ökologen. In: KRUSE-GRAUMANN, L.; HARTMUTH, G.; ERDMANN, K.-H. (Hrsg.): Ziele, Möglichkeiten und Probleme eines gesellschaftlichen Monitorings. - Bonn (MAB-Mitteilungen 42), S. 91 – 104
- SCHRÖDER, W.; KEUNE, H.; MANDRY, P. (eds.) (1996): Global monitoring of terrestrial ecosystems. – Berlin
- SCHRÖDER, W.; SCHMIDT, G. (2001): Defining ecoregions as framework for the assessment of ecological monitoring network in Germany by means of GIS and classification and regression trees (*CART*). In: Gate to EHS 2001, pp. 1 – 9
- SCHRÖDER, W.; SCHMIDT, G.; PESCH, R.; MATEJKA, H.; ECKSTEIN, TH. (2001 d): Umweltbeobachtung im Biosphärenreservat Rhön. Ökologische Raumgliederung und Repräsentanzanalysen. – Vechta (Teilprojekt des FuE-Vorhabens 109 02 076 / 01, im Auftrag des Bayerischen Staatsministeriums für Landesentwicklung und Umweltfragen und des Umweltbundesamtes; → BOSCH & PARTNER 2001)
- SCHULZKE, D. (1988 a): Ein Ertragsbildungsmodell für Winterroggen, Wintergerste und Winterweizen auf der Grundlage komplexer Maßzahlen. In: Archiv für Acker- und Pflanzenbau und Bodenkunde 32 (12), S. 779 - 793
- SCHULZKE, D. (1988 b): Eine ökologisch begründete territoriale Gebietsgliederung der DDR für die Wintergetreideproduktion. In: Archiv für Acker- und Pflanzenbau und Bodenkunde 32 (12), S. 767 - 777
- SCHULZKE, D.; HILLMANN, A.; LORENZ, S. (1998): Regional guidelines to support sustainable landuse by EU Agrienvironmental Programmes (AEP). Final Report 1998, Part 3: Regional Scale. - Brandenburg (EU-Projekt AIR3 CT94-1296)
- SIEWERS, U.; HERPIN, U. (1998 a): Schwermetalleinträge in Deutschland. Moosmonitoring 1995/96. Teil 1. - Stuttgart (Geologisches Jahrbuch, Sonderhefte, Heft SD 2)
- SIEWERS, U.; HERPIN, U. (1998 b): Schwermetalleinträge in Deutschland. Moosmonitoring 1995/96. Teil 2. - Stuttgart (Geologisches Jahrbuch, Sonderhefte,

## Heft SD 2)

- SPATZ, P. (2001): Möglichkeiten der länderübergreifenden Auswertung an Standorten der Bodendauerbeobachtung, ausgehend von der Zusammenstellung der Metadaten aus den Ländern. - Berlin (UBA Texte 22/01)
- SRU (Der Rat der Sachverständigen für Umweltfragen) (1983): Sondergutachten Waldschäden. - Stuttgart
- SRU (1987): Jahresgutachten 1987. - Stuttgart
- SRU (1990): Umweltgutachten 1990. - Stuttgart
- SRU (1991): Allgemeine ökologische Umweltbeobachtung. - Stuttgart
- SRU (1996): Jahresgutachten 1996. - Stuttgart
- SRU (1998): Jahresgutachten 1998. - Stuttgart
- STAUDENRAUSCH, H. (2000): Topologische Beziehungen von hydrologischen Objekten in Flusseinzugsgebieten. In: EcoRegio 8, S. 121 – 128
- STEINHARDT, U.; VOLK, M. (Hrsg.) (1999): Regionalisierung in der Landschaftsökologie. - Stuttgart, Leipzig
- TRAUTMANN, W. (1984 a): Probleme der Verwirklichung eines repräsentatives Netzes von Biosphärenreservaten in Europa. In: MAB-Mitteilungen 20, S. 35 – 41
- TRAUTMANN, W. (1984 b): Prerequisites for a representative network of biosphere reserves for Europe. In: Natural Resources Research. Conservation, Science and Society 21 (1), pp. 20 – 22
- TREFFLER, P. (2001): Das Geographische Informationssystem Umwelt (GISU). In: BRAUN, G.; BUZIN, R.; WINTGES, TH. (Hrsg.): GIS und Kartographie im Umweltbereich. - Heidelberg, S. 148 - 156
- TÜXEN, R. (1956): Die heutige potentielle natürliche Vegetation als Gegenstand der Vegetationskartierung. In: Angewandte Pflanzensoziologie, 13, S. 5 - 42
- TÜXEN, R. (1978): Die heutige potentiell natürliche Vegetation als Gegenstand der Vegetationskartierung. In: LAUER, W.; KLINK, H.-J. (Hrsg.): Pflanzengeographie. – Darmstadt (Wege der Forschung; 130), S. 323 - 354
- UNESCO (1972): UNESCO-Programm Mensch und Biosphäre (MaB). - Paris
- UTERMANN, J.; DÜWEL, O.; FUCHS, M.; GÄBLER, H.-E.; GEHRT, E.; HINDEL, R.;

- SCHNEIDER, J. (1999): Methodische Anforderungen an die Flächenrepräsentanz von Hintergrundwerten in Oberböden. - Berlin (UBA-Texte 95/99)
- UTERMANN, J.; DÜWEL, O. (2000): Räumliche und inhaltliche Harmonisierung von Datensätzen. In: UBA (Hrsg.): Flächenhafte Darstellung punktbezogener Daten über Stoffgehalte in Böden. - Berlin (UBA-Texte 49/00), S. 65 - 74
- VETTER, L. (1989): Evaluierung und Entwicklung statistischer Verfahren zur Auswahl von repräsentativen Untersuchungsobjekten für Ökotoxikologische Problemstellungen. – Kiel (Dissertation)
- VETTER, L.; MAASS, R. (1994): Nachbarschaftsanalytische Verfahren. In: SCHRÖDER, W.; VETTER, L.; FRÄNZLE, O. (Hrsg.): Neuere statistische Verfahren und Modellbildung in der Geoökologie.- Braunschweig, Wiesbaden, S. 103 - 107
- WAGNER, G.; KLEIN, B.; KLEIN, R.; MÜLLER, P.; PAULUS, M. (1997): Umweltprobenbank. In: FRÄNZLE, O.; MÜLLER, F. SCHRÖDER, W.. (Hrsg.): Handbuch der Umweltwissenschaften. Grundlagen und Anwendungen der Ökosystemforschung. - Landsberg am Lech, Kap. VI-3.2
- WALLASCH, M. (2001): Optimierung des wet only-Niederschlagsmessnetzes im Hinblick auf eine ressourcenschonende Aufgabenerfüllung. – Berlin (unveröffentlicht; per Fax übermittelt am 12.03.01)
- WOLFF, B.; BARITZ, R.; RIEK, W. (2000): Regionalisierung von Bodendaten auf der Grundlage von Inventurdaten des Forstbereiches. In: UBA (Hrsg.) (2000): Flächenhafte Darstellung punktbezogener Daten über Stoffgehalte in Böden. - Berlin (UBA Texte 49/00), S. 80 - 90

## **8.2 Internetquellen**

### **8.2.1 Websites**

- [WS 1] <http://www-ipf.bau-verm.uni-karlsruhe.de/lpfb/trafo.tcl>
- [WS 2] <http://www.grid.unep.ch/gridhome.html>
- [WS 3] <http://www.wmo.ch/>

- [WS 4] <http://www.gein.de/>
- [WS 5] <http://www.lfu.baden-wuerttemberg.de/cgi-bin/www-udk/>
- [WS 6] <http://www-upb.ipc.kfa-juelich.de/>
- [WS 7] <http://www.lgrb.uni-freiburg.de/>
- [WS 8] <http://arll-eschwege.de/helprili.htm>
- [WS 9] <http://www.rp-kassel.de/themen/naturschutz/foerdermoeglichkeiten>
- [WS 10] <http://www.werra-meissner.de/eschwege/Wissenswertes/Arll>
- [WS 11] <http://www.muejfg.hessen.de/umwelt/landschaftspflege>
- [WS 12] <http://www.bangor.ac.uk/~pss60d/>
- [WS 13] <http://www.spss.com>
- [WS 14] <http://www.stats.gla.ac.uk/allstat/>
- [WS 15] <http://www.stat.math.ethz.ch/>
- [WS 16] [http://www.umweltdaten.de/uid/html/cl\\_max\\_s.html](http://www.umweltdaten.de/uid/html/cl_max_s.html)
- [WS 17] <http://www.efi.fi/projects/recognition>
- [WS 18] <http://cgi.girs.wageningen-ur.nl/cgi/projects/eu/pelcom/public/index.htm>
- [WS 19] [http://www.dmu.dk/1\\_Om\\_DMU/2\\_akt-proj/abstractmv.asp?Anr=9408](http://www.dmu.dk/1_Om_DMU/2_akt-proj/abstractmv.asp?Anr=9408)
- [WS 20] <http://www.isegi.unl.pt/labnt/projects/dmeer/index0.htm>
- [WS 21] <http://www.efncp.org/pdf/proc7.pdf>

### 8.2.2 Newsgroups

- [NG 1] [hannover.uni.comp.soft.spss](mailto:hannover.uni.comp.soft.spss)
- [NG 2] [comp.infosystems.gis](mailto:comp.infosystems.gis)
- [NG 3] [comp.soft-sys.esri.gis](mailto:comp.soft-sys.esri.gis)
- [NG 4] [comp.soft-sys.stat.spss](mailto:comp.soft-sys.stat.spss)
- [NG 5] [sci.stat.math](mailto:sci.stat.math)
- [NG 6] [sci.stat.edu](mailto:sci.stat.edu)

**Umweltforschungsplan  
des Bundesministers für Umwelt,  
Naturschutz und Reaktorsicherheit**

**Umweltprobenbank einschließlich Human- und Biomonitoring**

**Förderkennzeichen (UFOPLAN) 299 82 212 / 02**

**Konkretisierung des Umweltbeobachtungsprogrammes im Rahmen eines  
Stufenkonzeptes der Umweltbeobachtung des Bundes und der Länder  
Teilvorhaben 3**

**- ANHANGSTEIL -**

von

Prof. Dr. Winfried Schröder  
(Projektleiter)

Dipl.-Geol. Gunther Schmidt  
Dipl.-Geogr. Roland Pesch  
Dipl.-Math. Heidrun Matejka  
Dipl.-Geogr. Thorsten Eckstein  
(Bearbeiter/in)

Im Auftrag  
des Umweltbundesamtes

April 2001

## **Gliederung Anhangteil 1:**

	<b>Seite</b>
<b>A. Handbücher</b>	<b>4</b>
<b>A.1 Verfahrensgrundlagen</b>	<b>4</b>
A.1.1 Geographische Informationssysteme und Datenbanken	4
A.1.2 Statistische Verfahren	14
A.1.2.1 Nachbarschaftsanalyse	14
A.1.2.2 Geostatistik – Variogrammanalyse und Kriging	28
<b>A.2 Verfahrensdokumentation</b>	<b>31</b>
A.2.1 Das „Kochrezept“ (Befehlsabfolgen)	31
A.2.2 Erläuternde Dokumentation des „Kochrezepts“	41
A.2.2.1 Metadaten-Erhebung: Allgemeines zum ACCESS-Fragebogen	41
A.2.2.2 Metadaten-Erhebung: Dateneingabe und –verarbeitung im Fragebogen	43
A.2.2.2.1 Installation, erforderliche Dateien, Übersicht	43
A.2.2.2.2 Start des Fragebogenprogramms	44
A.2.2.2.3 Beantwortung eines Fragebogens	45
A.2.2.2.4 Auswertung von beantworteten Fragebögen	48
A.2.2.2.5 Zusammenführen von beantworteten Fragebögen (Import)	49
A.2.2.2.6 Vorbereiten der Daten für interne Abfragen und ArcView (Export)	50
A.2.2.2.7 Zusatzoption zum Zusammenführen (AntwortendeInclude)	50

A.2.2.2.8	Einfache Abfrage der Antwortdaten (AntwortendeVon-Antwort)	52
A.2.2.2.9	Export der Metadaten (Speichern unter)	53
A.2.2.3	Metadaten: Anbindung der Metadaten in ArcView	55
A.2.2.3.1	Die „UB Extensions“-Funktionen	55
A.2.2.3.2	Das „Linking-Tool“	55
A.2.2.3.3	Verknüpfung von Metadaten und Messnetzen	59
A.2.2.3.4	Verknüpfungsergebnisse	61
A.2.2.3.5	Auswertung mit MeSID	61
A.2.2.4	Landschaftsrepräsentanz	69
A.2.2.4.1	Durchführung der Auszählung in ArcView	70
A.2.2.4.2	Berechnung statistischer Maßzahlen in MS EXCEL	72
A.2.2.4.3	Weiterverarbeitung statistischer Ergebnisse im GIS	73
A.2.3	Das Abfrageformular „Kerndatensatz ↔ FB UB“	73

## **B. Karten und Diagramme**

### **B.1 Eingangsdaten für die Raumgliederungsvarianten**

B.1.1	Potenzielle Natürliche Vegetation (PNV)
B.1.2	Bodenart (Basis: BÜK 1000)
B.1.3	Digitales Höhenmodell (UNEP GRID)
B.1.4	Mittlere monatliche Lufttemperaturen (1961-1990)
B.1.5	Mittlere monatliche Niederschlagsverhältnisse (1961 – 1990)

- B.1.6 Mittlere monatliche Verdunstungsverhältnisse (1961 – 1990)
- B.1.7 Mittlere monatliche Sonnenscheindauer (1961 – 1990)
- B.1.8 Mittlere monatliche Globalstrahlungsraten (1981 – 2000)
- B.1.9 Nutzbare Feldkapazität im effektiven Wurzelraum (Basis: BÜK 1000)
- B.1.10 Kapillaranstieg (Basis: BÜK 1000)

## **B.2 Raumgliederungsvarianten**

### Varianten mit alten Klimadaten (vor dem Workshop im Juli 2000)

- B.2.1 UBA PNV I (Geologie, Höhe, N, T, SD) – 20 Kl.
- B.2.2 UBA PNV I (Geologie, Höhe, N, T, SD) – 80 Kl.
- B.2.3 UBA PNV II (Bodenarten, Höhe, N, T, SD) – 20 Kl.
- B.2.4 UBA PNV II (Bodenarten, Höhe, N, T, SD) – 78 Kl.
- B.2.5 UBA PNV III (Bodenarten, Höhe, N, T, V (neue Daten), SD) – 20 Kl.
- B.2.6 UBA PNV III (Bodenarten, Höhe, N, T, V (neue Daten), SD) – 77 Kl.
- B.2.7 UBA PNV IV (Bodenarten, Höhe, HJ-N, HJ-T, HJ-SD) - 20 Kl.
- B.2.8 UBA PNV IV (Bodenarten, Höhe, HJ-N, HJ-T, HJ-SD) - 81 Kl.

### Varianten mit neuen Klimadaten (nach dem Workshop im Juli 2000)

- B.2.9 UBA PNV V (nFk, kA, Höhe, N, T, SD) – 20 Kl.

- B.2.10 UBA PNV V (nFk, kA, Höhe, N, T, SD) – 79 Kl.
- B.2.11 UBA PNV VI (Bodenarten, Höhe, N, T, SD) – 20 Kl.
- B.2.12 UBA PNV VI (Bodenarten, Höhe, N, T, SD) – 77 Kl.
- B.2.13 UBA PNV VII(Bodenarten, Höhe, N, T, V, SD) – 20 Kl.
- B.2.14 UBA PNV VII(Bodenarten, Höhe, N, T, V, SD) – 77 Kl.
- B.2.15 UBA PNV VIII (nFk, kA, Höhe, N, T, V, SD) – 20 Kl.
- B.2.16 UBA PNV VIII (nFk, kA, Höhe, N, T, V, SD) – 81 Kl.
- B.2.17 UBA PNV IX (Bodenarten, Höhe, N, T, V, GS) – 20 Kl.
- B.2.18 UBA PNV IX (Bodenarten, Höhe, N, T, V, GS) – 21 Kl.
- B.2.19 UBA PNV IX (Bodenarten, Höhe, N, T, V, GS) – 21 Kl. inkl.  
Beschreibung
- B.2.20 UBA PNV IX (Bodenarten, Höhe, N, T, V, GS) – 73 Kl.

### **B.3 Ökoklassenbeschreibungen**

- B.3.1 CART-Bäume
- B.3.2 Histogramme (Bodenarten und Höhenangaben)
- B.3.3 Jahresgangkurven (Temperatur und Globalstrahlung)
- B.3.4 Jahresgangkurven (Verdunstung und Niederschlag)
- B.3.5 Diagramme Landnutzung – UBA PNV IX
- B.3.6 Überschreitungsraten Critical Loads Säure – UBA PNV IX
- B.3.7 Überschreitungsraten Critical Loads Stickstoff – UBA PNV IX

### **B.4 Messnetzübersicht**

- B.4.1 Gesamtübersicht des Länderrücklaufs

- B.4.2 Messnetzübersicht Rubrik „Boden“ (BDF)
- B.4.3 Messnetzübersicht Rubrik „Luft“
- B.4.4 Messnetzübersicht Rubrik „Wasser“
- B.4.5 Messnetzübersicht Rubrik „Bioindikation“
- B.4.5.1 Messnetzübersicht Rubrik ‚Bioindikation‘ – Moosmonitoring 1990/91)
- B.4.5.2 Messnetzübersicht Rubrik ‚Bioindikation‘ – Moosmonitoring 1995/96)
- B.4.5.3 Messnetzübersicht Rubrik ‚Bioindikation‘ – „ (Gesamtübersicht des Länderrücklaufs
- B.4.6 Messnetzübersicht Rubrik „Landschaft & Natur“

## **B.5 Landschaftsrepräsentanz**

- B.5.1 BDF auf Raumgliederung (UBA IX: 20er-Gliederung)
- B.5.2 Moosmonitoring 1995/96 auf Raumgliederung (UBA IX: 20er-Gliederung)
- B.5.3 Immissionsmessnetz auf Raumgliederung (UBA IX: 20er-Gliederung)
- B.5.4 Landschaftsrepräsentanz BDF
- B.5.5 Landschaftsrepräsentanz Moosmonitoring 1995/96
- B.5.6 Landschaftsrepräsentanz Immissionsmessnetz
- B.5.7 MNR-Indizes Bodentypen, 20er Raumgliederung, Landnutzung
- B.5.8 Bodendauerbeobachtungsflächen auf MNR-Karte
- B.5.9 RI der 20er-Raumgliederung (UBA IX)

- B.5.10 Repräsentanzanalyse UB, SO<sub>2</sub>-Immission 1996 (480 Stationen)
- B.5.11 Repräsentanzanalyse UB, SO<sub>2</sub>-Immission 1996 (150 Stationen)
- B.5.12 Kriging-Ergebnisse Moosmonitoring 1990/91

## **B.6 Anwendungsszenarien**

- B.6.1 Potenziell gefährdete Flächen: Szenario Eintrag von Schwermetallen ins Grundwasser
- B.6.2 Akut gefährdete Flächen (inkl. 2 km Buffer): Szenario Eintrag von Schwermetallen ins Grundwasser
- B.6.3 BDF-Standorte auf akut gefährdeten Flächen durch Eintrag von Schwermetallen ins Grundwasser
- B.6.4 Immissionsmessstandorte auf akut gefährdeten Flächen durch Eintrag von Schwermetallen ins Grundwasser
- B.6.5 Moosmonitoringstandorte auf akut gefährdeten Flächen durch Eintrag von Schwermetallen ins Grundwasser
- B.6.6 Grundwassermessstellen auf akut gefährdeten Flächen durch Eintrag von Schwermetallen ins Grundwasser
- B.6.7 Potenziell gefährdete Flächen: Szenario Eintrag von PSM in Oberflächengewässer
- B.6.8 Potenziell belastete Wassereinzugsgebiete in Deutschland
- B.6.9 Fließgewässerbeschaffenheitsmessstellen auf potenziell gefährdeten Flächen durch PSM-Eintrag in Oberflächengewässer

## **B.7 Ergebnis der Clusteranalyse der Mossmonitoring-Flächendaten 1990/91**

**B.8 Landnutzung (CORINE Landcover)**

**B.9 Überschreitungsraten Critical Loads**

B.9.1 Überschreitungsraten Critical Loads Säure

B.9.2 Überschreitungsraten Critical Loads Stickstoff

**B.10 Jährlicher Eintrag von PSM in Oberflächengewässer mit dem Oberflächenabfluss**

## **Gliederung Anhangteil 2:**

### **C. Tabellen**

#### **C.1 Übersichtstabelle Länderrücklauf**

#### **C.2 Übersichtstabelle Abgleich UB-Fragebogen mit dem Kerndatensatz**

#### **C.3 Landschaftsrepräsentanztabellen**

C.3.1 Bodendauerbeobachtungsflächen

C.3.2 Moosmonitoring 1995/96

C.3.3 Immissionsmessnetz

#### **C.4 Tabellenwerke zu Kap. 5.2.2 (MNR)**

C.4.1 Flächenanteile der Kombinationen  
Bodentyp/Raumklasse/Landnutzung

C.4.2 Häufigkeitsverteilung am Beispiel BDF

C.4.3 Rangfolgentabelle für BDF (Top 100)

C.4.4 Legenden

C.4.4.1 Bodentypen der BÜK 1000

C.4.4.2 Landnutzungstypen aus CORINE Landcover

**D. Sonstige Anlagen**

D.1 Fragebogenergänzung „GVO Monitoring“

**Umweltforschungsplan  
des Bundesministers für Umwelt,  
Naturschutz und Reaktorsicherheit**

**Umweltprobenbank einschließlich Human- und Biomonitoring**

**Förderkennzeichen (UFOPLAN) 299 82 212 / 02**

**Konkretisierung des Umweltbeobachtungsprogrammes im Rahmen eines  
Stufenkonzeptes der Umweltbeobachtung des Bundes und der Länder  
Teilvorhaben 3**

**ANHANGSTEIL 1:**

**ANHANG A: Handbücher**

**ANHANG B: Karten und Diagramme**

von

Prof. Dr. Winfried Schröder  
(Projektleiter)

Dipl.-Geol. Gunther Schmidt  
Dipl.-Geogr. Roland Pesch  
Dipl.-Math. Heidrun Matejka  
Dipl.-Geogr. Thorsten Eckstein  
(Bearbeiter/in)

Im Auftrag  
des Umweltbundesamtes

April 2001

# Anhang A

Handbücher

### **Abbildungsverzeichnis:**

Abbildung 1: Beispiel für ein relationales Datenmodell.....	14
Abbildung 2: Beispielkarte des RI.....	17
Abbildung 3: Beispielwerte für alpha und beta .....	19
Abbildung 4: RI-Karte für das Anwendungsgebiet.....	23
Abbildung 5: Schema einer RI-Ergebniskarte.....	25
Abbildung 6: Beispielnachbarschaften des Mittelpunktes.....	26
Abbildung 7: Variogrammmodelle .....	29
Abbildung 8: Schätzung des Blockwerts (nach AKIN 1983) .....	30
Abbildung 9: Startansicht des Fragebogenformulars.....	42
Abbildung 10: Eingabe des Ablagepfades des Fragebogenformulars.....	44
Abbildung 11: Überblick über die Fragebogenkomponenten.....	45
Abbildung 12: Fragengruppen des Formulars .....	46
Abbildung 13: Fragentyp "Multiple-Choice mit Mehrfachantwort" .....	46
Abbildung 14: Beispiel für Antwortmöglichkeit in Textform.....	47
Abbildung 15: Antwortmöglichkeit Ja/Nein .....	47
Abbildung 16: Aktivierung des Spezialmodus im unsichtbaren Eingabefeld ....	48
Abbildung 17: Auswerten / Entwerfen eines Fragebogenformulars.....	48
Abbildung 18: Weglassen einzelner Antwortenden .....	49
Abbildung 19: Mögliche Import-Fehlermeldung.....	49
Abbildung 20: Resultierende ArcViewInfos-Tabelle.....	50
Abbildung 21: Anlegen der Tabelle „AntwortendeInclude“ .....	51
Abbildung 22: "AntwortendeInclude" .....	51
Abbildung 23: Übersicht über das Formular "AntwortendevonAntwort“.....	52
Abbildung 24: Programmoberfläche von ArcView .....	54
Abbildung 25: Datenbankstruktur von MS ACCESS am Beispiel der Metadatentabelle "ArcViewInfos" .....	56
Abbildung 26: Datenbankstruktur im GIS (DBF) als Ergebnis des Exports von "ArcViewInfos" (MS ACCESS) .....	57

Abbildung 27: Attributtabelle eines Messnetzes (Punktthema) in ArcView.....	59
Abbildung 28: Der Field-Calculator in ArcView.....	60
Abbildung 29: Übersicht der Programm-Komponenten von MeSID .....	63
Abbildung 30: Startansicht MeSID.....	64
Abbildung 31: Wahl der Such-Rubriken .....	65
Abbildung 32: Eingabe der Schlagworte .....	65
Abbildung 33: Wahl der logischen Operatoren.....	66
Abbildung 34: Darstellung des Abfrageergebnisses in einer Liste.....	67
Abbildung 35: Verknüpfungparameter in MeSID .....	68
Abbildung 36: Ergebnis der räumlichen Abfrage in MeSID .....	68
Abbildung 37: Attributtabelle eines Raumgliederungs-PolygonThemas mit Spalte "GRID-Code".....	71
Abbildung 38: Beispiel einer Attributtabelle mit Auszählungsergebnis (Spalte "LfW_m8_25 = Messnetzbezeichnung).....	71
Abbildung 39: Beispiel einer EXCEL-Tabelle mit Auszählungsergebnis .....	72
Abbildung 40: Verbindung statistischer Ergebnistabellen mit ArcView- Shapedateien.....	73
Abbildung 41: Auswahl eines KDS-Parameters des Kerndatensatzes im Formular "Kerndatensatz ↔ FB UB".....	74
Abbildung 42: Auswahl der FB UB-Frage im Formular "Kerndatensatz ↔ FB UB".....	74
Abbildung 43: Feld für die Ergebnisse/Antworten einer Abfrage im Formular "Kerndatensatz ↔ FB UB" .....	75

## **A. Handbücher**

Der Anhangsteil A liegt in zwei Teilen vor. In Teil A.1 sind die wissenschaftlichen und inhaltlichen Grundlagen zu den im FuE-Vorhaben verwendeten Verfahren beschrieben. In Teil A.2 wird die Durchführung der einzelnen Verfahren dargestellt. Auf diese Weise wird einer verbesserten Nachvollziehbarkeit Rechnung getragen.

### **A.1 Verfahrensgrundlagen**

#### **A.1.1 Geografische Informationssysteme und Datenbanken**

**Auswahlgründe und Struktur.** Die Auswahlgründe, die für eine Verwendung eines Geografischen Informationssystems (GIS) sprechen, bestehen vor allem in der Möglichkeit, geografisch verortete Punkt- und Flächendaten sowie darauf bezogene Metadaten zu verwalten, zu analysieren und darzustellen. In den FuE-Vorhaben UB I und UB II wurden die GIS-Softwareprodukte ARC/INFO und ArcView der Firma Esri aus folgenden Gründen ausgewählt:

- weite Verbreitung dieser Software in der Umweltverwaltung,
- im Verhältnis zu anderen GIS-Softwareprodukten leichte Bedienbarkeit sowie
- gegebene Möglichkeit zur Erweiterung und Anpassung an spezielle Fragestellungen.

**GIS - Definition.** Nach BILL (1991) ist ein GIS ein rechnergestütztes System, das aus Hardware, Software, Daten und den Anwendungen besteht. Mit ihm können Geo-Objekte, wie z.B. ein Messstandort und dessen Metadaten, digital erfasst, gespeichert, verwaltet, aktualisiert, analysiert und modelliert sowie alphanumerisch (d.h. aus Dezimalziffern und Buchstaben bestehend) und (karto)grafisch präsentiert werden. Ein GIS ist als ein Modell der realen Welt zu verstehen, in dem Geoobjekte abgebildet werden.

**Geoobjekte.** Geoobjekte sind die in einem GIS enthaltenen Einheiten, die elementar oder zusammengesetzt sein können, und die sowohl eine quantitative (geometrische) als auch eine qualitative (thematische) Komponente aufweisen. Ein Objekt ist eine konkrete physisch, geometrisch oder begrifflich begrenzte Einheit der Realität. Geometrie und Thematik eines Objektes werden in den verwendeten GISen ARC/INFO und ArcView getrennt gehalten, wobei die Geometrie durch topologische Beziehungen (Knoten, Kanten etc.) ergänzt werden kann.

Neben der Geometrie ist die semantische Kennzeichnung (Sachdatenanbindung) eine notwendige Voraussetzung dafür, dass ein sinnvolles Modell der Realität (z.B. unserer Umwelt) aufgebaut werden kann. Ein mit dem Attribut "Fluss" oder "See" belegtes Polygon stellt somit eine der einfachsten Formen eines Geo-Objekts (engl. "feature") dar. Die Topologie (z.B. Insel im Fluss) ist hier eine zum Polygon gehörende Eigenschaft.

**Funktionen und Strukturen.** Diese eher technische Definition kann aber kaum verdeutlichen, welche Aufgaben mit einem GIS im Arbeitsalltag erfüllt werden können. Versucht man, ein GIS über seine Aufgaben zu definieren, so sind es im wesentlichen folgende drei Funktionen:

- elektronischer Planschrank,
- Plan-Rechenmaschine und
- elektronischer Zeichenstift.

Mit einem solchen EDV-gestützten Instrument können umweltplanungsrelevante Entscheidungen vorbereitet werden. Deshalb werden GISe in den letzten Jahren besonders innerhalb der Arbeitsfelder Umweltschutz, Landschaftsplanung, Umweltvorsorge und -überwachung eingesetzt. Hierbei ist das GIS ein Teil eines Entscheidungs-Unterstützungs-Systems (DSS) zu verstehen. Die Zusammenführung der Daten über die Geo-Objekte erreicht in einem Geo-

Informationssystem oft einen hohen Komplexitätsgrad, wodurch eine möglichst einfache und logische Strukturierung eines solchen Systems unbedingt notwendig wird. Wenn, wie in den Forschungsvorhaben UB I und UB II, weiterhin die Datenmenge so groß ist, dass deren Haltung, Verwaltung, Interpretation und Auswertung unüberschaubar wird, ist eine Messnetzmetadatenbank erforderlich.

**GIS-Daten.** Die gewonnenen Informationen (Daten) werden mit zwei Ansätzen strukturiert bzw. modelliert:

**Layer-Prinzip** (Ebenen-Prinzip). Dieses Konzept geht davon aus, "dass man einen abgegrenzten örtlichen Bereich in unterschiedliche Themen (Schichten, Layer) auffächern kann. In jedem Layer gibt es gleichartige Objekte bzw. Entitäten" (BARTELME 1995, S. 20). Ein Baum kann beispielsweise nicht in zwei Bäume unterteilt werden, höchstens in Stamm und Krone oder ähnliches. Dieses Prinzip entstammt der klassischen Kartographie, bei welchem die Daten thematisch gegliedert auf unterschiedlichen gleichrangigen Folien festgehalten und übereinandergelegt werden können.

**Objektorientierter Ansatz** (Objektklassen-Prinzip). Der Ansatz, Teile der realen Welt der menschlichen Wahrnehmung entsprechend in einzelne Objekte zu zerlegen, ist wesentlich jünger als das Layer-Prinzip. Geo-Objekte werden hierarchisch gegliedert und gleichartige zu Objektklassen zusammengefasst. Betrachtet man z.B. einen Baum, besteht dieser aus Krone und Stamm, hat einzelne Blätter, ist Teil eines Waldes oder steht alleine am Wegesrand usw.

Ein wichtiger Unterschied zwischen den beiden Modellierungsprinzipien ist, dass beim Ebenenmodell die Darstellung der Elemente (z.B. eines thematischen Layers) bei den Elementen selbst abgespeichert wird. Beim Objektklassenprinzip wird jedoch strikt zwischen logischem Datenmodell und Darstellungsmodell unterschieden.

Strukturelle Hauptkomponenten in einem GIS sind:

<b>H</b>	Hardware	Prozessoren und Peripherie
<b>S</b>	Software	Rechenprogramme, Analyseregeln
<b>D</b>	Daten	quantitative und qualitative Informationen
<b>A</b>	Anwender	Benutzer

Die funktionalen GIS-Hauptkomponenten:

<b>I</b>	Input	Erfassung
<b>M</b>	Management	Verwaltung
<b>A</b>	Analysis	Auswertung
<b>P</b>	Presentation	Präsentation

**Auswahl von ArcView 3.x.** Die GIS-Software ArcView ist modular aufgebaut. Die modulare Programmstruktur umfasst ein View-, Tables-, Layouts-, Charts- und Scriptmodul, von denen hier aber nur die ersten drei wegen ihrer besonderen Bedeutung genauer beschrieben werden.

**View-Modul.** Das View stellt eine elektronische Karte mit all den Vorteilen elektronischer Verarbeitungsmöglichkeiten dar. In einem View können sowohl geometrische Grundstrukturen (ohne Attributinformation) wie auch sogenannte Themen, eine Gruppe geografischer Objekten in einem View, dargestellt werden. Diese Themen bilden die in ArcView zu bearbeitenden raumbezogenen Daten, wobei sowohl Vektor- als auch Rasterdaten gemeint sein können. So können neben ArcView-Shape-Dateien und ARC/INFO-Coverages auch ARC/INFO-GRIDS sowie mehrere Bildformate (z.B. TIFF-, Bitmap- und JPEG-Daten) in die Views eingeladen werden. Alle Themen eines Views sind in einem interaktiven Inhaltsverzeichnis aufgeführt, in dem die Themen aktiviert bzw. deaktiviert und über die Legende deren Grafikattribute eingestellt werden können.

**Tabellen-Modul.** Die Tabellen eines ArcView-Projekts beinhalten in den meisten Fällen die Sachdaten der in einem View dargestellten Themen. Es besteht

die Möglichkeit von einem View aus auf die Attribute eines bestimmten Themas zurückzugreifen und diese dann gegebenenfalls zu verändern oder auszuwerten. Auch können ASCII-, dBase- oder INFO-Dateien in ein Tabellendokument geladen und dann in einem View als „Event theme“ dargestellt werden.

**Layout-Modul.** In einem Layout-Dokument können Karten erstellt werden. Neben den in den Views zusammengestellten Daten können zusätzlich z.B. Maßstabsleisten, Legenden oder Diagramme hinzugefügt werden.

Eine zusammenfassende Übersichtsgaphik über die Programmoberfläche findet sich im → Anhang A.2.2.3.

**Erweiterbarkeit von ArcView 3.x.** Der Einsatz der Computertechnologie hat prinzipiell eine wesentliche Schwachstelle: Das sind die Hard- und Software selbst. Die permanente und extrem schnelle Entwicklung im EDV-Sektor führt oft dazu, dass die z.B. im behördlichen Bereich verwendete Ausstattung mit Hard- und Software bestenfalls den Stand der Entwicklung bei Anschaffung des Equipments darstellt, die Technik aber schnell veraltet. Das soll nicht bedeuten, dass die Arbeit mit der vorhandenen Hard- bzw. Software dadurch an Qualität verliert. Vielmehr werden eben durch die schnelle Entwicklung und fortlaufende Arbeit immer neue Problemfelder (sachliche wie informationstechnische) entdeckt, die ihrerseits zu neuen Problemlösungen anregen.

Datenbanksysteme (DBS), ein notwendiger GIS-Bestandteil, haben z.B. im Hinblick auf Menge und Tiefe der gespeicherten Informationen in der Vergangenheit eine rasante Entwicklung erfahren. Natürlich sind die Geo-Daten verarbeitenden Anwendungen selbst auch in Größe und Komplexität gewachsen. Bis zum heutigen Zeitpunkt verwenden viele GIS sogenannte relationale Datenbanksysteme.

An die Stelle von relationalen Systemen treten heute z.T. objektorientierte Sichtweisen, die im Folgenden - anhand von ArcView 3.x dargestellt -kurz näher beschrieben werden. Da ständig neue Anforderungen an die Anwender gestellt werden, ist im Rahmen der Weiterentwicklung der GIS-Software die Möglichkeit für die praxisorientierten Anwender geschaffen worden, die Software zumindest teilweise selber durch Programmierung auszubauen. So können Werkzeuge oder *Tools* innerhalb des GIS geschaffen werden, die ursprünglich nicht in der Software enthalten sind (wie z.B. MeSID). In vielen Fällen, so auch in dieser Untersuchung, sind die Erweiterungen des GIS Folge der Arbeitsbedingungen und -abläufe. Wenn mit der benutzten Software etwas erledigt werden soll, was in der gewünschten Form noch nicht funktioniert, werden selbst-programmierte Erweiterungen des GIS nötig. Im Fall des GIS ArcView kann dies mit der implementierten objektorientierten Scriptsprache AVENUE geschehen. Da ArcView beinahe ausschließlich aus in AVENUE programmierten Modulen besteht, gestattet es diese Sprache, praktisch das gesamte Programm zu verändern, erweitern oder an spezifische Fragestellungen anzupassen.

**Objektorientierte Programmierung.** Die Grundlage einer objektorientierten Programmierung (object-oriented programming, OOP) ist die sog. Kapselung (encapsulation), d.h. gleichrangige Speicherung von Eigenschaften und Funktionen (SAURER & BEHR 1997, S. 61). Im wesentlichen sind es vier Aspekte, die den objektorientierten Ansatz ausmachen: Identität, Klassifikation, Polymorphismus und Vererbung.

**Identität.** Identität bedeutet, dass Daten in abgrenzbare, unterscheidbare Objekte quantifiziert (i.S. von zählbar) werden. Jedes eindeutig referenzierbare Objekt hat also seine eigene Identität. Objekte sind auch dann voneinander verschieden, wenn alle ihre Attributwerte gleich sind. Eine einzelne Fläche in einem Naturschutzgebiet, das ganze NSG selbst oder ein spezielles View-Fenster in ArcView sind Beispiele für konkrete Objekte.

**Klassifikation.** Eine Klasse ist eine Abstraktion, die gemeinsame Eigenschaften von Objekten beschreibt bzw. vereint, die für den Anwender wichtig sind. Eine Klasse von Objekten implementiert, dass sich Objekte mit gleicher Datenstruktur (mit gleichen Merkmalen) und gleichem Verhalten (mit gleichen Operationen) in dieser Klasse zuordnen lassen. Jedes Objekt einer Klasse wird Instanz seiner Klasse genannt. Beispiele sind die Klasse "Fenster" in ArcView, die Klasse "Messprogramme" oder die Klasse "Polygone" im GIS.

**Polymorphismus.** Polymorphismus weist auf die Tatsache hin, dass sich die gleiche Operation verschieden verhält, wenn sie auf verschiedene Klassen angewendet wird. Eine spezifische Einbindung einer Operation (Aktion eines bestimmten Objektes) durch eine Klasse wird Methode genannt. Jedes Objekt weiß, wie es seine eigenen Operationen ausführt. Operationen des Objektes Polygon sind z.B. bewegen, schneiden, löschen oder hinzufügen.

**Vererbung.** Vererbung bedeutet das Teilen von Attributen und Operationen zwischen Klassen basierend auf einer hierarchischen Beziehung. Eine Klasse kann grob definiert und dann verfeinert werden in sogenannte Subklassen. Jede Subklasse vereinigt oder erbt alle Eigenschaften ihrer Superklasse und fügt ihre eigenen eindeutigen Eigenschaften hinzu. Da die Eigenschaften von Instanzen einer Klasse nicht jedes Mal wieder einzeln definiert werden müssen, führt dies zur Reduzierung von Wiederholungen im Entwurf (Redundanz). Beispielsweise vererbt die Klasse „Theme“ in ArcView all ihre Eigenschaften an die Subklassen „Ftheme“ (Featuretheme), „Itheme“ (Imagetheme), „Dbtheme“ (Databasetheme) oder „Gtheme“ (Gridtheme). Ein rotes Auto ist eine Instanz der Klasse „Auto“, es erbt somit die Eigenschaften der Klasse „Auto“. Autos haben z.B. vier Reifen, einen Motor und können sich fortbewegen. All dies kann das rote Auto automatisch dadurch, weil es eben ein Fall der Klasse „Auto“ ist.

Die *Beziehungen* (Assoziationen, Links) zwischen den Klassen können sehr vielgestaltig sein. Ein Beispiel lautet *"Das Messnetz XY wird betreut durch das*

*Landesamt XY*". Der Satzteil "wird betreut durch" stellt in diesem Fall die (gerichtete) Beziehung zwischen dem Objekt Messnetz und dem Objekt Landesamt XY her.

Der Vollständigkeit halber muss noch angefügt werden, dass es sehr verschiedene Mittel gibt, um Beziehungen zwischen Klassen herzustellen. Wichtige sind hier z.B. die Qualifikation, die Aggregation und die Generalisierung. Eine qualifizierte Beziehung verbindet zwei Objekte mittels eines besonderen Attributes, welches die Vielfältigkeit einer Assoziation reduziert (Dateiname als qualifiziertes Attribut zwischen Datei und Verzeichnis). Die Aggregationsbeziehung kann als "ein-Teil-von-Beziehung" oder auch "setzt-sich-zusammen-aus-Beziehung" gesehen werden. Ein Messstandort ist beispielsweise ein Teil von einem Messnetz, dieses ist Teil eines Messprogramms usw.. Die Generalisierung ist die Beziehung zwischen einer Klasse (Superklasse) und einer oder mehrerer verfeinerter Versionen (Subklassen) von ihr. Man sagt auch "ist-ein(e)-Beziehung" oder auch "ist-eine-Sorte-von-Beziehung", weil jede Instanz einer Subklasse auch Instanz der Superklasse ist.

**Objektorientierte Scriptsprache AVENUE.** ArcView und ARC/INFO geben dem Anwender die Möglichkeit, das Programm selbst mit Hilfe einer implementierten Programmiersprache zu steuern, d.h. an die eigenen Bedürfnisse anzupassen oder Werkzeuge zu programmieren. Im Gegensatz zu der in ArcInfo eingebetteten Programmiersprache Arc-Macro-Language (AML) ist die mit ArcView mitgelieferte Programmiersprache AVENUE objektorientiert. Man bezeichnet objektorientierte Sprachen auch als höhere Sprachen (high level language), da diese Art von Sprache vom verwendeten Computertyp unabhängig sind (d.h. gerätespezifisch unabhängig) und allgemeine Problemlösungen ermöglicht. Die meisten der Werkzeuge, die in ArcView verfügbar sind, wurden in AVENUE verfasst und als Scripte (Teilprogramme) abgelegt. Die meisten dieser Scripte können als Text in dem in ArcView implementierten Script-Editor (Script-Modul) betrachtet und verändert werden.

Diese Teilprogramme können in Form von Menüoptionen, Werkzeugen oder Schaltknöpfen/Schaltflächen in die Programmoberfläche integriert werden. Wie im Rahmen des Vorhabens UB II geschehen, lässt sich so die Oberfläche von ArcView den Anforderungen des Benutzers anpassen.

**Datenbankauswahlgründe.** Für das vorliegende Vorhaben UB II wurde zur Erhebung der Messnetzmetadaten die Datenbank-Software MS ACCESS gewählt, weil

- das MS-Office-Paket in der Umweltadministration weit verbreitet ist;
- das Dateneingabeformular (Fragebogenformular) einfach erzeugt werden kann und
- eine möglichst einfache Beantwortung der Messnetzmetainformationen durch die Länder gewährleistet ist.

**Datenbankstruktur.** Die Struktur einer solchen Datenbank wird zum besseren Verständnis der Anwendung und der Hintergründe im Folgenden zusammenfassend dargestellt. Ein Datenbanksystem ergibt sich aus der Kombination von Datenbankmanagementsystem (DBMS) und Daten (BILL & FRITSCH 1997, S. 266). Das DBMS nimmt dem Benutzer einen Großteil der Verwaltung der Daten ab und führt die Kommunikation mit den Anwenderprogrammen durch, die insofern als Methodenbanken aufgefasst werden können. Vor allem die Übersichtlichkeit, aber auch die Datenintegrität (Fehler- und Widerspruchsfreiheit) wird dadurch gewährleistet. Der Benutzer muss sich im allgemeinen nicht mit der Organisation der Daten auseinandersetzen. Seine Anwendungen funktionieren unabhängig von der Datenbank, d.h. Änderungen in der Datenbankstruktur erfordern keine Anpassung der Anwenderprogramme. Jedem Benutzer wird eine spezifische Datensicht ermöglicht (SAURER & BEHR 1997, S. 49).

**Logische Datenmodelle.** Die Abbildung der geometrisch und thematisch strukturierten Daten geschieht mit Hilfe von logischen Datenmodellen. Diese beinhalten die Schemata zur Organisation der gegebenen Strukturen (BILL &

FRITSCH 1997, S. 263). Dabei wird die Realwelt in Entitäten und Beziehungen aufgeteilt. Das Datenmodell gibt an, in welcher Form die Informationen über die Entitäten und die Beziehungen zwischen den Entitäten gesehen werden (SAURER & BEHR 1997, S. 50).

Man unterteilt logische Datenmodelle in hierarchische, netzwerkartige, relationale und objektorientierte Datenmodelle. Das heute gängigste Datenmodell ist das relationale, während dem netzwerkartigen und hierarchischen Modell eher nur noch historische Bedeutung zukommen. Vom objektorientierten Datenmodell werden in Zukunft große Verbesserungen erwartet, die technische Realisierung ist aber noch nicht voll umgesetzt. Somit wird im Folgenden nur das relationale Datenmodell vorgestellt, das auch der Datenorganisation der für dieses Vorhaben verwendeten GISen ARC/INFO und ArcView zugrunde liegt.

**Relationales Datenmodell.** Das relationale Datenmodell fußt auf einem tabellaren Konzept, bei dem sowohl die Daten selbst als auch Beziehungen zwischen Daten in Tabellenform gespeichert werden. Für jeden Entitätstyp, aber auch jede Beziehung wird dabei eine Tabelle angelegt, die dann über gemeinsame Attribute oder Identifikatoren (Schlüssel) in Beziehung gesetzt werden können (BARTELME 1995, S. 260f; BILL & FRITSCH 1997, S. 282ff; SAURER & BEHR 1997, S. 57ff).

Diese Konstruktion hat entscheidende Vorteile (BARTELME 1995, S.262f): Die Tabellenform ist jedermann zugänglich. Sie entspricht am ehesten der Art und Weise, wie Zusammenhänge dargestellt werden, und sie kann mit einfachen Zugriffsmechanismen kombiniert, verändert und abgefragt werden. Zudem gibt es einfache Regeln, die bei der Erstellung der Tabellen für eine minimale – d.h. möglichst redundanzfreie - Speicherung der Daten sorgen und eine stabile Datenstruktur begünstigen. Diese Regeln werden Normalformen genannt.

Die zuvor genannten Datenmodelle werden auch als Standarddatenbanksysteme bezeichnet. Sie gelangen hauptsächlich als Datenorganisationsformen für

Sachdaten zur Anwendung. Die Speicherung der Geometriedaten erfolgt oft getrennt und im Rahmen von Nicht-Standard-Modellen. Dies kann im Hinblick auf Erweiterungen und Analysen von großem Vorteil sein.

**Abbildung 1:** Beispiel für ein relationales Datenmodell



## A.1.2 Statistische Verfahren

### A.1.2.1 Nachbarschaftsanalyse

**Verwendungszweck.** Um neue UB-Messnetze zu planen und bestehende zu analysieren, wurde eine Repräsentanzformel (VETTER 1989) übernommen, modifiziert und in das Statistik-Paket Splus implementiert. Diese Nachbarschaftsanalyse liefert Maßzahlen für die Durchschnittlichkeit der Nachbarschaft eines Punktes, die als „Repräsentanzindex“  $RI$  bzw. als „Multidimensionaler Nachbarschafts-Repräsentanzindex“  $MNR$  bezeichnet werden.

**Funktion und Anwendung.** Als Grundlage sollen gerasterte Karten von landschaftsökologischen Merkmalen (z.B. Vegetation, Bodenarten, Klima) mit einer Rasterweite von  $r$  dienen. Die Merkmalsausprägungen seien hier mit den Zahlen von 1 bis  $m$  gekennzeichnet. Zur Definition des  $RI$  wird zunächst nur ein einzelnes Merkmal betrachtet.

Zu Beginn wird festgelegt, wie "Nachbarschaft" definiert ist, d.h. zu welchem Grad ein zweiter Punkt als Nachbar eines zentralen Punktes gilt, und zwar in Abhängigkeit vom Abstand der Punkte. Je weiter der zweite Punkt entfernt ist, desto weniger soll die Nachbarschaftseigenschaft zutreffen und desto geringer soll dieser Punkt bei der Beschreibung der Nachbarschaft des anderen eingehen, da ein weit entfernter Nachbar als weniger relevant für einen Punkt gilt. Als Nachbarschaft zu einem Punkt kann man sich im Prinzip eine Verteilung (oder ein Histogramm) des Merkmals in der Nachbarschaft vorstellen, mit der Bedingung, dass die oben beschriebene Gewichtung darin eingeht.

Die Nachbarschaften zu denjenigen Punkten, an denen das Merkmal dieselbe Ausprägung hat, sollen dann zu einer Gesamtnachbarschaftsverteilung bzgl. dieser Merkmalsausprägung zusammengefasst werden. Als Ähnlichkeit zu dieser Verteilung wird dann der sog.  $RI$  ("Repräsentanzindex") definiert.

Im Gegensatz zu VETTER (1989) werden hier die Stellen, an denen das Merkmal undefiniert ist, als "Merkmalsausprägung nicht bekannt" interpretiert. Bei VETTER (1989) werden diese Stellen in die Klasse "Merkmalsausprägung undefiniert" eingeordnet und wie eine zusätzlich vorhandene Merkmalsausprägung behandelt.

Wenn mehrere Merkmale (Karten) vorliegen, soll ferner der  $RI$ -Wert der einzelnen Merkmale so verknüpft werden, dass eine Gesamtbewertung der Repräsentanz für diese Ebenen möglich wird. Diese Funktion wird durch den sog. "Multidimensionalen Nachbarschafts-Repräsentanzindex"  $MNR$  ausgedrückt.

Bei seiner mathematischen Definition werden die folgenden Bezeichnungen benutzt:

$P$	Punkt einer Karte (zweidimensionale Koordinatenangabe)
$P_x, P_y$	Koordinaten von $P$ (Rastermittelpunkt)
$k$	Anzahl der verschiedenen Karten
$r$	Rastergröße der Karte
$m$	max. Merkmalsausprägung (Merkmalsausprägungen von 1 bis $m$ ohne Lücke)
$i, j, q$	Platzhalter für Merkmalsausprägungen
$A(P)$	Merkmalsausprägung an der Stelle $P$ ( $> 0$ ; 0 steht für Merkmalsausprägung undefiniert)

Ferner werden zwei Punkte (Rasterzellen)  $P_1$  und  $P_2$  einer Karte als **Nachbarn vom Grad  $\delta$**  bezeichnet, falls

1.  $P_2$  höchstens  $\delta$  Rasterpunkte von  $P_1$  in Länge oder Breite abweicht und
2. der (euklidische) Abstand zwischen  $P_1$  und  $P_2$  höchstens  $\delta * r$  beträgt.

Die Nachbarschaft vom Grad  $\delta$  eines Punktes  $P$  beschreibt also einen Kreis um  $P$  mit Radius  $\delta * r$ .

Damit die einzelnen Bestandteile der Definition besser nachvollziehbar sind, sollen in diesem Kapitel Zwischenergebnisse anhand von Beispielen illustriert werden. Dazu werden insbesondere die drei Punkte (a), (b) und (c) der  $\rightarrow$  Abbildung 2 betrachtet:

**Abbildung 2:** Beispielkarte des RI



**Mathematische Formalisierung.** Zur Ermittlung der Nachbarschaftsverteilung wird zunächst die Gewichtung der Nachbarn mit  $1/\text{Abstand}^2$  festgelegt. Die derart abstandsgewichtete Nachbarschaftsverteilung zu einem Punkt  $P$  ( $j = 1, \dots, m$ ) wird für die Merkmalsausprägungen  $j$  folgendermaßen definiert:

$$(1) \quad \alpha_j^{(P)} = \sum_{(x,y) \in I_j^{(P)}} \frac{1}{x^2 + y^2}$$

wobei:

$$I_j^{(P)} = \{(x,y) \in \{0, \dots, \delta\}^2, (x,y) \neq (0,0): (x^2 + y^2)^{0,5} \leq \delta + 0,5 \wedge A(P_{x+x}, P_{y+y})=j\}$$

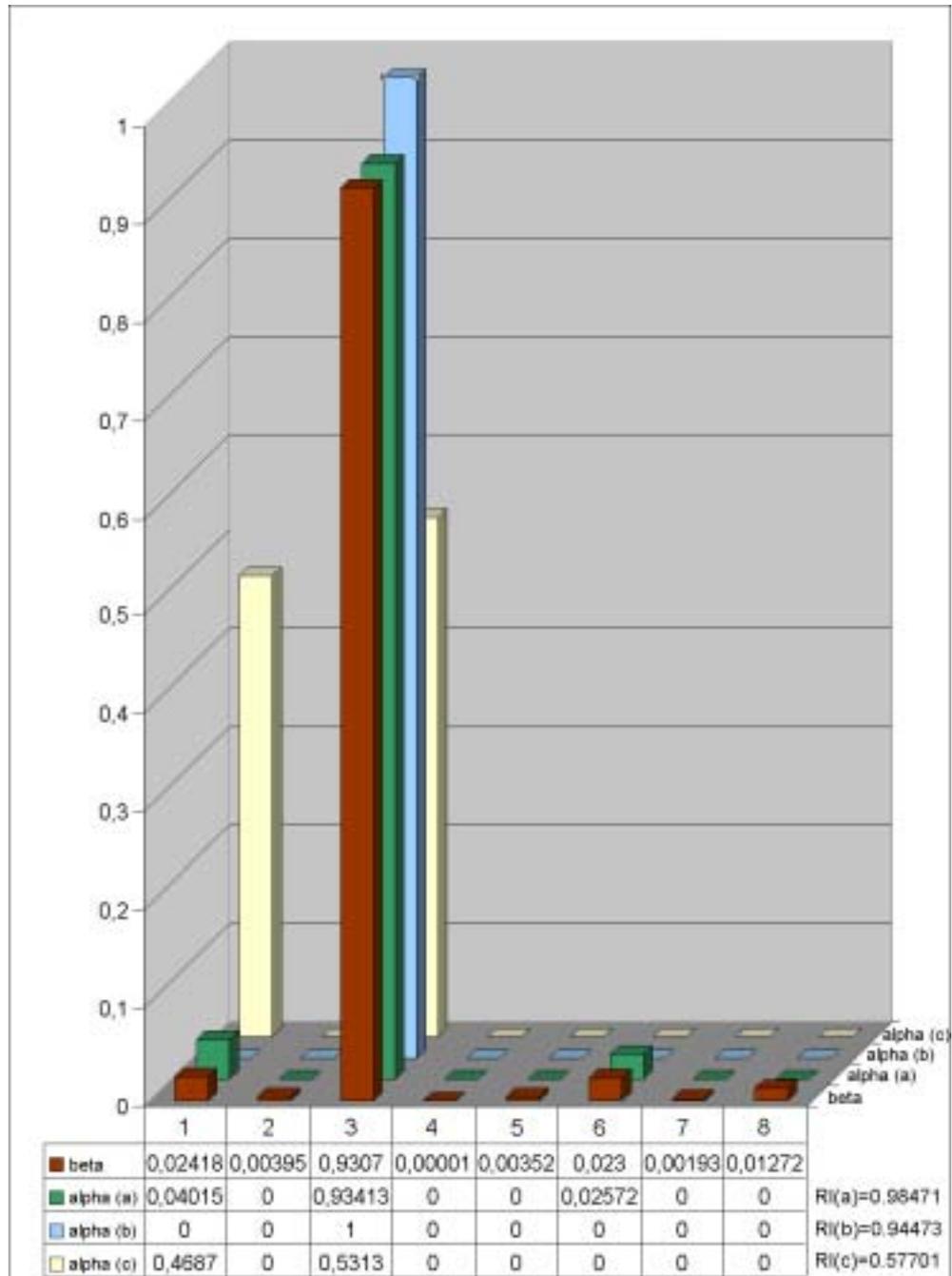
(die Punkte in der Nachbarschaft vom Grad  $\delta$  mit Merkmalsausprägung  $j$ ).

Um später den Vergleich mit den Gesamtnachbarschaftsverteilungen günstig durchführen zu können, wird dieser Wert noch jeweils auf das Intervall  $[0,1]$  normiert:

$$(2) \quad {}^* \alpha_j^{(P)} = \frac{\alpha_j^{(P)}}{\sum_{i=1}^m \alpha_i^{(P)}} \quad \text{für alle } j \in \{1, \dots, m\}$$

Durch Null würde nur bei einem Punkt geteilt, der vereinsamt inmitten von nur unbekanntem Werten innerhalb des Nachbarschaftsradius steht. Für solche Punkte wird dann später  $R/I = \text{"undefiniert"}$  ausgegeben. Wenn keine Nachbarschaft zu einem Punkt vorhanden ist, wird also auch keine Nachbarschaftsanalyse für diesen durchgeführt.

Die  ${}^* \alpha_j^P$ -Werte werden in  $\rightarrow$  Abbildung 3 für  $P \in \{a, b, c\}$  (die Punkte aus der Karte in  $\rightarrow$  Abbildung 2) dargestellt. Für  $\delta$  wurde im Beispiel 12 eingesetzt. Die Vektoren ( ${}^* \alpha_1^{(P)}, \dots, {}^* \alpha_m^{(P)}$ ) werden dort kurz als "alpha (P)" bezeichnet. Für  $P \in \{a, b, c\}$  charakterisieren sie die Nachbarschaften der drei Punkte, was man auch im Vergleich mit der Karte aus  $\rightarrow$  Abbildung 2 gut nachvollziehen kann.

**Abbildung 3:** Beispielwerte für alpha und beta

Zu denjenigen Punkten, an denen die Merkmalsausprägung  $q$  vorliegt, soll nun die Gesamtnachbarschaftsverteilung ermittelt werden. Dazu werden zunächst je

Merkmalsausprägung  $j \in \{1, \dots, m\}$  die  $\alpha_j^{(P)}$  zu den Punkten mit derselben Merkmalsausprägung  $q$  summiert:

$$(3) \quad \beta_j^{(q)} = \sum_{P \in J_q} \alpha_j^{(P)}$$

wobei  $J_q := \{P \in K : A(P) = q\}$  (die Punkte, an denen dieselbe Merkmalsausprägung  $q$  vorliegt).

Damit später der Vergleich mit den normierten Nachbarschaftsverteilungen durchgeführt werden kann, müssen die  $\beta_j^{(q)}$  auch entsprechend normiert werden, so dass sich folgende Gesamtnachbarschaftsverteilung zur Merkmalsausprägung  $q$  ( $j = 1, \dots, m$ ) ergibt:

$$(4) \quad {}^* \beta_j^{(q)} := \frac{\beta_j^{(q)}}{\sum_{i=1}^m \beta_i^{(q)}}$$

Teilen durch Null kommt nicht vor, es sei denn, alle nicht-undefinierten Ausprägungen des Merkmals kommen nur innerhalb von nur undefinierten Nachbarschaftsausprägungen vor. Wenn dies passieren würde, wäre der  $R/I$  nicht definiert.

Die Gesamtnachbarschaftsverteilung hat den Charakter einer durchschnittlichen (gemittelten) Nachbarschaftsverteilung. Denn angenommen undefinierte Werte liegen nicht vor, reduziert sich die Berechnung der  $\beta_j^{(q)}$  auf die einfache Form:

$${}^* \beta_j^{(q)} := \frac{\sum_{P \in J_q} \alpha_j^{(P)}}{c |J_q|}, \text{ mit der nur von } \delta \text{ abhängigen Konstanten}$$

$$c := \sum_{(x,y) \in I} \frac{1}{x^2 + y^2}$$

wobei

$$I := \{(x,y) \in \{0, \dots, \delta\}^2, (x,y) \neq (0,0): (x^2 + y^2)^{0,5} \leq \delta + 0,5\}$$

( $I$  ist der gesamte Bereich im Nachbarschaftsradius  $\delta$ ).

In  $\rightarrow$  Abbildung 3 wird der Vektor  ${}^* \beta_1^{(q)}, \dots, {}^* \beta_m^{(q)}$  für  $q = 3$  als "beta" abgekürzt (die Merkmalsausprägung 3 ist jene, welche in  $\rightarrow$  Abbildung 2 bei allen drei Punkten (a), (b) und (c) vorliegt). Die durchschnittliche Nachbarschaftsverteilung zu dieser Merkmalsausprägung enthält keine Nullen, da jede andere Merkmalsausprägung in einer Nachbarschaft zu diesen Punkten von  $\rightarrow$  Abbildung 2 tatsächlich auch vorkommt.

Nun kann der  $RI$  zu Punkten  $P$ , bei denen die Merkmalsausprägung nicht unbekannt ist, als Ähnlichkeit von der normierten Nachbarschaftsverteilung zum Punkt  $P$  und der Gesamtnachbarschaftsverteilung zu der Merkmalsausprägung an diesem Punkt definiert werden. Zunächst wird der euklidische Abstand im multidimensionalen Raum (Dimension  $m$ ) ermittelt. Dieser Abstandswert wird noch mit dem Teilen durch die Wurzel aus Zwei ins Intervall  $[0,1]$  skaliert. Damit später ein höherer Wert eine größere Ähnlichkeit anzeigt, wird dann noch durch Anwendung der Funktion  $f(x)=1-x$  die Skala  $[0,1]$  umgedreht, so dass 1 die maximal mögliche Übereinstimmung zwischen der normierten Nachbarschaftsverteilung zum Punkt  $P$  und der Gesamtnachbarschaftsverteilung zur Merkmalsausprägung an diesem Punkt ist.

$$(5) \quad RI(P) := 1 - \frac{d\left({}^* \alpha_1^{(P)}, \dots, {}^* \alpha_m^{(P)}, {}^* \beta_1^{(A(P))}, \dots, {}^* \beta_m^{(A(P))}\right)}{\sqrt{2}}$$

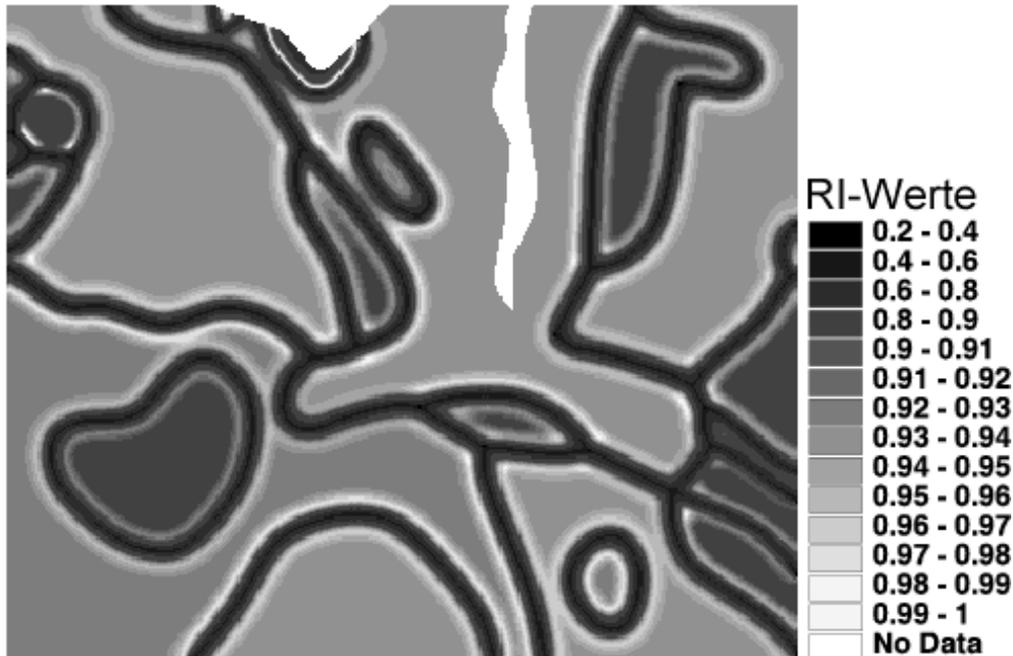
In → Abbildung 3 sind die *RI*-Werte für die Punkte (a), (b) und (c) rechts unten aufgelistet:

**(a)** hat im Beispiel eine typische Nachbarschaftsverteilung, d.h. alpha (a) ist dem beta besonders ähnlich, was sich in einem sehr hohen *RI*-Wert niederschlägt.

**(b)** ist ein Punkt, dessen Nachbarn im Radius 12 jeweils die gleiche Merkmalsausprägung haben. Da dies besonders häufig vorkommt, ist es für diese Karte und diese Merkmalsausprägung auch recht typisch, was sich in dem relativ hohen *RI* zeigt.

**(c)** ist ein Punkt ganz am Rand einer Fläche der Merkmalsausprägung 3, was sich in einem alpha-Vektor zeigt, in dem zwei Werte nahe bei 0,5 auftreten (nämlich für die zwei Merkmalsausprägungen die in der Nachbarschaft im Radius 12 vorkommen). Der alpha-Vektor ist hier also wesentlich weniger dem beta-Vektor ähnlich; somit ergibt sich ein sehr kleiner *RI*-Wert. Dass dieser *RI*-Wert als sehr klein eingestuft werden kann, zeigt sich im Vergleich mit dem durchschnittlichen *RI* für diese Karte und dieses Beispiel, der bei ca. 0,91 liegt.

Die → Abbildung 4 zeigt die *RI*-Werte für alle in → Abbildung 2 dargestellten Punkte.

**Abbildung 4:** RI-Karte für das Anwendungsgebiet

**Festlegung des maximalen Nachbarschaftsradius.** Der maximale Nachbarschaftsradius  $\delta$  muss vom Anwender festgelegt werden. Dazu sollten auch die Betrachtungen des nächsten Abschnitts herangezogen werden, um einen minimal notwendigen Wert, abhängig vom eingesetzten Beispiel, zu ermitteln. Eine Vergrößerung des Nachbarschaftsradius kann aber evtl. von Vorteil sein.

SCHMOTZ (1996) fordert, dass der Nachbarschaftsradius mindestens so groß gewählt werden soll, dass für jeden Punkt auch Fremdnachbarn (Nachbarn verschiedener Merkmalsausprägungen) zur Verfügung stehen. Im obigen Beispiel wurde dieses Kriterium verletzt, da bei Punkt (b) kein Fremdnachbar im vorgegebenen Radius liegt, so dass man hier den Nachbarschaftsradius größer wählen müsste. Ob man dieses Kriterium allerdings zu Rate ziehen muss, hängt auch davon ab, ob weiter entfernte Punkte überhaupt einen Nachbarschaftseinfluss (anwendungsbezogen) haben können. Wenn man etwa Beprobungsstellen sucht, dann stellt sich die Frage, wie groß die Reichweite des Einflusses von Fremdnachbarn auf die zu messenden Größen sein kann.

Eine weitere Idee für ein hierfür wichtiges Kriterium liefert die folgende Betrachtung. Der Wertebereich der Merkmalsausprägungen war als  $\{1, \dots, m\}$  angenommen worden. Wenn man diesen Wertebereich in einen größeren einbettet, nämlich in  $[0, 1]^m$  (indem man  $j$  auf den Vektor mit einer 1 an der  $j$ -ten Komponente und sonst nur Nullen abbildet - von der Bedeutung her ergibt sich für die  $i$ -te Komponente die Fuzzy-Zugehörigkeit zur Merkmalsausprägung  $i$ ), dann ergibt sich die Möglichkeit, ein Variogramm für die Werte zu ermitteln, dessen Aussageweite dann bei der Wahl von  $\delta$  berücksichtigt werden kann. Noch interessanter könnte auch die Aussageweite eines Variogramms von einem Parameter sein, für den die *RI/MNR*-Ermittlung durchgeführt werden soll (etwa zur repräsentativen Auswahl von Messorten zu diesem Parameter). Wenn man  $\delta$  nicht zu klein wählt, sollte i.A. eine nicht allzu große Änderung kaum eine nennenswerte Auswirkung haben können, denn wie in der Definition der Nachbarschaftsverteilung (1) zu erkennen ist, tragen die außen liegenden Punkte (aufgrund der Gewichtung mit  $1/\text{Abstand}^2$ ) nur noch sehr wenig zur Nachbarschaftsverteilung bei.

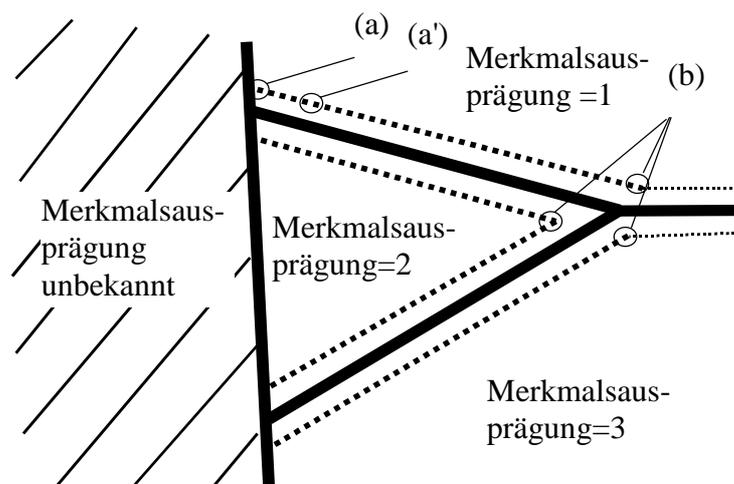
**Definition des *RI* in Bezug auf unbekannte Werte.** Bei unbekanntem Wert in der Nachbarschaft zu einem Punkt erhält man kleinere Werte für die Komponenten der Nachbarschaftsverteilung zu einem Punkt  $P$  (siehe (1)), da bei deren Berechnung weniger Summanden eingehen, weil nur für bekannte Nachbarn etwas addiert wird. Durch die Normierung der Nachbarschaftsverteilungen wird dies wieder ausgeglichen, d.h. dass die normierten Nachbarschaftsverteilungen vergleichbar sind.

Bei der Gesamtnachbarschaftsverteilung zu einer Merkmalsausprägung  $q$  (siehe (4)) gehen nur die nicht-normierten Nachbarschaftsverteilungen ein. Deshalb haben die Punkte, deren Nachbarschaft nur partiell bekannt ist, dort eine entsprechend geringere Auswirkung, was als erwünscht gelten kann. An einem geraden Rand (wie im Beispiel des folgenden Abschnitts) sinkt die Auswirkung

auf bis zu 50% im Vergleich zu einem Punkt mit vollständig bekannter Nachbarschaft.

**Weitere Veranschaulichungen des  $RI$ .** Wenn man  $RI$ -Ergebniskarten mit relativ großen zusammenhängenden Flächen gemeinsamer Merkmalsausprägung betrachtet ( $\rightarrow$  Abb. 5 und  $\rightarrow$  Abb. 4), fällt auf, dass sich in der Nähe zur Grenze zu einer anderen Merkmalsausprägung, jedoch nicht ganz dicht an dieser Grenze erhöhte  $RI$ -Werte befinden. Dies liegt daran, dass i.A. der häufigste Nachbar einer Merkmalsausprägung  $q$  in der Gesamtnachbarschaftsverteilung zu  $q$  wiederum  $q$  ist, jedoch auch andere Merkmalsausprägungen bei den Nachbarn, allerdings mit kleineren Häufigkeiten, vorkommen.

**Abbildung 5:** Schema einer  $RI$ -Ergebniskarte



Am größten sind in solchen Beispielen die  $RI$ -Werte in den Eckbereichen (b), denn an diesen Punkten kommt die Verteilung der Gesamtnachbarschaftsverteilung am nächsten, weil neben der großen Häufigkeit der Merkmalsausprägung selbst hier sogar mehrere andere Nachbarn mit kleinen Häufigkeiten vorkommen. Eine mögliche Einschränkung dazu soll nicht unerwähnt bleiben: Bei kleinem Abstand der erhöhten Werte zur Grenze zwischen Merkmalsausprägungen kann es passieren, dass in besonders günstigen Positionen keine Rasterpositionen der Karte existieren, so dass ausgerechnet die größten Werte in

solch ungünstigen Fällen wegfallen können. Dieses Problem ließe sich bei einer kritischen Betrachtung der Ergebniskarte bemerken und durch Erhöhung der Auflösung in den Griff bekommen.

Es wurde bereits erwähnt, dass die veranschaulichenden Betrachtungen zusätzliche Hinweise zu einem minimal notwendigen Wert für den maximalen Nachbarschaftsradius liefern. Dafür sollte man  $\delta$  zunächst zu groß wählen, um einen Eindruck zu erhalten, welcher Abstand der erhöhten Werte zur Grenze zwischen Merkmalsausprägungen sich ergibt. Werte von  $\delta$ , bei denen dieser Abstand kleiner wird, sind vermutlich zu klein.

Zur Veranschaulichung der Wirkung von unbekanntem Werten ist es nützlich, zwei Beispielnachbarschaften zu betrachten ( $\rightarrow$  Abb. 6, passend zu den Punkten (a) und (a') in  $\rightarrow$  Abb. 5).

**Abbildung 6:** Beispielnachbarschaften des Mittelpunktes

<b>(a)</b>	<pre> ? 1 1 ? ? 1 1 1 ? ? 1 1 1 ? ? 1 1 1 ? ? 1 1 1 ? 2 2 </pre>	<b>(a')</b>	<pre> 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 2 2 2 </pre>
------------	--	-------------	--

Diese Punkte (a) und (a') liegen auf der gestrichelten Linie von hohen RI-Werten; (a) hat im Gegensatz zu (a') allerdings einige Nachbarn unbekannter Merkmalsausprägung.

Die normierte Nachbarschaftsverteilung für (a) ist  $= (0.919, 0.081, 0.000)$ , die für (a') entsprechend  $(0.924, 0.076, 0.000)$ . Sie sind also ausgesprochen ähnlich; somit ergeben sich auch sehr dicht beieinanderliegende RI-Werte, was zeigt, dass der *RI*, wie zuvor definiert, von der Nähe der unbekanntem Werte nicht abhängig ist. Das Ergebnis liefert das, was man am wahrscheinlichsten

bekäme, wenn an den Stellen mit unbekanntenen Werten die wahren Werte zur Verfügung stünden, und anschließend die *RI*-Karte berechnen würde, die zuletzt anhand der unbekanntenen Werte aus obigem Beispiel ausgeschnitten würde.

Im Allgemeinen wird man in der Nähe zum Rand also keine ganz hohen Werte finden, da hier kein Eckbereich (*b*) auftaucht. Dies ist erwünscht, da man nach den höchsten *RI*-Werten Ausschau hält (angenommen, man sucht Punkte mit besonders typischer Nachbarschaftsverteilung). Punkte am Rand, bei denen ein Teil der Nachbarschaft ohnehin ungewiss ist, möchte man natürlich möglichst nicht in Betracht ziehen, wenn es darum geht ein Ergebnis mit verlässlichen höchsten Werten zu erhalten.

**Multidimensionaler Nachbarschafts-Repräsentanzindex (MNR).** Der MNR erlaubt, die *RI* von *k* verschiedenen Merkmalen (Karten) (bezeichnet mit *RI*(*i*) für das *i*-te Merkmal für *i* = 1, ..., *k*) so zu verknüpfen, dass eine Karte von Werten erzeugt wird, die eine Gesamtrepräsentanz über alle Merkmale darstellt.

Dazu wird wiederum zunächst der euklidische Abstand im multidimensionalen Raum  $[0,1]^k$  vom Idealrepräsentanzvektor  $(1, \dots, 1)$  betrachtet. Anschliessend wird durch Teilen durch die Wurzel aus *k* wieder in das Intervall  $[0,1]$  skaliert und durch die Anwendung der Funktion  $f(\mathbf{x}) = \mathbf{1} - \mathbf{x}$  die Skala  $[0,1]$  umgedreht, damit hohe Werte eine hohe Repräsentanz anzeigen. Somit ergibt sich die Formel des *MNR* (VETTER 1989):

$$(6) \quad MNR(P)_{RI^{(1)}(P), \dots, RI^{(k)}(P)} := 1 - \frac{d((RI^{(1)}(P), \dots, RI^{(k)}(P)), (1, \dots, 1))}{\sqrt{k}}$$

**Veranschaulichung des MNR.** Im einfachsten Fall, d.h. für ein einzelnes Merkmal (Fall *k* = 1), entsprechen die *MNR*-Werte den *RI*-Werten. Die *MNR*-Karte für mehr als ein Merkmal (Fall *k* > 1) wirkt wie eine Mehrfachbelichtung

der zugrundeliegenden *RI*-Karten. Wenn man die *RI*-Karten dazu kennt, kann man sie i.A. mit etwas Mühe wiedererkennen.

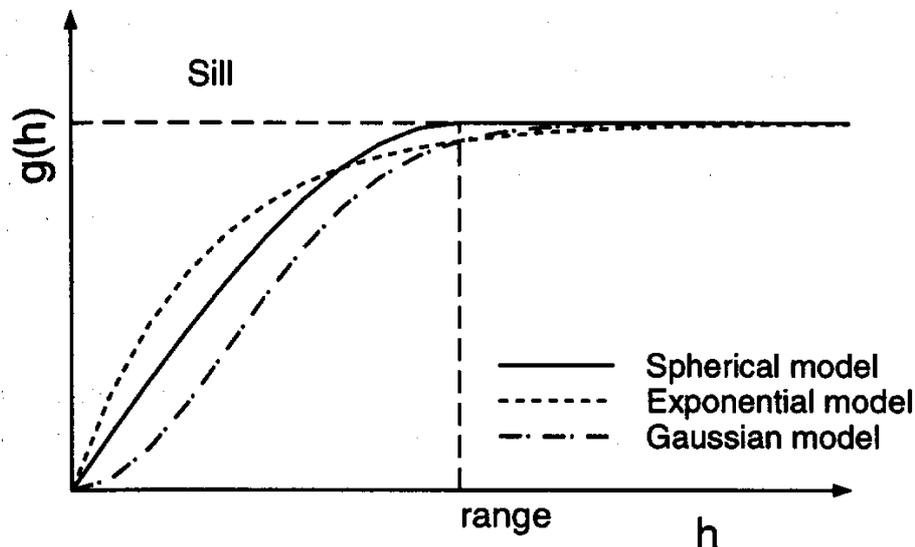
Genauer betrachtet, ergibt sich für die Deutung, dass nur dann, wenn alle *RI*-Werte an einer Stelle hoch sind, sich auch ein hoher *MNR*-Wert dort ergibt. Wenn auch nur ein *RI*-Wert niedrig ausfällt, dann wird auch der *MNR*-Wert niedrig ausfallen; denn bei der Abstandsbildung geht der Abstand in einer einzelnen Komponente quadratisch ein, bevor addiert und die Wurzel gezogen wird.

Bei der Suche nach hohen *MNR*-Werten müssen somit Stellen im Untersuchungsraum gefunden werden, bei denen alle *RI*-Werte ausreichend günstig ausfallen. Optimal wären Orte, an denen in allen Karten sehr günstige *RI*-Werte zum jeweils selben Punkt vorliegen.

#### **A.1.2.2 Geostatistik - Variogrammanalyse und Kriging**

**Auswahlgründe.** Die Geostatistik ermöglicht es, die Suffizienz (Sind genug Messpunkte für flächenhafte Aussagen vorhanden?) und die Effizienz von Messnetzen (Kann man auch mit weniger Messpunkten flächenhaft valide Aussagen ableiten?) zu überprüfen.

Abbildung 7: Variogrammodelle

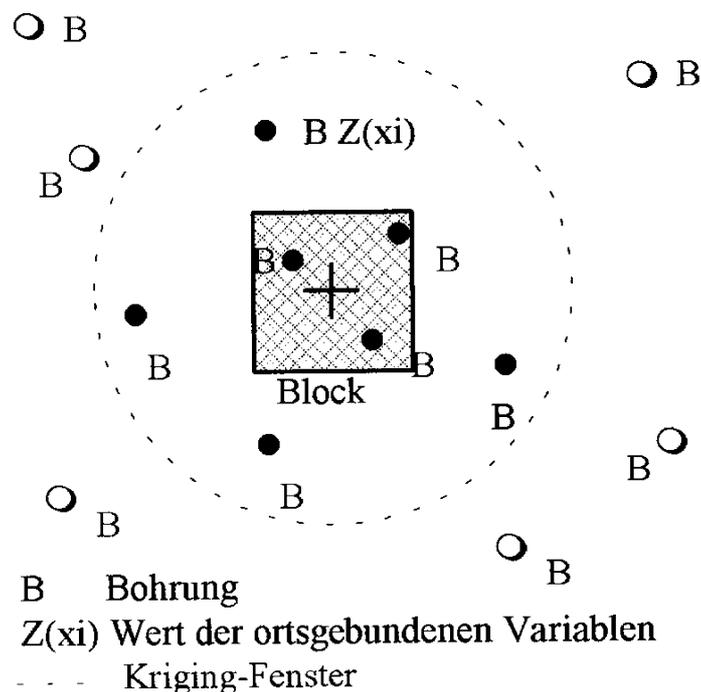


Variogrammanalyse und Kriging sind geostatistische Verfahren, die auf der Theorie regionalisierter Variabler gründen (MATHERON 1971). Mit der Variogrammanalyse lässt sich prüfen, ob Messwerte näher beieinanderliegender Messpunkte einander ähnlicher sind als diejenigen voneinander weiter entfernt liegender Messflächen. Dazu bildet man innerhalb vorzugegebener Distanzintervalle die mittleren quadrierten Differenzen der Probenwerte (= Semivarianzen) und trägt diese in einem Koordinatensystem zu den jeweiligen Distanzen auf. Man erhält so das sogenannte *experimentelle Variogramm*. Für die Ableitung der für die nachfolgende Kriging-Interpolation notwendigen Parameter Extrapolationsradius und Wichtungsfaktoren ist es weiterhin nötig, diesem experimentellen Variogramm ein Modellvariogramm anzupassen (→ Abbildung 7).

Wenn die Messwertvarianz mit zunehmender Messpunktdistanz steigt, so weist dies auf eine distanzabhängige Struktur im Datenfeld hin. Die maximale räumliche Aussagekraft der punkthaften Messwerte ergibt sich dann aus der Projektion der Scheitelkurve des Modellvariogramms auf die Distanzachse ( $h$ ) (→ Abbildung 7). Innerhalb dieses Bereiches (range) ist eine Interpolation zwischen

Messpunkten statistisch sinnvoll. Jenseits dieser Reichweite gibt es keine entfernungsabhängige Autokorrelation der Messpunkte zueinander, die (Semi-) Varianz ( $\gamma_h$ ) nimmt dann den Wert der statistischen Varianz ( $\sigma^2$ ) der Gesamtmenge der Messwerte an (Sill).

**Abbildung 8:** Schätzung des Blockwerts (nach AKIN 1983)



Nach einer positiven geostatistischen Prüfung des Datenmaterials per Variogrammanalyse wird zur Regionalisierung der Datenpunkte, d.h. zur flächenhaften Interpolation, das Kriging-Verfahren angewendet (AKIN & SIEMES 1988). Hierbei wird in einem definierten Interpolationsraster (Block-/Punktraster) unter der Bedingung der Minimierung der Schätzvarianz eine nach Entfernung gewichtete Berechnung der Schätzwerte durchgeführt. Die durch die Variogrammanalyse abgeleitete Kurvenfunktion geht u.a. in Form des Suchradius (Kriging-Fenster) und der Wichtungsfaktoren als Parameter in die Kriging-Berechnung ein (→ Abbildung 8)

## **A.2 Verfahrensdokumentationen**

### **A.2.1 Das "Kochrezept" (Befehlsabfolgen)**

Das Kochrezept für die Metadatenverarbeitung vom Fragebogen bis zum GIS UB umfasst die vier folgenden Schwerpunkte:

1. Bearbeitung des MS ACCESS Fragebogens bzw. Eingabe von Messnetzinformationen,
2. Verknüpfung der aus MS ACCESS exportierten Messnetzinformationen mit den Standortkarten in ArcView (Metadatenanbindung an das GIS),
3. Schlagwortbasierte Abfrage der Inhalte der Metadaten - Verwendung des Abfragedialoges MeSID sowie
4. Landschaftsrepräsentanz: Auszählung der Messorte in den Raumklassen einer Raumgliederung.

## **A.2.2 Erläuternde Dokumentation des "Kochrezeptes"**

### **A.2.2.1 Metadaten-Erhebung: Allgemeines zum ACCESS-Fragebogen**

Die vorgestellte ACCESS-Anwendung besteht immer aus zwei Dateien, die intern miteinander verknüpft werden: der **Fragebogenprogrammdatei** und dem **Fragebogenformular**.

**Die Fragebogenprogrammdatei.** Diese in der Arbeitsanweisung als Fragebogen bezeichnete Datei ist das eigentliche ACCESS-Programm, das die interne Abfragestruktur enthält und nicht verändert wird. Wollen Sie die ACCESS-Datenbank in Form einer Client-Server Beziehung nutzen, so muss diese Datei auf dem **lokalen Rechner** abgelegt werden.

**Das Fragebogenformular.** Diese ACCESS-Datei ist diejenige Datei, die im Falle einer Client-Server-Struktur auf dem Server abgelegt werden muss. Sie enthält sowohl die vom Fachmann konzipierten Fragen zu den jeweiligen Fragegruppen, als auch die vom Sachbearbeiter im Fachressort des jeweiligen Bundeslandes eingetragenen messnetz-spezifischen Antworten.

Abbildung 9: Startansicht des Fragebogenformulars

Fragebogen-Programm von Frank Bartels 2/98 Version 1.1 Programm Beenden

Fragebogen zur Dokumentation aller relevanten Beobachtungsprogramme der Länder - Geogr

Unbeantwortete Frage

**Antwortender** — **Neu** **Löschen**

Nr.:  **Namen Ändern**

**Fragegruppe** — **Kategorien**

Relevant

<b>1</b>	<b>Allgemeine Angaben</b>
2	Boden
3	Luft
4	Wasser
5	Bioindikation
6	Umwelt und Gesundheit
7	Landschaft und Natur

**Frage** **Antwort löschen**

*1. Angaben zum Beantwortenden*

<b>1</b>	<b>Name des Beantwortenden</b>
2	Angaben zur Institution - Name der Institution
3	Angaben zur Institution - Abkürzung des Namens
4	Angaben zur Institution - Adresse
5	Angaben zur Institution - Bundesland
6	Angaben zum Bearbeiter - Name des Bearbeiters

Bitte angeben (alle Angaben werden vertraulich behandelt und nach der Auswertung des Fragebogens vernichtet):

**Name:**  
**Titel:**  
**Institution:**

**Antwort**

Kommentar:

**Grünne Drucken (+Vorschau)**
**Alles Drucken (+Vorschau)**
 Antw. Fußzeile:

## **A.2.2.2 Metadaten-Erhebung: Dateneingabe und -verarbeitung im Fragebogen**

### **A.2.2.2.1 Installation, erforderliche Dateien, Übersicht**

Das Fragebogenprogramm liegt in Form einer ACCESS-Datei vor, die ein beim Laden automatisch gestartetes Formular "Fragebogen" enthält. Dieses Formular ist vollständig interaktiv zu bedienen, d.h. ohne Kenntnisse von ACCESS anwendbar.

Das Fragebogenprogramm liegt für verschiedene ACCESS-Versionen bereit, angefangen von ACCESS 2.0 (und kann problemlos in ACCESS 95 und 97 konvertiert werden, sofern es nicht schon in der gewünschten Form vorliegt).

Der Dateiname ist (abhängig von der ACCESS-Version):

- Frageb20.mdb
- Frageb95.mdb
- Frageb97.mdb

Ein Fragebogen ist immer in Form einer weiteren ACCESS-Datei (einer ACCESS-Datei, die nur Daten enthält) gespeichert, die sowohl die Fragen als auch die Antworten aufnimmt. Diese Datei soll im ACCESS 2.0 Format verbleiben, was auch unter Benutzung von den späteren ACCESS-Versionen 95 und 97 problemlos funktioniert. Dies stellt sicher, dass die Datenauswertung auch mit einer frühen ACCESS-Version gemacht werden kann. Der Dateiname ist im Original "Fradaten.mdb". Dieser Dateiname sollte jedoch geändert werden, um die verschiedenen teilbeantworteten Fragebögen kenntlich zu machen.

### A.2.2.2.2 Start des Fragebogenprogramms

Bei Start des Fragebogenprogramms wird nach dem Pfad und Dateinamen des Fragebogenformulars gefragt (→ Abb. 10). Dieses Fragebogenformular (nicht die Fragebogenprogramm-Datei) übergibt man nach Beantwortung und Beendigung des Fragebogen-Programms dem jeweiligen Auswerter.

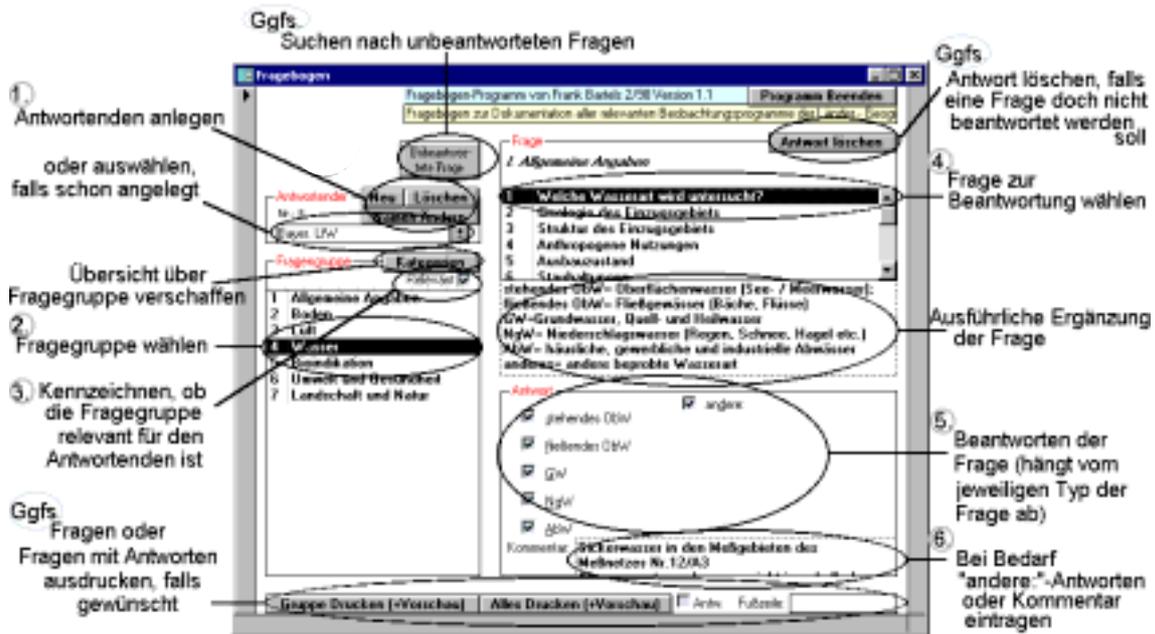
**Abbildung 10:** Eingabe des Ablagepfades des Fragebogenformulars



Innerhalb eines Fragebogenformulars können beliebig viele beantwortete Fragebögen gespeichert werden. Sie werden durch einen sog. Antwortenden-Namen unterschieden. Zur späteren Auswertung können einzeln beantwortete Fragebögen zusammengeführt werden.

### A.2.2.2.3 Beantwortung eines Fragebogens

Abbildung 11: Überblick über die Fragebogenkomponenten



Ein schneller Einstieg findet sich, wenn die Punkte 1 – 6 in → Abbildung 11 durchgegangen werden. Die Bedienungselemente sind so anzuwenden, wie es bei Windows-Programmen üblich ist.

Man beachte bitte, dass es einen Unterschied zwischen einer leer beantworteten Frage (z.B. Ankreuzungen rückgängig gemacht) und einer nicht beantworteten Frage gibt (z.B. Kästchen zum Ankreuzen grau dargestellt). Wenn man eine Frage schon beantwortet hat, sich aber dann doch entscheidet, die Frage nicht zu beantworten, benutze man den Knopf "Antwort löschen" rechts oben.

Der Button "Kategorien" liefert beispielhaft die in → Abbildung 12 gezeigte Übersicht über die aktuell gewählte Fragengruppe.

**Abbildung 12:** Fragengruppen des Formulars

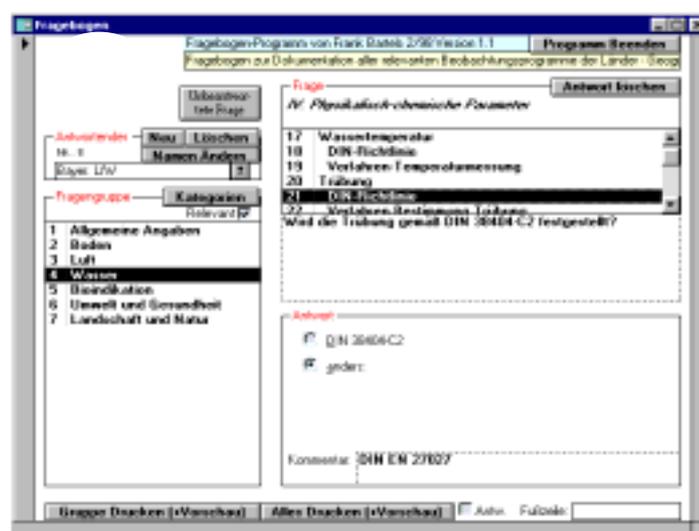


Namen der Kategorien dieser Gruppe	Anzahl der Fragen
I. Allgemeine Angaben	6
II. Meßnetz	3
III. Probenahme	7
IV. Physikalisch-chemische Parameter	21
V. Chemische Parameter	36
VI. Schwermetalle	14

Das Fenster wird mit Hilfe des kleinen Schließbuttons "x" ganz rechts oben geschlossen.

Was in → Abbildung 13 mit den Punkten 1 bis 7 nur für einen bestimmten Fragentyp (Multiple-Choice mit Mehrfachantwort möglich) dargestellt ist, sieht für die anderen Fragentypen so wie in → Abbildung 14 und → Abbildung 15 aus.

**Abbildung 13:** Fragentyp "Multiple-Choice mit Mehrfachantwort"



Fragebogen-Programm von Frank Batsch 27/07/1998/1.1 Programm Beenden  
Fragebogen zur Dokumentation aller relevanten Beobachtungsprogramme der Länder: Geop

Übersicht über Frage

Antwort beenden

Frage

IV. Physikalisch-chemische Parameter

17. Wasserparameter

18. DIN-Richtlinie

19. Verfahren-Temperaturmessung

20. Trübung

21. Dischidimetrie

22. Verfahren-Bestimmung Trübung

Wie die Trübung gemäß DIN 3841-C2 festgelegt?

Antwort

DIN 3841-C2

geder:

Kommentar: DIN EN 27607

Drucken Drucken (+Verschau) Alles Drucken (+Verschau)  Anh. Folio:

Abbildung 14: Beispiel für Antwortmöglichkeit in Textform

The screenshot shows the 'Fragebogen' (Questionnaire) software interface. The title bar reads 'Fragebogen'. The main window contains the following elements:

- Header:** 'Fragebogen-Programm von Frank Bartels 2/98 Version 1.1' and 'Programm Beenden'.
- Sub-header:** 'Fragebogen zur Dokumentation aller relevanten Beobachtungsprogramme der Länder - Geog'.
- Left Panel:**
  - Unbeantwortete Frage:** A button to view unanswered questions.
  - Antwortender:** 'Nr.: 9', 'Bayer, LW'. Buttons: 'Neu', 'Löschen', 'Namen Ändern'.
  - Fragegruppe:** 'Kategorien', 'Relevant '. A list of categories: 1 Allgemeine Angaben, 2 Boden, 3 Luft, 4 Wasser (highlighted), 5 Bioindikation, 6 Umwelt und Gesundheit, 7 Landschaft und Natur.
- Question Area:**
  - Frage:** 'VIII. Kohlenwasserstoffe (KW)'. Buttons: 'Antwort löschen'.
  - Options:** 110 Bestimmung der BTX, 111 Pestizide (highlighted), 112 Bestimmung von Pestiziden, 113 Andere KW's, 114 Bakteriologische Untersuchungen, 115 Vorbereitung Bakteriologie.
  - Text:** 'Welche Pestizide werden in einzelnen mit welchen Verfahren bestimmt?'.
- Answer Area:**
  - Antwort:** A text box containing: 'Bei der Analyse mit Festphase/HPLC werden routinemäßig unter dem Begriff "PSM/HPLC" folgende Substanzen analysiert: Atrazin, Desethylatrazin, Desethylsimazin, Metamiton, Chlordazon, Metowuron, Carbetamid, Bromacil, Simazin, Cyanazin, Desethylterbutylazin, Metabenthothiazuron, Chlortoluron, Monokluron, Dioxin, Isoproturon, Metobromuron, Metazachlor, Sebuthylazin, Propazin, Terbutylazin, Terbutyl, Metolachlor.'
  - Kommentar:** 'Eine Bestimmung erfolgt nur soweit dies im jeweiligen Meßprogramm enthalten ist.'
- Footer:** 'Gruppe Drucken (+Vorschau)', 'Alles Drucken (+Vorschau)', 'Antwort. Fußzeile: '.

Abbildung 15: Antwortmöglichkeit Ja/Nein

The screenshot shows the 'Fragebogen' (Questionnaire) software interface, similar to the previous one but with a different question and answer options.

- Header:** 'Fragebogen-Programm von Frank Bartels 2/98 Version 1.1' and 'Programm Beenden'.
- Sub-header:** 'Fragebogen zur Dokumentation aller relevanten Beobachtungsprogramme der Länder - Geog'.
- Left Panel:**
  - Unbeantwortete Frage:** A button to view unanswered questions.
  - Antwortender:** 'Nr.: 0', 'Bayer, LW'. Buttons: 'Neu', 'Löschen', 'Namen Ändern'.
  - Fragegruppe:** 'Kategorien', 'Relevant '. A list of categories: 1 Allgemeine Angaben, 2 Boden, 3 Luft, 4 Wasser (highlighted), 5 Bioindikation, 6 Umwelt und Gesundheit, 7 Landschaft und Natur.
- Question Area:**
  - Frage:** 'VIII. Kohlenwasserstoffe (KW)'. Buttons: 'Antwort löschen'.
  - Options:** 110 Bestimmung der BTX, 111 Pestizide (highlighted), 112 Bestimmung von Pestiziden, 113 Andere KW's, 114 Bakteriologische Untersuchungen, 115 Vorbereitung Bakteriologie.
  - Text:** 'Wird der Gehalt an bestimmten Pestiziden ermittelt?'.
- Answer Area:**
  - Antwort:** Radio buttons for 'Ja' (selected) and 'Nein'.
  - Kommentar:** 'soweit dies im jeweiligen Meßprogramm enthalten ist.'
- Footer:** 'Gruppe Drucken (+Vorschau)', 'Alles Drucken (+Vorschau)', 'Antwort. Fußzeile: '.

#### A.2.2.2.4 Auswertung von beantworteten Fragebögen

Zur Auswertung muss man zunächst den Spezialmodus des Fragebogenprogramms mit zusätzlichen Optionen einschalten bzw. entsichern (→ Abb. 16).

**Abbildung 16:** Aktivierung des Spezialmodus im unsichtbaren Eingabefeld



In das unsichtbare Eingabefeld klickt man mit der Maus. Sodann ist ein Eingabecursor dort zu sehen (blinkt). Man gibt dort **unlock** ein (nichts davon ist sichtbar; falsch eingegebene Zeichen müssen "blind" gelöscht werden, nur unlock darf in dem Feld stehen). Es erscheint der Spezialmodus zum Fragebogen-Entwerfen und Auswerten (→ Abb. 17).

**Abbildung 17:** Auswerten / Entwerfen eines Fragebogenformulars



### A.2.2.2.5 Zusammenführen von beantworteten Fragebögen (Import)

**Konzept.** Nach Start des Fragebogenprogramms mit einem unbeantworteten Fragebogenformular, das später alle Antworten aufnehmen soll, werden beantwortete Fragebögen importiert, die wiederum mehrere Antwortende beinhalten können. So erhält man eine Gesamtdatenbank z.B. für ein Bundesland oder ein Messmedium.

Mit dem Knopf "Import" kann man dann zusätzliche beantwortete Fragebögen in den aktuellen einfügen. Die Antwortenden erhalten dabei neue ID-Nummern.

**Abbildung 18:** Weglassen einzelner Antwortenden



Beim Importieren gibt es immer die Möglichkeit, einzelne Antwortende wegzulassen (→ Abb. 18). Falls ein Antwortender-Name schon existiert, wird eine Warnung ausgegeben (→ Abb. 19).

**Abbildung 19:** Mögliche Import-Fehlermeldung



### A.2.2.2.6 Vorbereiten der Daten für interne Abfragen und ArcView (Export)

**Anklicken des Buttons "Ex".** In der Fragebogen-Programm-Datei (nicht im Fragebogenformular) wird die Tabelle "ArcViewInfos" angelegt oder eine ältere Version überschrieben und mit den Daten des aktuell geöffneten Fragebogens gefüllt. Die resultierende Tabelle "ArcViewInfos" sieht beispielsweise so aus wie in → Abbildung 20. Diese Tabelle ist so angelegt, dass mit Hilfe von ACCESS und dem beschriebenen Formular einfache Abfragen durchgeführt werden können. Wenn diese Tabelle später mal nicht mehr benötigt und Speicherplatz eingespart werden soll, darf diese Tabelle nicht gelöscht werden.

**Abbildung 20:** Resultierende ArcViewInfos-Tabelle

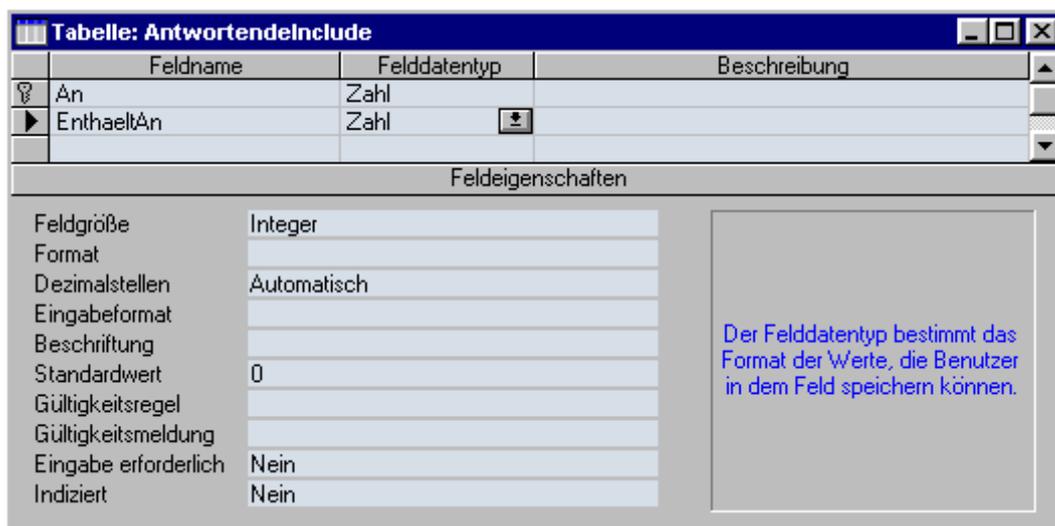
An	An_Name	Lfd. Nr.	GNr	Grupp	Kategorie	FNr	Frage	FZusatz	Antwort	Kommentar
9	Bayet LW	43	4	Wasser l.	Allgemeine Anga	1	Welche Wasserart	stehendes D	stehendes ObW	Sickerwasser in den Messgebieten des Messnetzes Nr. 1;
9	Bayet LW	44	4	Wasser l.	Allgemeine Anga	1	Welche Wasserart	stehendes D	fließendes ObW	Sickerwasser in den Messgebieten des Messnetzes Nr. 1;
9	Bayet LW	45	4	Wasser l.	Allgemeine Anga	1	Welche Wasserart	stehendes D	GW	Sickerwasser in den Messgebieten des Messnetzes Nr. 1;
9	Bayet LW	46	4	Wasser l.	Allgemeine Anga	1	Welche Wasserart	stehendes D	NgW	Sickerwasser in den Messgebieten des Messnetzes Nr. 1;
9	Bayet LW	47	4	Wasser l.	Allgemeine Anga	1	Welche Wasserart	stehendes D	AbW	Sickerwasser in den Messgebieten des Messnetzes Nr. 1;
9	Bayet LW	48	4	Wasser l.	Allgemeine Anga	1	Welche Wasserart	stehendes D	andere	Sickerwasser in den Messgebieten des Messnetzes Nr. 1;
9	Bayet LW	49	4	Wasser l.	Allgemeine Anga	2	Geologie des Firm	Wird der geo. Ja		Soweit dies für die jeweiligen Untersuchungen erforderlich

### A.2.2.2.7 Zusatzoption zum Zusammenführen (AntwortendeInclude)

Es kann vorkommen, dass bestimmte Antwortende nur bestimmte Antworten eines Messprogramms mit mehreren Teilmessnetzen enthalten, die jedoch für mehrere Antwortende gelten (z.B. "Allgemeine Angaben"). In der Tabelle "ArcViewInfos" können diese "Allgemeinen Angaben" zum Messprogramm für solche Antwortende hinzugefügt werden. Dies hat den Vorteil, dass mehrfache Eingaben vermieden werden. Für mehrere Teilmessnetze müssen also nur einmal die "Allgemeinen Angaben" ausgefüllt werden. Hierzu muss im Fragebogenformular (nicht in der Fragebogen-Programm-Datei!) die Tabelle "AntwortendeInclude" wie in → Abbildung 21 gezeigt, angelegt werden, sofern dies vorher

nicht bereits erfolgt ist. Dazu muss das Fragebogenformular in ACCESS geöffnet werden. Dies sollte mit ACCESS 2.0 geschehen, da sonst das Fragebogenformular in eine höhere ACCESS-Version konvertiert werden muss und der Zugriff für ACCESS 2.0-Benutzer auf die Auswertung dieser Datei nicht mehr gewährleistet wäre. Ist dies nicht notwendig, kann das Formular mit jeder anderen Version editiert und konvertiert werden. Der Name der Tabelle "AntwortendeInclude" ist verbindlich.

**Abbildung 21:** Anlegen der Tabelle „AntwortendeInclude“



Diese angelegte Tabelle (→ Abb. 22) wird im Anschluss über die Fragebogen-Programm-Datei editiert, nachdem das Fragebogenformular einmal gestartet wurde. Dies ist wichtig, damit der Link sicher auf die richtige Fragebogenformular verweist.

**Abbildung 22:** "AntwortendeInclude"

An	EnthaeltAn
9	8
10	8

Datensatz: 1 von 2

Die Tabelle der → Abbildung 22 besagt, dass die Antwortenden 9 und 10 (z.B. messnetzspezifische Angaben zu zwei Teilmessnetzen) jeweils auch die Angaben des Antwortenden 8 (z.B. Allgemeine Angaben zum Messprogramm) enthalten. Sobald mittels "Return" ein Export durchgeführt wird, werden den Beantwortenden 9 und 10 in der ArcViewInfos-Tabelle automatisch zusätzlich auch die Angaben von 8 zugeordnet, so dass diese später bei der ArcView-Anbindung an die Messnetz-karten abrufbar sind.

#### A.2.2.2.8 Einfache Abfrage der Antwortdaten (AntwortendeVonAntwort)

Nach der Vorbereitung (0.) ist das Formular (→ Abb. 23) zu starten, indem man in der ACCESS-Rubrik "Formular" das Formular "AntwortendeVonAntwort" doppelt anklickt. Hiermit lassen sich einfache Abfragen zu Messparametern oder –methoden durchführen.

**Abbildung 23:** Übersicht über das Formular "AntwortendeVonAntwort"

0. Vorbereitung: Über Fragebogenformular Export-Funktion ausführen, damit aktuelle Daten zur Verfügung stehen

1. Fragengruppe auswählen

2. Frage auswählen (Wenn dieses Listenauswahlfeld aufklappt, ist die Frage auch in Klartext zu erkennen)

3. Vorgegebene Antwort bzw. Kommentar auswählen oder eintragen

4. Aktualisieren anklicken um das Ergebnis neuzuberechnen

5. Es erscheinen die Antwortenden, die die angegebenen Antworten gegeben haben

The screenshot shows a software window titled 'Formular: AntwortendeVonAntwort'. It contains several input fields and a table. The fields are: 'Gruppe' with value '4', 'Frage' with value '1', 'Antwort enthält:' with value 'Abw', and 'Und Kommentar enthält:'. Below these is a table with the following data:

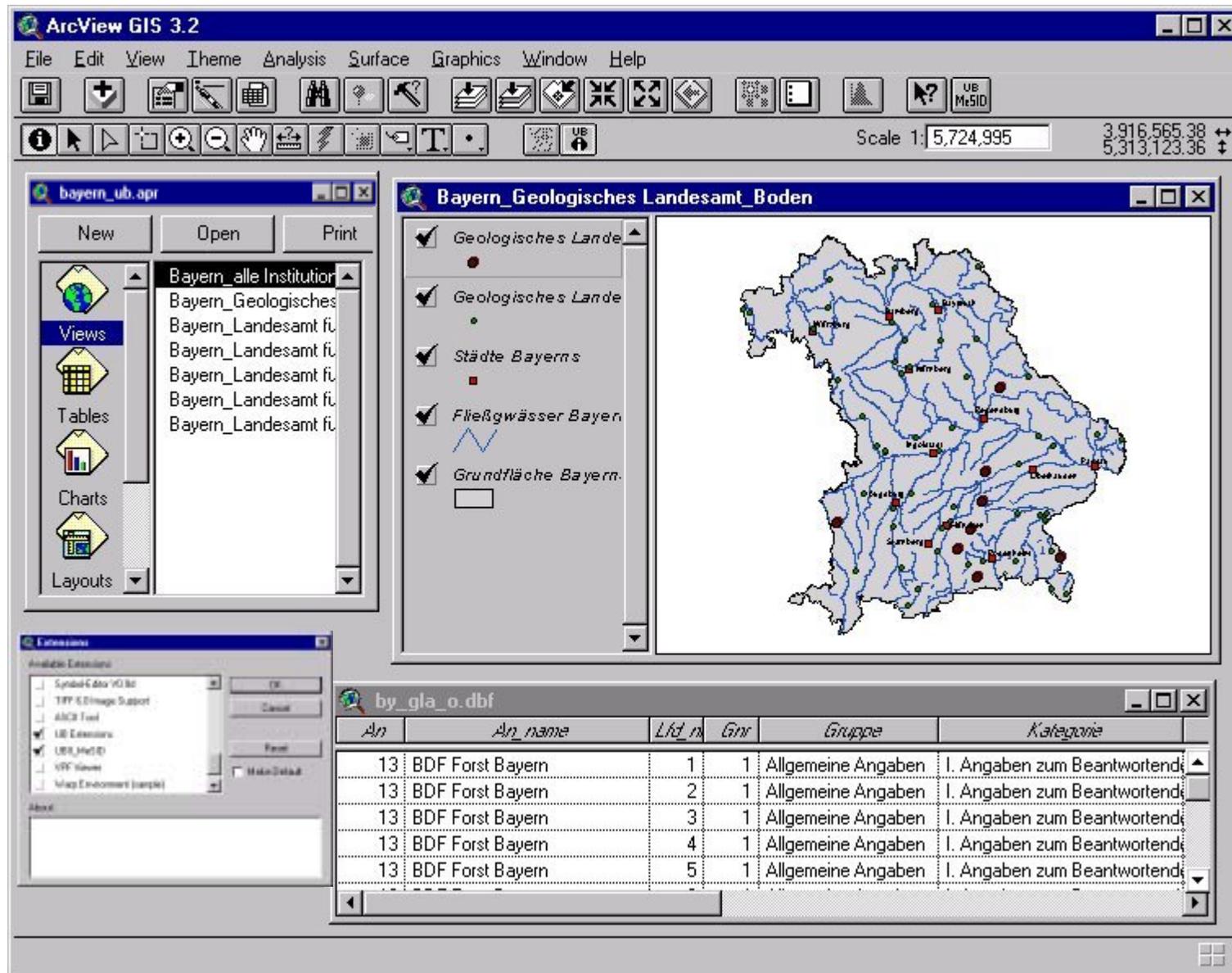
Ergebnis (Antwortende, die obige Antwort auf obige Frage gegeben haben)	
9	BOF-BayGLA
10	Radio-BOF-BayGLA

An 'Aktualisieren' button is located to the right of the table. The interface is annotated with numbered callouts: 0 points to the overall form, 1 points to the 'Gruppe' dropdown, 2 points to the 'Frage' dropdown, 3 points to the 'Antwort enthält:' and 'Und Kommentar enthält:' fields, 4 points to the 'Aktualisieren' button, and 5 points to the table of results.

#### **A.2.2.2.9 Export der Metadaten (Speichern unter)**

Die unter MS ACCESS auf die beschriebene Art und Weise erstellte Metadatenbank – d.h. die Datenbank, in der alle Antwortenden aller Fragengruppen zusammengeführt sind und in Form einer Tabelle unter "ArcViewInfos" vorliegen – kann nun unter Verwendung der ACCESS-Funktion "Speichern unter" in eine externe Datenbank exportiert werden. Diese externe Datenbank soll eine dBase-IV-Datei sein. Als Ergebnis liegt nach diesem Vorgang also eine \*.dbf vor, der derselbe Name gegeben werden kann wie die ACCESS-Datenbank-Datei.

Abbildung 24: Programmoberfläche von ArcView



### A.2.2.3 Metadaten-Erhebung: Anbindung der Metadaten in ArcView

Die in vorigen Kapitel beschriebene "Exportdatei", in der die Metadaten als DBF-Datei vorliegen, kann im Anschluss daran in ArcView direkt eingelesen werden. Dazu startet man ArcView und lädt ein Projekt seiner Wahl (oder ein leeres), aktiviert das Modul "Tables" und klickt auf den Button "Add", worauf man in dem erscheinenden Dateidialog die DBF-Datei auswählen und damit einlesen kann. Zur Vorbereitung der in den → Abschnitten A.2.2.3.1 bis A.2.2.3.5 erläuterten Vorgehensweisen und Funktionen ist in ArcView die ArcView-Erweiterung "UB Extensions" im Menü "File" unter "Extensions" auszuwählen.

#### A.2.2.3.1 Die "UB Extensions" Funktionen

Zur Vermeidung unnötiger Redundanzen bei der übersichtlichen Verwaltung großer Datenmengen ist es oft sinnvoll, unterschiedliche thematische Schwerpunkte in unterschiedlichen Datenbanken vorzuhalten. Um trotzdem eine übergreifende Auswertbarkeit gewährleisten zu können, werden dieser Art strukturierte Datenbestände häufig mit Hilfe von internen Verknüpfungen (i.d.R. anhand von Codes) verbunden. In diesem Zusammenhang wird der Begriff "Relation" bzw. "relationale Datenbank" verwendet. Dieses Prinzip wird innerhalb des hier erläuterten UB-Konzeptes übernommen und u.a. im sogenannten "Linking-Tool" realisiert.



#### A.2.2.3.2 Das "Linking-Tool"

An dieser Stelle wird kurz erläutert, aus welchem speziellen Grund ein neues "Verknüpfungs-Werkzeug" im und für das GIS UB entwickelt wurde. Ein besonderes Problem besteht darin, dass für einen Standort eines ausgewählten Messnetzes sehr viele Fragen und Antworten (Metadaten) existieren. Zu einem Standort bzw. einer Standortgruppe liegen die Informationen in so vielen Zeilen vor, wie das Formular Fragen/Antworten anbietet (Bsp: "Boden": 265 Fragen). In den Spalten zu jeder dieser Fragen sind Zusätze, Antworten und Kommentare

abgelegt. Sollen nun gemäß der ArcView-Tabellen-Struktur für das Beispiel "Boden" alle diese Fragen in einer Zeile (also als Informationen zu einem Standort) abgelegt werden, entstünden 8 (Fragenspalten) x 265 (Antworten) = 2120 Spalten. ArcView verwendet allerdings intern das Datenbankformat DBF (dBase IV). Dieses Format ist auf eine maximale Anzahl von 255 Spalten limitiert (→ Abb. 25 und → Abb. 26).

**Abbildung 25:** Datenbankstruktur von MS ACCESS am Beispiel der Metadatentabelle "ArcViewInfos"

An	An_Name	Lfd_Nr	GNr	Gruppe	Kategorie	FNr	Frage	FZu	Antwort	Kommentar
1	NS(NLIB)_BDF	1	1	Allgemeine Ang	I. Angaben zu	1	Name des Bear	1	Herr B. Kleefisch Dr. Niedersaecl	
1	NS(NLIB)_BDF	2	1	Allgemeine Ang	I. Angaben zu	2	Angaben zur In		Niedersaechsisches Landesamt fu	
1	NS(NLIB)_BDF	3	1	Allgemeine Ang	I. Angaben zu	3	Angaben zur In		NLIB	
1	NS(NLIB)_BDF	4	1	Allgemeine Ang	I. Angaben zu	4	Angaben zur In	1, S	Friedrich-Missler-Str 46/50 26211	
1	NS(NLIB)_BDF	5	1	Allgemeine Ang	I. Angaben zu	5	Angaben zur In		Hansestadt Bremen	
1	NS(NLIB)_BDF	6	1	Allgemeine Ang	I. Angaben zu	6	Angaben zum E	Wei	Dr. B. Kleefisch	
1	NS(NLIB)_BDF	7	1	Allgemeine Ang	I. Angaben zu	7	Angaben zum E		Dr.	
1	NS(NLIB)_BDF	8	1	Allgemeine Ang	I. Angaben zu	8	Angaben zum E		819/G-Kf	
1	NS(NLIB)_BDF	9	1	Allgemeine Ang	I. Angaben zu	9	Angaben zum E		(0421) 20346 -43	
1	NS(NLIB)_BDF	10	1	Allgemeine Ang	I. Angaben zu	10	Angaben zum E			
1	NS(NLIB)_BDF	11	1	Allgemeine Ang	I. Angaben zu	11	Weitere Anspre	Wei	Laendervertretung LaBo AK 2	Yes
1	NS(NLIB)_BDF	12	1	Allgemeine Ang	II. Angaben z	12	Name des Beol	Wie	Bodendauerbeobachtungsflaechen	
1	NS(NLIB)_BDF	13	1	Allgemeine Ang	II. Angaben z	13	Abkuerzung der	Wie	BDF-L	
1	NS(NLIB)_BDF	14	2	Boden		1	Bereits zu BDF	Wei	Ja	
1	NS(NLIB)_BDF	15	2	Boden	I. Verfahren z	2	Bodendauerbeo	Han	Ja	
1	NS(NLIB)_BDF	16	2	Boden	I. Verfahren z	3	Kriterien der St	Wei	Landschaftsrepraesentanz	
1	NS(NLIB)_BDF	17	2	Boden	I. Verfahren z	3	Kriterien der St	Wei	Bodenrepraesentanz	
1	NS(NLIB)_BDF	18	2	Boden	I. Verfahren z	3	Kriterien der St	Wei	Nutzungsrepraesentanz	
1	NS(NLIB)_BDF	19	2	Boden	I. Verfahren z	3	Kriterien der St	Wei	Sonderstandorte	
1	NS(NLIB)_BDF	20	2	Boden	I. Verfahren z	4	Datengrundlage	Wei	1. NIBIS, Naturraeumliche Glieder	
1	NS(NLIB)_BDF	21	2	Boden	I. Verfahren z	5	Operationalisier	Erla	1. Landschaftrepraesentanz: Refer	
1	NS(NLIB)_BDF	22	2	Boden	I. Verfahren z	6	Auswahl nach \	Erfol	Nein	
1	NS(NLIB)_BDF	23	2	Boden	I. Verfahren z	7	Verknuepfung n	Erfol	Ja	
1	NS(NLIB)_BDF	24	2	Boden	I. Verfahren z	8	Messnetzbezei	Wie	Gewaesserguetemessnetz: Lufthy	
1	NS(NLIB)_BDF	25	2	Boden	I. Verfahren z	9	Datenerhebendi	Von	Gewaesserguetemessnetz: NLOe	
1	NS(NLIB)_BDF	26	2	Boden	I. Verfahren z	10	Kenngroessen	Wei	keine Angabe:	
1	NS(NLIB)_BDF	27	2	Boden	I. Verfahren z	11	Beginn der Zeit	Wei	Gewaesserguetemessnetz: + 1980	
1	NS(NLIB)_BDF	28	2	Boden	I. Verfahren z	12	Waren bestehe	Wei	Ja	
1	NS(NLIB)_BDF	29	2	Boden	I. Verfahren z	13	Wenn ja, wesl	1.	Moeglichkeit der Stoffbilanzierur	
1	NS(NLIB)_BDF	30	2	Boden	I. Verfahren z	14	Relevanz der fa	Spir	Ja	
1	NS(NLIB)_BDF	31	2	Boden	I. Verfahren z	15	Gewahrleistun	Wur	Ja	
1	NS(NLIB)_BDF	32	2	Boden	II. Vorgaben z	16	Groesse und Fi	Bes	Ja	

**Abbildung 26:** Datenbankstruktur im GIS (DBF) als Ergebnis des Exports von "ArcViewInfos" (MS ACCESS)

An	An_name	Lfd	Grp	Gruppe	Kategorie	Fr	Frage	Frage	Antwort
1	NS-L(NLIB)_BDF	1	1	Allgemeine Ang	I. Angaben zum Beantwortend	1	Name des Beantwortenden	Bitte a	Herr B. Kleefisch Dr. Nieders
1	NS-L(NLIB)_BDF	2	1	Allgemeine Ang	Angaben zum Beantwortend	2	Angaben zur Institution - Name		Niedersaechsisches Landesant
1	NS-L(NLIB)_BDF	3	1	Allgemeine Ang	Angaben zum Beantwortend	3	Angaben zur Institution - Abkue		NLIB
1	NS-L(NLIB)_BDF	4	1	Allgemeine Ang	Angaben zum Beantwortend	4	Angaben zur Institution - Adres	1. Stra	Friedrich-Misler-Str.46/50 282
1	NS-L(NLIB)_BDF	5	1	Allgemeine Ang	Angaben zum Beantwortend	5	Angaben zur Institution - Bunde		Hansestadt Bremen
1	NS-L(NLIB)_BDF	6	1	Allgemeine Ang	Angaben zum Beantwortend	6	Angaben zum Bearbeiter - Name	Wer is	Dr. B. Kleefisch
1	NS-L(NLIB)_BDF	7	1	Allgemeine Ang	Angaben zum Beantwortend	7	Angaben zum Bearbeiter - Titel		Dr.
1	NS-L(NLIB)_BDF	8	1	Allgemeine Ang	Angaben zum Beantwortend	8	Angaben zum Bearbeiter - Abte		819/E-KJ
1	NS-L(NLIB)_BDF	9	1	Allgemeine Ang	Angaben zum Beantwortend	9	Angaben zum Bearbeiter - Tels		(0421) 20346 -43
1	NS-L(NLIB)_BDF	10	1	Allgemeine Ang	Angaben zum Beantwortend	10	Angaben zum Bearbeiter - e-m		
1	NS-L(NLIB)_BDF	11	1	Allgemeine Ang	Angaben zum Beantwortend	11	Weitere Ansprechpartner - Gef	Wenn	Laendervertretung LaBo AK 2
1	NS-L(NLIB)_BDF	12	1	Allgemeine Ang	II. Angaben zum Programm	12	Name des Beobachtungsprog	Wie la	Bodendauerbeobachtungilae
1	NS-L(NLIB)_BDF	13	1	Allgemeine Ang	II. Angaben zum Programm	13	Abkuezung des Namens	Wie la	BDF-L
1	NS-L(NLIB)_BDF	14	2	Boden		1	Bereits zu BDF befragt worden	Wenn	Ja
1	NS-L(NLIB)_BDF	15	2	Boden	I. Verfahren zur Standortauswe	2	Bodendauerbeobachtungilae	Hande	Ja
1	NS-L(NLIB)_BDF	16	2	Boden	I. Verfahren zur Standortauswe	3	Kriterien der Standortauswahl	Welch	Landschaftsrepraesentanz
1	NS-L(NLIB)_BDF	17	2	Boden	I. Verfahren zur Standortauswe	3	Kriterien der Standortauswahl	Welch	Bodenrepraesentanz
1	NS-L(NLIB)_BDF	18	2	Boden	I. Verfahren zur Standortauswe	3	Kriterien der Standortauswahl	Welch	Nutzungsrepraesentanz
1	NS-L(NLIB)_BDF	19	2	Boden	I. Verfahren zur Standortauswe	3	Kriterien der Standortauswahl	Welch	Sonderstandorte
1	NS-L(NLIB)_BDF	20	2	Boden	I. Verfahren zur Standortauswe	4	Datengrundlage der Standort	Welch	1. NIBIS, Naturraeumliche Gies
1	NS-L(NLIB)_BDF	21	2	Boden	I. Verfahren zur Standortauswe	5	Operationalisierung der Kriterie	Erlaeu	1. Landschaftsrepraesentanz R
1	NS-L(NLIB)_BDF	22	2	Boden	I. Verfahren zur Standortauswe	6	Auswahl nach Verwaltungseinf	Erfolge	Nein
1	NS-L(NLIB)_BDF	23	2	Boden	I. Verfahren zur Standortauswe	7	Verkuepfung mit anderen Me	Erfolge	Ja
1	NS-L(NLIB)_BDF	24	2	Boden	I. Verfahren zur Standortauswe	8	Messnetzbezeichnung	Wie la	Gewaesserguetemessnetz Luf
1	NS-L(NLIB)_BDF	25	2	Boden	I. Verfahren zur Standortauswe	9	Datenerhebende Institution	Von w	Gewaesserguetemessnetz NL
1	NS-L(NLIB)_BDF	26	2	Boden	I. Verfahren zur Standortauswe	10	Kenngrößen	Welch	keine Angabe
1	NS-L(NLIB)_BDF	27	2	Boden	I. Verfahren zur Standortauswe	11	Beginn der Zyklen	Wenn	Gewaesserguetemessnetz ~ T
1	NS-L(NLIB)_BDF	28	2	Boden	I. Verfahren zur Standortauswe	12	Waren bestehende Messnetze	Waren	Ja
1	NS-L(NLIB)_BDF	29	2	Boden	I. Verfahren zur Standortauswe	13	Wenn ja, weshalb ?		1. Moeglichkeit der Stoffbilanz
1	NS-L(NLIB)_BDF	30	2	Boden	I. Verfahren zur Standortauswe	14	Relevanz der langfristigen Verf	Siehe	Ja
1	NS-L(NLIB)_BDF	31	2	Boden	I. Verfahren zur Standortauswe	15	Gewahleistung gleichbleiben	Wurde	Ja
1	NS-L(NLIB)_BDF	32	2	Boden	II. Vorgaben zur Einrichtung vo	16	Größe und Form	Beste	Ja
1	NS-L(NLIB)_BDF	33	2	Boden	II. Vorgaben zur Einrichtung vo	17	Wenn ja, welche ?		1 ha, quadratische oder rechte

Zwischen der → Abbildung 25 und der → Abbildung 26 besteht nur der Unterschied eines Export- bzw. "Speichern unter"-Vorganges der Tabelle "ArcViewInfos" aus MS ACCESS heraus nach ArcView. Man erkennt, dass beide Datenbanken gleiche Strukturen aufweisen. Dies sind Spalten und Zeilen, wobei die Spaltenüberschriften die Struktur des digitalen Erhebungsfomulars widerspiegeln.

Besondere Bedeutung kommt der Spalte mit der Bezeichnung "An" zu. In ACCESS wird diese Spalte (→ Abb. 25) durch den Klick auf den Button "Ex" (A.2.2.2.6) automatisch generiert. Dem Beantworter eines Fragebogens (= Antwortender = An) wird in dieser Spalte eine eindeutige Ziffer zugewiesen, wodurch

er eindeutig gekennzeichnet ist. Auch nach dem "Speichern unter"-Vorgang ist diese Spalte in der DBF-Datei noch vorhanden (→ Abb. 26).

Eine Verknüpfung dieser Metadaten mit den Standorten der Messnetze, die in Form von Punktthema-Shapedateien in ArcView vorliegen, muss im nächsten Schritt anhand dieser Spalte "An" vollzogen werden.

**Ziel** ist es dabei, jedem Messnetz, dessen einzelne Standorte alle in einzelnen Punktthemen vorliegen, die zugehörigen Antworten bzw. Metadaten zuzuordnen, um sie abfragbar zu machen. In den eigentlichen Attributtabelle(n) (AT) der Punktthema-Shapedateien existieren die "An"-Spalten allerdings (noch) nicht, sie müssen dort erst angelegt werden (Vorgehensweise vgl. nachfolgender Abschnitt). Hierbei muss man eben genau die zugehörige Antwortenden-Ziffer (z.B. 1 oder 13 etc.) in der AT anlegen (ebenfalls 1, → Abb. 27).

Ist dies geschehen, kann über das "Linking-Tool" eine Verknüpfung zwischen einer Attributdatentabelle eines Messnetzes und den zugehörigen Metadaten unter Verwendung der Spalte "An" durchgeführt werden. Eine spezielle Problematik besteht dabei vor allem in der Tatsache, dass eine sogenannte "1:n-Beziehung" (One-To-Many-Link) die Basis der Verknüpfung bildet. Damit wird ausgedrückt, dass durch die Selektion einer Zeile in einer AT viele andere Zeilen in einer anderen Tabelle bzw. Datenbank ausgewählt werden sollen. Alle Antworten werden auf diese Weise mit Hilfe des UB-Informations-Buttons und Klicken auf irgendeinen Standort im View abrufbar.

Abbildung 27: Attributtabelle eines Messnetzes (Punktthema) in ArcView

Shape	Name	runnle	X_coord	Y_coord	Buff_typ	An
Point	NS036		3374800.00000	5831982.00000	NS (L)	1
Point	NS034		3385222.00000	5913625.50000	NS (L)	1
Point	NS049		3394026.50000	5956295.00000	NS (L)	1
Point	NS040		3413000.00000	5938000.00000	NS (L)	1
Point	NS044		3424000.00000	5869000.00000	NS (L)	1
Point	NS039		3434000.00000	5914000.00000	NS (L)	1
Point	NS037		3437000.00000	5939000.00000	NS (L)	1
Point	NS036		3440000.00000	5790000.00000	NS (L)	1
Point	NS045		3440000.00000	5839000.00000	NS (L)	1
Point	NS046		3466000.00000	5932000.00000	NS (L)	1
Point	NS032		3471000.00000	5877000.00000	NS (L)	1
Point	NS047		3490000.00000	5900000.00000	NS (L)	1
Point	NS043		3501000.00000	5862000.00000	NS (L)	1
Point	NS031		3502000.00000	5888000.00000	NS (L)	1
Point	NS020		3510000.00000	5833000.00000	NS (L)	1
Point	NS018		3537000.00000	5764000.00000	NS (L)	1
Point	NS042		3543000.00000	5900000.00000	NS (L)	1
Point	NS043		3547000.00000	5810000.00000	NS (L)	1
Point	NS027		3556000.00000	5871000.00000	NS (L)	1
Point	NS008		3564000.00000	5706000.00000	NS (L)	1
Point	NS013		3577000.00000	5795000.00000	NS (L)	1
Point	NS002		3598000.00000	5790000.00000	NS (L)	1
Point	NS025		3599832.75000	5911996.50000	NS (L)	1
Point	NS029		3611335.50000	5852424.00000	NS (L)	1
Point	NS015		3611905.50000	5766369.50000	NS (L)	1
Point	NS005		3614247.50000	5806503.00000	NS (L)	1
Point	NS048		3619368.00000	5875781.50000	NS (L)	1
Point	NS010		3634730.00000	5795340.50000	NS (L)	1

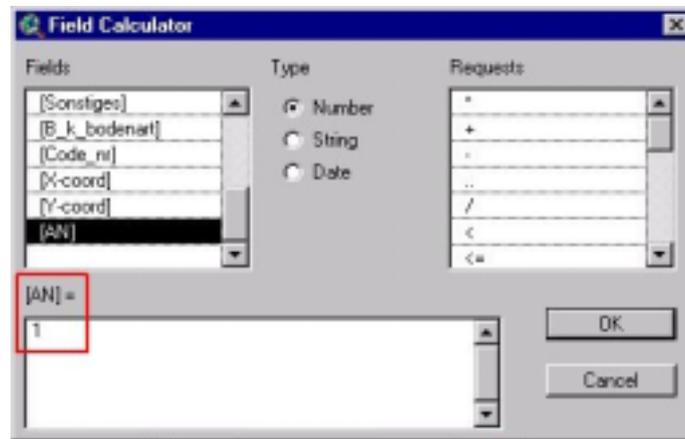
gelbe Selektion = ein Meßstandort mit "An = 1"

### A.2.2.3.3 Verknüpfung von Metadaten und Messnetzen

Nachdem man in ArcView im Modul "Table" durch "add" die Metadatenbank (\*.dbf) geladen hat, muss in der AT eines Messnetzthemas noch die Spalte "An" angelegt werden. Hierzu ruft man zunächst bei aktiviertem Thema deren AT durch einen Klick auf den "Datenbank-Button" auf (vgl. rechts). Sie muss durch "Table – Start editing" auf "editierbar" eingestellt werden. Nun klickt man "Edit – add Field" und gibt im Dialog "Field Definition" folgende Parameter an:  
Name: An, Typ: Number, Width: 5 (reicht aus), Dezimal places: 0 ... ok



**Abbildung 28:** Der Field-Calculator in ArcView



In der entstandenen Spalte trägt man nun mit Hilfe des "Field-Calculators" die entsprechende Antwortenden-Ziffer ein (→ Abbildung 28). Zu beachten ist dabei noch, dass alle zu "berechnenden" Zeilen selektiert werden müssen, so, dass sie gelb hervorgehoben dargestellt werden. Außerdem muss die Spalte "An" ebenfalls durch einen Klick auf die Spaltenbezeichnung ausgewählt worden sein, bevor man den Field-Calculator aufruft.

Als Zwischenergebnis liegen nun zwei Datenbanken vor, die Metadatenbank und die AT eines Messnetz-Punktthemas. Beide weisen eine Spalte "An" auf und können nun "gelinkt" werden. Nach Klick auf den Link-Button erscheint ein erster Dialog, der für das im View aktive Thema die Verknüpfung einleitet. Sie trägt den Titel *Key field*, die eine Liste aller Spaltennamen der Tabelle des aktivierten Themes enthält. Von diesen Spalten wählt man diejenige aus, die mit "An" überschrieben ist (s.o.). Ist die Spalte ausgewählt, erscheint eine neue Dialogbox mit dem Titel *'Many' Table*. Aus dieser Liste wählt man die externe Tabelle aus, die mit der Tabelle des Themas verknüpft werden soll – dies wird i.d.R die Metadatenbank sein. Danach erhält man wieder eine Dialogbox *Key field* mit einer Liste der Spalten der Zieltabelle. Auch hier wählt man die mit "An" betitelte Spalte aus, deren Werte in einem internen Vergleichsprozess mit den Werten der anderen ausgewählten Spalte der Ursprungstabelle verknüpft werden sollen. Zuletzt wählt

man aus der Zieltabelle ein Attribut aus, dessen Wert bei der Anzeige mit dem "Erweiterten Info-Button" (→ Abb. rechts) als ID angegeben werden soll und nach dem die Ergebnisse der Info Abfrage sortiert werden sollen. Zuletzt wird noch gefragt, ob die durch den Info-Button ausgewählten Einträge nach der Verwendung selektiert bleiben sollen oder nicht, um die Möglichkeit einer weiteren Verwendung der jeweiligen Selektion zu wahren.



#### **A.2.2.3.4 Verknüpfungsergebnisse**

Die Verknüpfung bringt für einen Anwender den Vorteil der übersichtlichen Zusammenstellung aller Metadaten über die UB-Messnetze von Bund und Ländern, die aus der digitalen Datenerhebung in bezug auf die Messnetze der Länder stammen. Ein Klick auf einen Standort eines Messnetzes bringt alle Fragen und Antworten zum Vorschein, die für diesen Punkt im Fragebogen formuliert wurden. Anhand der Fragenummer in der Informationsbox in ArcView lässt sich auf diese Weise auch leicht die Zusammengehörigkeit mit dem Fragebogen erkennen. Eine spezielle nach Schlagworten formulierte Suche oder Abfrage der Messnetzinformationen lässt sich (als weitere Möglichkeit) mit Hilfe des im folgenden Abschnittes erläuterten Abfragedialoges "MeSID" realisieren.

#### **A.2.2.3.5 Auswertung mit MeSID**

**Allgemeines.** Eines der Hauptziele des Projektes UB II ist es, die Metadaten über die Umweltbeobachtung des Bundes und der Bundesländer (BL) in einem zentralen Verwaltungs-, Analyse- und Präsentationsinstrument zusammenzuführen. Für Zwecke dieser Art haben sich im letzten Jahrzehnt besonders Geo-Informationssysteme als geeignete Hilfsmittel erwiesen. Aus diesem Grund wird auch innerhalb des Projektes ein GIS - das GIS UB - verwendet, um die großen und z.T. heterogenen Metadatenbestände aus den BL übersichtlich und zentral aufbereiten zu können. Gleichzeitig gestattet das eingesetzte GIS die Möglichkeit zur Verknüpfung der erhobenen Metadaten mit den einzelnen Messstandorten

durch zusätzliche räumliche Lage- bzw. Positionsinformationen in Form von Koordinatenpaaren. Somit kann ermittelt werden, welcher Umweltparameter wo und mit welcher Methode erfasst wird. Alle Messstandorte enthalten demzufolge also Daten über den Standort selbst. Die dafür notwendigen Werkzeuge innerhalb des GIS UB wurden bereits in einer vorherigen Phase des Projektes programmatisch entwickelt.

Die vorliegenden Metadatenbestände, die im Falle vollständiger Rückläufe aus allen BL noch wesentlich umfangreicher sein würden, konnten mit den Standard-GIS-Funktionalitäten nicht zufriedenstellend ausgewertet werden. Aus diesem Grund wurde das Werkzeug „**MeSID**“ (**MetadatenSuche** und **InformationsDialog**) innerhalb der verwendeten GIS-Software – ArcView 3.1 bzw. 3.2 – entwickelt, mit dessen Hilfe der Anwender die Metadatenbestände, die letztlich ja die Ländermessnetze beschreiben, nach Schlagworten durchsuchen kann. So lässt sich bspw. herausfinden, an welchen Standorten im Medium Boden das Schwermetall Blei erfasst wird.

Die → Abbildung 29 gibt eine Übersicht der in MeSID enthaltenen Komponenten. Um die aufgeführten Programmoptionen nachvollziehen zu können, soll im Folgenden eine Metadatenabfrage in Form eines Anwendungsbeispiels durchgeführt werden.

Abbildung 29: Übersicht der Programm-Komponenten von MeSID

(1) Startansicht:

Zuordnung von Rubriken (=Tabellenspalten in der Gesamtdatenbank) zu Schlagworten, die in der Eingabezeile darunter eingegeben werden müssen.

OK ... führt die definierte Abfrage durch.

Verknüpfung eingegebener Schlagworte durch UND, ODER bzw. ENTWEDER/ODER (AND, OR, XOR).

Results ... detaillierte Auflistung der Ergebnisdatensätze (als Teil der Gesamt-Metadatenbank).

(2) erweiterte Ansicht:

Die Abfrage [(Frage)~"boden"]AND [(Fzusatz)~"Schwemetalle"]AND [(Antwort)~"Pb"] ergibt eine Auswahl von 2 Elementen

Abfrageergebnis:

An	An_name	Lfd_nr	Grnt	Gruppe	Kategorie	Fnr
13	BDF Forst Bayern	172	2	Boden	VII. Analytik 1. Abiotische Untersuchungen	14E
13	BDF Forst Bayern	207	2	Boden	VII. Analytik 1. Abiotische Untersuchungen	16E

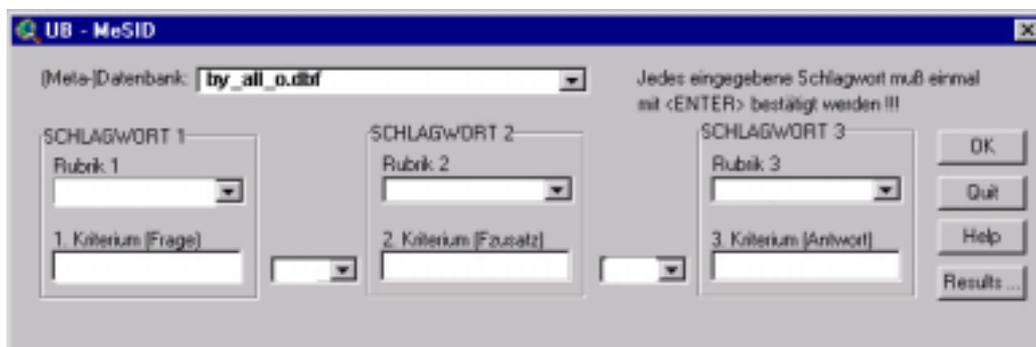
Hier wird die exakte Abfrageformulierung angegeben.

View ... Darstellung/ Übertragung des Ergebnisses in ein (zu wählendes) View.

**Ein Anwendungsbeispiel.** Das Anwendungsbeispiel demonstriert eine Verwendung der Metadaten-Zusammenführungs-Ergebnisse im GIS UB anhand einer Metadatenabfrage für das Bundesland Bayern. Gesucht werden alle Messstandorte an denen das Schwermetall Blei im Medium Boden bestimmt wird. Dazu muss zunächst ArcView gestartet und das ArcView-Projekt mit den enthaltenen Metadaten geladen werden. Wurde die zugehörige Extension (File – Extensions "UB\_MeSID") aktiviert, erscheint im entsprechenden View ein zusätzlicher Button in der Buttonzeile (s. rechtsstehende Abbildung). Durch Klick auf diesen Button wird der Abfragedialog "UB - MeSID" aufgerufen (→ Abb. 30). Hat man in der Pull-down-Box (Meta-)Datenbank die in ArcView importierte, in ACCESS erarbeitete dBase-Datei markiert (hier: by\_all\_o.dbf), kann man durch Eingabe von Schlagworten eine Abfrage formulieren, die in der Gesamtmetadatenbank die (positiven) Ergebnisse als gelb markierte Zeilen (= Datensätze) darstellt.



**Abbildung 30:** Startansicht MeSID



In jeder der Schlagwort-Pull-Down-Boxen ist eine Liste der Rubriken (Spaltenüberschriften der Metadaten-tabelle) enthalten, für die in dem darunter befindlichen Eingabefeld die Möglichkeit besteht, ein entsprechendes Suchwort einzugeben. Man hat die Möglichkeit zunächst für das erste, zweite und dritte Suchkriterium je eine Rubrik auszuwählen, in der nach den einzugebenden Schlagworten gesucht werden soll. Dies könnte z.B. so aussehen:

Rubrik 1: *Frage*

Rubrik 2: *Fzusatz (= Fragenzusätze)*

Rubrik 3: *Antwort*

Abbildung 31: Wahl der Such-Rubriken

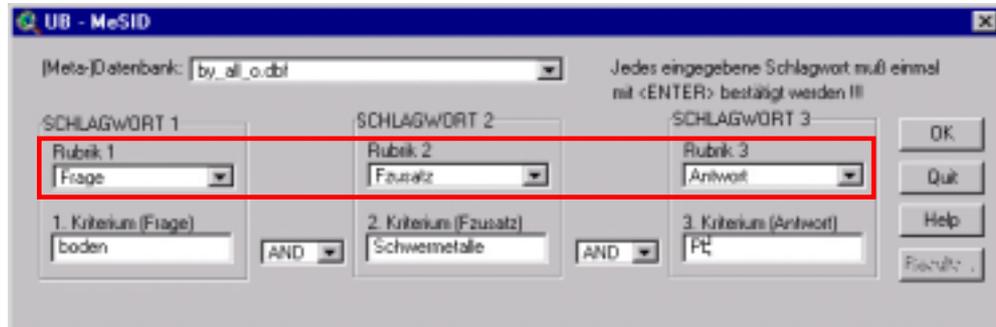
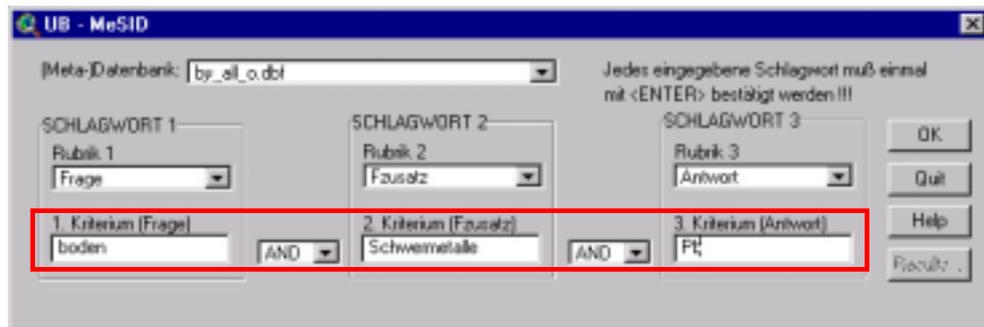


Abbildung 32: Eingabe der Schlagworte



Um die Metadatenabfrage durchzuführen, klickt man, wie in der → Abbildung 31 bzw. → Abbildung 31 zu sehen, mit der Maus zuerst in das Eingabefeld "1. Kriterium (Frage)" und gibt das Suchwort *Boden* ein, danach bestätigt man die Eingabe durch <ENTER> (nun wird die Überschrift der zweiten Eingabebox "sichtbar", d.h. die Schrift verfärbt sich von grau nach schwarz!). Probesthalber kann man hier auch mal eine Zahl eingeben und <ENTER> drücken, die erscheinende Fehlermeldung lesen und einfach weitermachen. Wie unter 2. klickt man in das Eingabefeld "2. Kriterium (Fzusatz)", gibt das Wort "*Schwermetalle*" ein und bestätigt auch dieses mit <ENTER>. Nun wird die Überschrift der dritten Eingabebox "sichtbar", außerdem taucht links daneben in der kleineren Pull-Down-Box zunächst das Wort "AND" auf. Diese Box wurde durch die Eingabe des zweiten Stichwortes aktiviert.

Auch bei der Eingabezeile der dritten Rubrik gibt man nun etwas ein, und zwar „Pb“ und drückt ein letztes Mal die Eingabetaste.

**Abbildung 33:** Wahl der logischen Operatoren



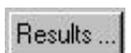
Mit der Maus wählt man nun noch die Verknüpfung "AND" (UND = logische Verbindung) zwischen dem ersten und dem zweiten bzw. zwischen dem zweiten und dritten Schlagwort (→ Abb. 33). Durch den Klick auf den "OK-Button" wird folgende Abfrage durchgeführt:

$(([Frage] = *Boden*) \text{ AND } ([Fzusatz] = "*"Schwermetalle*") \text{ AND } ([Antwort] = *Pb*))$

*Zusatz 1:* Die Sternchen (\*) vor und hinter den Worten lassen zu, dass auch nach Wortteilen gesucht werden kann. Wird bspw. nach "netz" gesucht, so wird dann auch "Messnetz" ausgewählt.

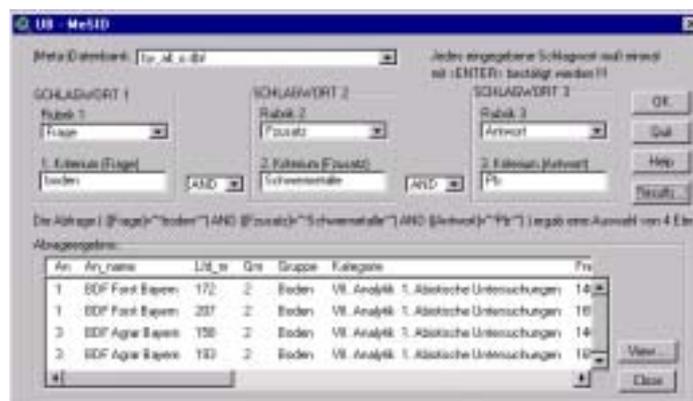
*Zusatz 2 - für den Fall von mind. 2 Schlagworten:* Die Abarbeitungsreihenfolge der Schlagworte ist wie folgt: Zunächst werden die Schlagworte 1 und 2 abgearbeitet, erst dann wird das Resultat dieses Vorganges in Verbindung mit dem dritten Schlagwort - wenn es eines gibt - verarbeitet.

Drückt man nun im Dialog den "Results"-Button, so wird das Ergebnis der kombinierten Abfrage in dem im Dialog erscheinenden Listenfenster dargestellt (→ Abb. 34). Die Anzahl der gefundenen bzw. ausgewählten Datensätze (Zeilen der Metadatentabelle) – in diesem Fall 4 - wird zusätzlich oberhalb des Listenfeldes angegeben.



Selbstverständlich lassen sich auch einfachere Abfragen durchführen. In solchen Fällen klickt man bereits nach der Eingabe nur eines (oder zweier) Schlagworte(s) den "OK-Button" (Das <ENTER> jedes Schlagwortes nach der Eingabe nicht vergessen!). Im Falle zweier Suchkriterien muss man auch wieder eine logische Verknüpfung (AND, OR oder XOR) wählen.

**Abbildung 34:** Darstellung des Abfrageergebnisses in einer Liste



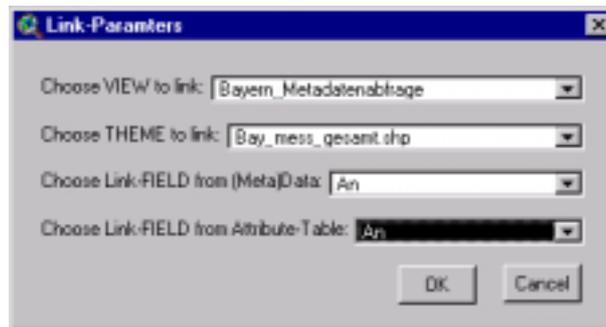
Wenn man in anderen Rubriken/Tabellenspalten nach bestimmten Kriterien suchen will, wählt man einfach jeweils neue Rubriken in den Pull-Down-Boxen. Durch eine erneute Auswahl einer Rubrik (Tabellenspalte) werden die zugehörigen Eingabefelder-Überschriften aktualisiert.

Nun drückt man den "View-Button" unten rechts im Dialog und wählt nach Aufforderung das die Messnetzgeometriedaten (Shapefiles mit Legenden) enthaltende VIEW-Fenster (hier: Bayern\_Metadatenabfrage (→ Abb. 35)) aus. In der nächsten Pull-Down-Box wählt man das Messnetz (hier: Bay\_mess\_gesamt.shp) aus, dessen Attributtabelle mit der in AV geladenen Metadaten-tabelle (also by\_all\_o.dbf) gelinkt werden soll. Schließlich müssen noch Verknüpfungsfelder der Metadaten- und der Attributdatentabelle des Messnetzthemas angegeben werden (AN). Hat der Link funktioniert, so werden nun diejenigen Punkte/Standorte im View-Fenster (→ Abb. 36) gelb hervorgehoben, die in der zuge-

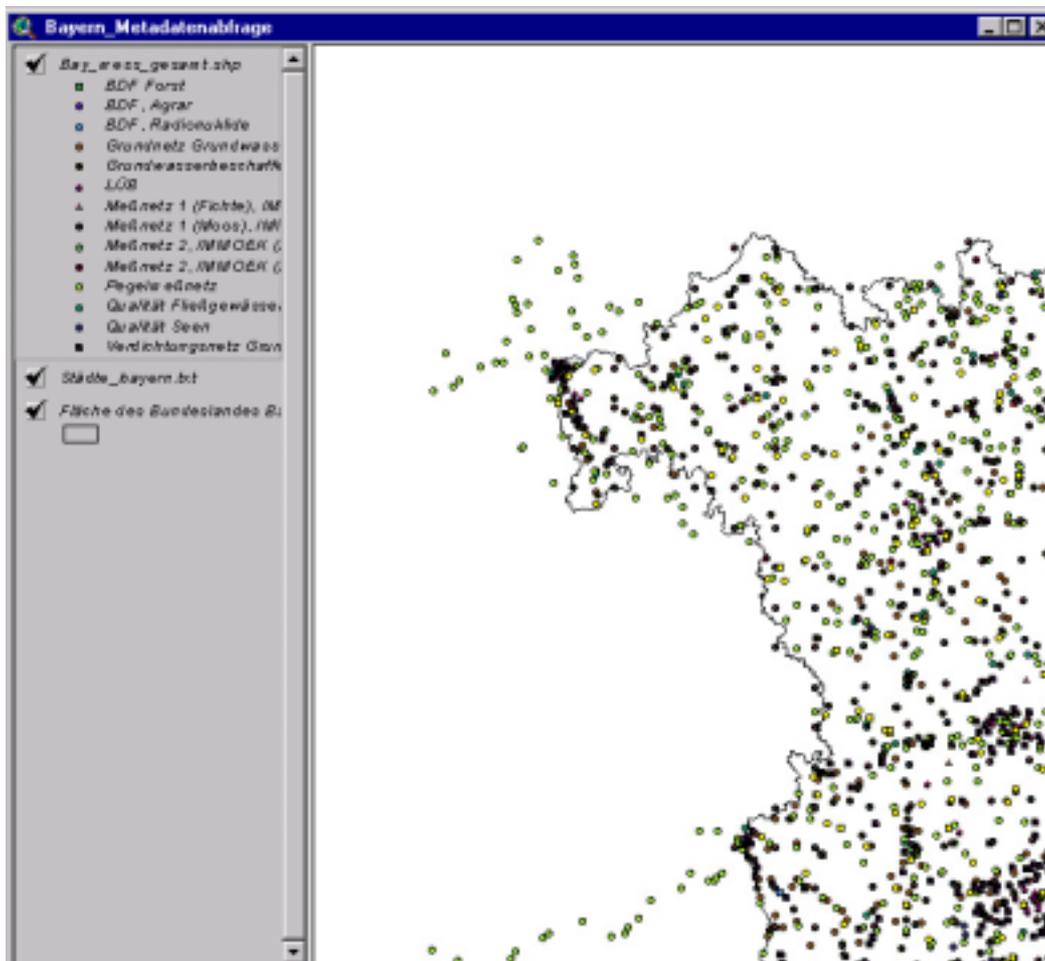
View ...

hörigen Attributtabelle unter "An" (Antwortender) dieselben Werte enthalten wie die selektierten Datensätze der Metadatenbank:

**Abbildung 35: Verknüpfungparameter in MeSID**



**Abbildung 36: Ergebnis der räumlichen Abfrage in MeSID**



**Beispiel.** Hat man durch die Metadatenabfrage z.B. die Antwortenden 11 und 13 ausgewählt, werden im View alle Standorte gelb gezeichnet, die zu den Antwortenden 11 und 13 gehören, also (meistens) ein bestimmtes Messnetz repräsentieren. Der erzeugte Link hat bewirkt, dass sich die Ergebnisliste im Dialog bei jeder neuen Auswahl aktualisiert, d.h. die durch die Abfrage erhaltene Auswahl wird (nach dem Linkvorgang) im Dialog selbst durch die Selektion der Messstandorte ersetzt. Will man den „alten“ Zustand wieder herstellen – d.h. die vorherige Auswahl -, muss man einfach erneut die Abfrage durchführen und durch einen Klick auf den OK-Button abschließen. Das Ergebnis wird im Listenfenster erneut dargestellt.

Will man nach Abschluss der Metadatenabfrage das ArcView-Projekt beenden, ist die aufgezeigte Option zwei MeSID-Programmelemente (UB\_Abfragemaske und UB\_LinkDialog) aus dem Projekt zu entfernen mit ja (bzw. ‚yes‘) zu beantworten.

#### **A.2.2.4 Landschaftsrepräsentanz**

**Ziel.** Auf Basis der Raumgliederungen kann ermittelt werden, wie gut oder schlecht die einzelnen Raumklassen (RK) durch vorhandene Messstationen bzw. Messnetze abgedeckt werden. Es soll quantifizierbar sein, ob z.B. das BDF-Messnetz repräsentativ über alle berechneten Raumklassen verteilt ist, und zwar unter Berücksichtigung der jeweiligen Flächenanteile, die je eine Raumklasse an der Gesamtfläche hat (Kriterium der Flächenproportionalität). Ziel ist die Ermittlung landschaftlicher Repräsentanz für die räumliche Repräsentanz eines betrachteten Messnetzes.

**Beispiel.** Nimmt eine Raumklasse im Bundesland Bayern eine Fläche von 10% an der Gesamtlandesfläche ein, sollte 10% aller Messstandorte des Messnetzes "Wasserbeschaffenheit" in dieser Raumklasse verortet sein. Liegen nun beispielsweise 5% aller Standorte dieses Messnetzes innerhalb dieser Raumklasse,

so ist diese Raumklasse durch die vorhandene Anzahl an Messstandorten unterrepräsentiert (-50%). Optimal wäre demzufolge eine doppelt so hohe Anzahl an Standorten auf Flächen dieser Raumklasse.

#### **A.2.2.4.1 Durchführung der Auszählung in ArcView**

**Datenaggregation nach GRID-Code (Raumklasse).** Es ist zunächst notwendig, das als GRID-Thema vorliegende Ergebnis der Raumgliederungsberechnung in eine Polygon-Thema umzuwandeln. Dazu ist unter Aktivierung des Raumklassen-GRIDs die Option "convert to shapefile" zu verwenden. Danach stellt man das zu bearbeitende Thema \*.shp auf 'editable' (Theme - Start editing), und selektiert unter Benutzung des Query-Builders einfach alle Features des ersten (usw.) GRID-Codes. Diese Auswahl sollte man sich auch in der Attributtabelle ansehen und ggf. überprüfen. Danach sind die selektierten Polygone (Features) zu vereinen (Edit – Union Graphics), jedoch nicht ohne zuvor erneut das View (in dem das Shapefile vorliegt) zu aktivieren (für den Fall, dass die Funktion nicht anklickbar ist)! Die AT enthält nach Beendigung dieses Vorganges genau so viele Zeilen wie es Raumklassen in dem BL Bayern gibt (→ Abb. 37). In dieser Tabelle liegen die Daten nun in aggregierter Form vor, wobei die Flächen der RK aufsummiert wurden.

**Auszählung der Messstandorte in den Raumklassen.** Zunächst ist eine Messnetz/Messstandort-Datei auszuwählen, die ausgezählt werden soll. Die Auszählung läuft automatisiert ab, indem (nach Aktivierung von "UB-Extensions" unter Datei – Erweiterungen in ArcView) die Funktion "*UB – Calc Points in Polys*" aufgerufen wird. Anschließend werden die notwendigen Shapedateien selektiert, und zwar das *Messnetz-Point-Thema* und das *Raumklassen-Polygon-Thema*

Als Auszählungsergebnis wird in der AT der RK-Shapedatei eine zusätzliche Spalte mit der Bezeichnung "*IncludedPoints*" angelegt (→ Abb. 38). Diese Spalte sollte noch umbenannt werden (Menü *Table – Properties* und setzen des Mess-

netznamens im Feld *IncludedPoints* unter *Alias*, wobei die Spaltendefinition und Name erhalten bleibt, nur der "sichtbare Name" der Spalte in der AT (eben der *Alias*) verändert wird).

**Abbildung 37:** Attributtabelle eines Raumgliederungs-PolygonThemas mit Spalte "GRID-Code"

Attributes of Deoeubart20gk_by.shp					
Shape	Area	Perimeter	min_x	min_y	Grid_code
Polygon	545637.2	5903.299	66	65	14
Polygon	756034.7	5305.058	62	61	24
Polygon	824951.	2641.456	18	17	27
Polygon	11833.4	2046.648	61	60	30
Polygon	50918.03	3867.395	20	19	47
Polygon	8329985.	1093.322	98	97	50
Polygon	7367.880	7029.544	33	32	52
Polygon	222655.0	5393.010	80	79	53
Polygon	6614.943	1573.377	70	69	62
Polygon	12088.7	1325.623	42	41	63
Polygon	7177897.	3397.885	74	73	102
Polygon	4966894.	2431.237	19	18	103

**Abbildung 38:** Beispiel einer Attributtabelle mit Auszählungsergebnis (Spalte "Lfw\_m8\_25 = Messnetzbezeichnung")

Attributes of Deoeubart20gk_by.shp						
Shape	Area	Perimeter	min_x	min_y	Grid_code	Lfw_m8_25
Polygon	545637.2	5903.299	66	65	14	1
Pol	756034.7	5305.058	62	61	24	1
Pol	824951.	2641.456	18	17	27	2
Polygon	11833.4	2046.648	61	60	30	2
Polygon	50918.03	3867.395	20	19	47	0
Polygon	8329985.	1093.322	98	97	50	6
Polygon	7367.880	7029.544	33	32	52	0
Polygon	222655.0	5393.010	80	79	53	1
Polygon	6614.943	1573.377	70	69	62	1
Polygon	12088.7	1325.623	42	41	63	0
Polygon	7177897.	3397.885	74	73	102	8
Polygon	4966894.	2431.237	19	18	103	14

### A.2.2.4.2 Berechnung statistischer Maßzahlen in MS EXCEL

Die so entstandene und nun aktivierte AT wird nun einfach durch Aufruf des Menüs "File - Export" in einer DBF-Datei gespeichert und kann direkt in MS Excel eingelesen und weiterverarbeitet werden (→ Abb. 39).

**Abbildung 39:** Beispiel einer EXCEL-Tabelle mit Auszählungsergebnis

Repräsentanz - BDF					
Raumklasse	% Flächenanteil der Raumklasse an der Gesamtfläche BRD	IST Meßstellen gemäss Meßstellen pro Raumklasse	SOLL Meßstellen gemäss prozentualem Flächenanteil der Raumklasse an Gesamtfläche BRD	absoluter Unterschied + = Überschuß - = Defizit	prozentualer Unterschied + = Überschuß - = Defizit
8	5,04	20	34	-14	-2,0
14	3,96	22	27	-5	-0,7
18	1,74	5	12	-7	-1,0
19	6,92	27	46	-19	-2,9
21	3,35	15	22	-7	-1,2
22	1,6	6	11	-5	-0,7
24	4,25	31	29	2	0,4
27	4,01	65	27	38	5,7
30	8,99	44	60	-16	-2,4
40	5,72	24	38	-14	-2,1
41	9,28	25	62	-37	-5,6
46	4,1	16	28	-12	-1,7
47	8,07	45	54	-9	-1,4
50	5,36	43	36	7	1,0
52	1,27	21	9	12	1,8
53	3,47	46	23	23	3,4
62	4,66	19	31	-12	-1,9
63	4,68	70	31	39	5,7
102	6,56	62	44	18	2,6
103	6,96	65	47	18	2,7

#### Spaltenerläuterung

Spalte "Raumklasse" = GRID-Code

Spalte "% Flächenanteil = Raumklasse-Flächenanteil relativ in %

Spalte "IST Messstellen" = Absolute Anzahl der in der jeweiligen Raumklasse auftretenden Messstellen

Spalte "SOLL Messstellen" = theoretische Häufigkeiten gemäß prozentualem Flächenanteil der Raumklasse an der Gesamtfläche (Flächenproportionalität)

Spalte "absoluter Unterschied ..." = Absolute Differenz aus IST und SOLL

Spalte "prozentualer Unterschied ..." = relativer Unterschied in Prozent

#### A.2.2.4.3 Weiterverarbeitung statistischer Ergebnisse im GIS (ARCVIEW)

Für den Fall, dass die so generierten Informationen auch im GIS verwendet werden sollen, kann eine solche Tabelle in ein Text-File (\*.txt – Tabs-getrennt) exportiert werden. Abschließend ist es zusätzlich möglich unter Verwendung der Spalte "GRID-Code" die so importierte Tabelle an das Raumgliederungsgrid zu „linken“ (→ Abb. 40). So kann man z.B. die unter- bzw. überrepräsentierten Flächen farblich hervorheben.

**Abbildung 40:** Verbindung statistischer Ergebnisstabellen mit ArcView-Shapedateien

Polygon-ID	Grid-Code	Join-Field	Werte
PolygonID45617	2	5002	291
PolygonID56034	7	3305	050
PolygonID02898	1	3581	456
PolygonID11823	4	2046	648
PolygonID47	0	287	250
PolygonID50	6	11933	2985
PolygonID52	0	75487	367
PolygonID22925	3	3383	010
PolygonID14342	1	50	377
PolygonID12988	7	335	623
PolygonID717097	0	3387	885
PolygonID66294	14	2431	237

#### A.2.2.5 Das Abfrageformular "Kerndatensatz ↔ FB UB"

Das Abfrageformular „Kerndatensatz ↔ FB UB“ ermöglicht es dem Anwender, für Parameter des KDS die im FB UB korrespondierenden Fragen anzeigen zu lassen sowie die Ländermessnetze herauszufiltern, die durch ihre Beobachtungsprogramme Messwerte für den jeweiligen Parameter des KDS erheben. Zum Starten dieses Abfragetools ist in der ACCESS-Rubrik "Formular" das Formular "kds2ub" doppelt anzuklicken. Das Formular untergliedert sich in drei Bereiche, die Parameter des Kerndatensatzes (KDS), der Fragebogen der Umweltbeobachtung der Länder (FB UB) und die zugehörigen Antworten der Institutionen der Länder:

**Parameter des Kerndatensatzes (KDS).** Dieser obere Bereich des Formulars enthält die Felder "Rubrik", "Kategorie", "Subkategorie" und "Parameter", die die Gliederungsebenen des KDS widerspiegeln und zur Auswahl eines Parameters dienen. Durch Öffnen der Pull-Down-Boxen werden Listen mit den Inhalten der jeweiligen Gliederungsebenen angezeigt, die dem Anwender – auch ohne Vorkenntnis über die Inhalte des Kerndatensatzes – die schrittweise Auswahl von "Rubrik", "Kategorie" bis hin zum eigentlichen "Parameter" des KDS ermöglichen.

**Abbildung 41:** Auswahl eines KDS-Parameters des Kerndatensatzes im Formular "Kerndatensatz ↔ FB UB"

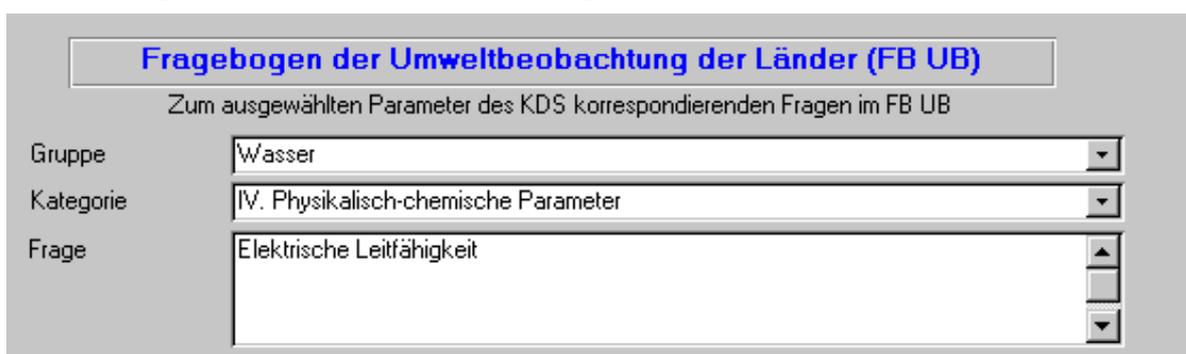


**Parameter des Kerndatensatzes (KDS)**  
Mess- und Beobachtungsprogramme im Biosphärenreservat Rhön

Rubrik	Fließgewässer
Kategorie	Beschaffenheit von Fließgewässern: Wasserkörper und Schwebstoffe
Subkategorie	chemisch-physikalische Grundparameter
Parameter	elektrische Leitfähigkeit des Fließgewässers

**Fragebogen der Umweltbeobachtung der Länder (FB UB).** Der mittlere Bereich des Formulars dient zur Anzeige der medienbezogenen Fragen des FB UB, die mit dem (im oberen Bereich) ausgewählten Parameter des KDS korrespondieren. Über die Felder "Gruppe" und "Kategorie" kann eine einzelne FB UB Frage ausgewählt werden, für die eine Recherche über die Antworten der Institutionen der Länder im UB durchgeführt werden soll.

**Abbildung 42:** Auswahl der FB UB-Frage im Formular "Kerndatensatz ↔ FB UB"



**Fragebogen der Umweltbeobachtung der Länder (FB UB)**  
Zum ausgewählten Parameter des KDS korrespondierenden Fragen im FB UB

Gruppe	Wasser
Kategorie	IV. Physikalisch-chemische Parameter
Frage	Elektrische Leitfähigkeit

**Antworten der Institutionen der Länder.** Gegliedert in die Felder "Enthaltene Antworten" und "Enthaltene Kommentare" listet der untere Bereich des Formulars die Antworten und Kommentare der Institutionen der Länder auf, die auf die ausgewählte FB UB-Frage gegeben wurden. Nach Auswahl spezieller Antworten oder Kommentare werden durch Anklicken des Buttons "Aktualisieren" im unteren Feld des Formulars die Institutionen angezeigt, die die gewünschte Antwort (oder den gewünschten Kommentar) auf die FB UB-Frage gegeben haben.

**Abbildung 43:** Feld für die Ergebnisse/Antworten einer Abfrage im Formular "Kerndatensatz ↔ FB UB"

The screenshot shows a web form with the following elements:

- Title:** Antworten der Institutionen der Länder
- Subtitle:** zur ausgewählten Frage des FB UB
- Input Fields:** Two dropdown menus labeled "Erhaltene Antworten" and "Erhaltene Kommentare".
- Buttons:** "Aktualisieren" (top right) and "Recherche drucken" (bottom right).
- Text:** "Institutionen mit ausgewählter Antwort auf die ausgewählte FB UB-Frage" located above a large empty rectangular area.

Durch Anklicken des Buttons „Recherche drucken“ wird die durchgeführte Datenrecherche mit dem selektierten Parameter des KDS und der ausgewählten Frage des FB UB auf dem Drucker ausgegeben.

**Umweltforschungsplan  
des Bundesministers für Umwelt,  
Naturschutz und Reaktorsicherheit**

**Umweltprobenbank einschließlich Human- und Biomonitoring**

**Förderkennzeichen (UFOPLAN) 299 82 212 / 02**

**Konkretisierung des Umweltbeobachtungsprogrammes im Rahmen eines  
Stufenkonzeptes der Umweltbeobachtung des Bundes und der Länder  
Teilvorhaben 3**

**- ANHANGSTEIL -**

von

Prof. Dr. Winfried Schröder  
(Projektleiter)

Dipl.-Geol. Gunther Schmidt  
Dipl.-Geogr. Roland Pesch  
Dipl.-Math. Heidrun Matejka  
Dipl.-Geogr. Thorsten Eckstein  
(Bearbeiter/in)

Im Auftrag  
des Umweltbundesamtes

April 2001

## **Gliederung Anhangteil 1:**

	<b>Seite</b>
<b>A. Handbücher</b>	<b>4</b>
<b>A.1 Verfahrensgrundlagen</b>	<b>4</b>
A.1.1 Geographische Informationssysteme und Datenbanken	4
A.1.2 Statistische Verfahren	14
A.1.2.1 Nachbarschaftsanalyse	14
A.1.2.2 Geostatistik – Variogrammanalyse und Kriging	28
<b>A.2 Verfahrensdokumentation</b>	<b>31</b>
A.2.1 Das „Kochrezept“ (Befehlsabfolgen)	31
A.2.2 Erläuternde Dokumentation des „Kochrezepts“	41
A.2.2.1 Metadaten-Erhebung: Allgemeines zum ACCESS-Fragebogen	41
A.2.2.2 Metadaten-Erhebung: Dateneingabe und –verarbeitung im Fragebogen	43
A.2.2.2.1 Installation, erforderliche Dateien, Übersicht	43
A.2.2.2.2 Start des Fragebogenprogramms	44
A.2.2.2.3 Beantwortung eines Fragebogens	45
A.2.2.2.4 Auswertung von beantworteten Fragebögen	48
A.2.2.2.5 Zusammenführen von beantworteten Fragebögen (Import)	49
A.2.2.2.6 Vorbereiten der Daten für interne Abfragen und ArcView (Export)	50
A.2.2.2.7 Zusatzoption zum Zusammenführen (AntwortendeInclude)	50

A.2.2.2.8	Einfache Abfrage der Antwortdaten (AntwortendeVon-Antwort)	52
A.2.2.2.9	Export der Metadaten (Speichern unter)	53
A.2.2.3	Metadaten: Anbindung der Metadaten in ArcView	55
A.2.2.3.1	Die „UB Extensions“-Funktionen	55
A.2.2.3.2	Das „Linking-Tool“	55
A.2.2.3.3	Verknüpfung von Metadaten und Messnetzen	59
A.2.2.3.4	Verknüpfungsergebnisse	61
A.2.2.3.5	Auswertung mit MeSID	61
A.2.2.4	Landschaftsrepräsentanz	69
A.2.2.4.1	Durchführung der Auszählung in ArcView	70
A.2.2.4.2	Berechnung statistischer Maßzahlen in MS EXCEL	72
A.2.2.4.3	Weiterverarbeitung statistischer Ergebnisse im GIS	73
A.2.3	Das Abfrageformular „Kerndatensatz ↔ FB UB“	73

## **B. Karten und Diagramme**

### **B.1 Eingangsdaten für die Raumgliederungsvarianten**

B.1.1	Potenzielle Natürliche Vegetation (PNV)
B.1.2	Bodenart (Basis: BÜK 1000)
B.1.3	Digitales Höhenmodell (UNEP GRID)
B.1.4	Mittlere monatliche Lufttemperaturen (1961-1990)
B.1.5	Mittlere monatliche Niederschlagsverhältnisse (1961 – 1990)

- B.1.6 Mittlere monatliche Verdunstungsverhältnisse (1961 – 1990)
- B.1.7 Mittlere monatliche Sonnenscheindauer (1961 – 1990)
- B.1.8 Mittlere monatliche Globalstrahlungsraten (1981 – 2000)
- B.1.9 Nutzbare Feldkapazität im effektiven Wurzelraum (Basis: BÜK 1000)
- B.1.10 Kapillaranstieg (Basis: BÜK 1000)

## **B.2 Raumgliederungsvarianten**

### Varianten mit alten Klimadaten (vor dem Workshop im Juli 2000)

- B.2.1 UBA PNV I (Geologie, Höhe, N, T, SD) – 20 Kl.
- B.2.2 UBA PNV I (Geologie, Höhe, N, T, SD) – 80 Kl.
- B.2.3 UBA PNV II (Bodenarten, Höhe, N, T, SD) – 20 Kl.
- B.2.4 UBA PNV II (Bodenarten, Höhe, N, T, SD) – 78 Kl.
- B.2.5 UBA PNV III (Bodenarten, Höhe, N, T, V (neue Daten), SD) – 20 Kl.
- B.2.6 UBA PNV III (Bodenarten, Höhe, N, T, V (neue Daten), SD) – 77 Kl.
- B.2.7 UBA PNV IV (Bodenarten, Höhe, HJ-N, HJ-T, HJ-SD) - 20 Kl.
- B.2.8 UBA PNV IV (Bodenarten, Höhe, HJ-N, HJ-T, HJ-SD) - 81 Kl.

### Varianten mit neuen Klimadaten (nach dem Workshop im Juli 2000)

- B.2.9 UBA PNV V (nFk, kA, Höhe, N, T, SD) – 20 Kl.

- B.2.10 UBA PNV V (nFk, kA, Höhe, N, T, SD) – 79 Kl.
- B.2.11 UBA PNV VI (Bodenarten, Höhe, N, T, SD) – 20 Kl.
- B.2.12 UBA PNV VI (Bodenarten, Höhe, N, T, SD) – 77 Kl.
- B.2.13 UBA PNV VII (Bodenarten, Höhe, N, T, V, SD) – 20 Kl.
- B.2.14 UBA PNV VII (Bodenarten, Höhe, N, T, V, SD) – 77 Kl.
- B.2.15 UBA PNV VIII (nFk, kA, Höhe, N, T, V, SD) – 20 Kl.
- B.2.16 UBA PNV VIII (nFk, kA, Höhe, N, T, V, SD) – 81 Kl.
- B.2.17 UBA PNV IX (Bodenarten, Höhe, N, T, V, GS) – 20 Kl.
- B.2.18 UBA PNV IX (Bodenarten, Höhe, N, T, V, GS) – 21 Kl.
- B.2.19 UBA PNV IX (Bodenarten, Höhe, N, T, V, GS) – 21 Kl. inkl.  
Beschreibung
- B.2.20 UBA PNV IX (Bodenarten, Höhe, N, T, V, GS) – 73 Kl.

### **B.3 Ökoklassenbeschreibungen**

- B.3.1 CART-Bäume
- B.3.2 Histogramme (Bodenarten und Höhenangaben)
- B.3.3 Jahresgangkurven (Temperatur und Globalstrahlung)
- B.3.4 Jahresgangkurven (Verdunstung und Niederschlag)
- B.3.5 Diagramme Landnutzung – UBA PNV IX
- B.3.6 Überschreitungsraten Critical Loads Säure – UBA PNV IX
- B.3.7 Überschreitungsraten Critical Loads Stickstoff – UBA PNV IX

### **B.4 Messnetzübersicht**

- B.4.1 Gesamtübersicht des Länderrücklaufs

- B.4.2 Messnetzübersicht Rubrik „Boden“ (BDF)
- B.4.3 Messnetzübersicht Rubrik „Luft“
- B.4.4 Messnetzübersicht Rubrik „Wasser“
- B.4.5 Messnetzübersicht Rubrik „Bioindikation“
- B.4.5.1 Messnetzübersicht Rubrik ‚Bioindikation‘ – Moosmonitoring 1990/91)
- B.4.5.2 Messnetzübersicht Rubrik ‚Bioindikation‘ – Moosmonitoring 1995/96)
- B.4.5.3 Messnetzübersicht Rubrik ‚Bioindikation‘ – „ (Gesamtübersicht des Länderrücklaufs
- B.4.6 Messnetzübersicht Rubrik „Landschaft & Natur“

## **B.5 Landschaftsrepräsentanz**

- B.5.1 BDF auf Raumgliederung (UBA IX: 20er-Gliederung)
- B.5.2 Moosmonitoring 1995/96 auf Raumgliederung (UBA IX: 20er-Gliederung)
- B.5.3 Immissionsmessnetz auf Raumgliederung (UBA IX: 20er-Gliederung)
- B.5.4 Landschaftsrepräsentanz BDF
- B.5.5 Landschaftsrepräsentanz Moosmonitoring 1995/96
- B.5.6 Landschaftsrepräsentanz Immissionsmessnetz
- B.5.7 MNR-Indizes Bodentypen, 20er Raumgliederung, Landnutzung
- B.5.8 Bodendauerbeobachtungsflächen auf MNR-Karte
- B.5.9 RI der 20er-Raumgliederung (UBA IX)

- B.5.10 Repräsentanzanalyse UB, SO<sub>2</sub>-Immission 1996 (480 Stationen)
- B.5.11 Repräsentanzanalyse UB, SO<sub>2</sub>-Immission 1996 (150 Stationen)
- B.5.12 Kriging-Ergebnisse Moosmonitoring 1990/91

## **B.6 Anwendungsszenarien**

- B.6.1 Potenziell gefährdete Flächen: Szenario Eintrag von Schwermetallen ins Grundwasser
- B.6.2 Akut gefährdete Flächen (inkl. 2 km Buffer): Szenario Eintrag von Schwermetallen ins Grundwasser
- B.6.3 BDF-Standorte auf akut gefährdeten Flächen durch Eintrag von Schwermetallen ins Grundwasser
- B.6.4 Immissionsmessstandorte auf akut gefährdeten Flächen durch Eintrag von Schwermetallen ins Grundwasser
- B.6.5 Moosmonitoringstandorte auf akut gefährdeten Flächen durch Eintrag von Schwermetallen ins Grundwasser
- B.6.6 Grundwassermessstellen auf akut gefährdeten Flächen durch Eintrag von Schwermetallen ins Grundwasser
- B.6.7 Potenziell gefährdete Flächen: Szenario Eintrag von PSM in Oberflächengewässer
- B.6.8 Potenziell belastete Wassereinzugsgebiete in Deutschland
- B.6.9 Fließgewässerbeschaffenheitsmessstellen auf potenziell gefährdeten Flächen durch PSM-Eintrag in Oberflächengewässer

## **B.7 Ergebnis der Clusteranalyse der Mossmonitoring-Flächendaten 1990/91**

**B.8 Landnutzung (CORINE Landcover)**

**B.9 Überschreitungsraten Critical Loads**

B.9.1 Überschreitungsraten Critical Loads Säure

B.9.2 Überschreitungsraten Critical Loads Stickstoff

**B.10 Jährlicher Eintrag von PSM in Oberflächengewässer mit dem Oberflächenabfluss**

## **Gliederung Anhangteil 2:**

### **C. Tabellen**

#### **C.1 Übersichtstabelle Länderrücklauf**

#### **C.2 Übersichtstabelle Abgleich UB-Fragebogen mit dem Kerndatensatz**

#### **C.3 Landschaftsrepräsentanztabellen**

C.3.1 Bodendauerbeobachtungsflächen

C.3.2 Moosmonitoring 1995/96

C.3.3 Immissionsmessnetz

#### **C.4 Tabellenwerke zu Kap. 5.2.2 (MNR)**

C.4.1 Flächenanteile der Kombinationen  
Bodentyp/Raumklasse/Landnutzung

C.4.2 Häufigkeitsverteilung am Beispiel BDF

C.4.3 Rangfolgentabelle für BDF (Top 100)

C.4.4 Legenden

C.4.4.1 Bodentypen der BÜK 1000

C.4.4.2 Landnutzungstypen aus CORINE Landcover

**D. Sonstige Anlagen**

D.1 Fragebogenergänzung „GVO Monitoring“

**Umweltforschungsplan  
des Bundesministers für Umwelt,  
Naturschutz und Reaktorsicherheit**

**Umweltprobenbank einschließlich Human- und Biomonitoring**

**Förderkennzeichen (UFOPLAN) 299 82 212 / 02**

**Konkretisierung des Umweltbeobachtungsprogrammes im Rahmen eines  
Stufenkonzeptes der Umweltbeobachtung des Bundes und der Länder  
Teilvorhaben 3**

**ANHANGSTEIL 1:**

**ANHANG A: Handbücher**

**ANHANG B: Karten und Diagramme**

von

Prof. Dr. Winfried Schröder  
(Projektleiter)

Dipl.-Geol. Gunther Schmidt  
Dipl.-Geogr. Roland Pesch  
Dipl.-Math. Heidrun Matejka  
Dipl.-Geogr. Thorsten Eckstein  
(Bearbeiter/in)

Im Auftrag  
des Umweltbundesamtes

April 2001

# **ANHANG B**

## **Karten und Diagramme**

# **ANHANG B.1**

## **Eingangsdaten für die Raumgliederungsvarianten**

- B.1.1 Potenzielle Natürliche Vegetation (PNV)
- B.1.2 Bodenart (Basis: BÜK 1000)
- B.1.3 Digitales Höhenmodell (UNEP GRID)
- B.1.4 Mittlere monatliche Lufttemperaturen (1961-1990)
- B.1.5 Mittlere monatliche Niederschlagshöhen (1961-1990)
- B.1.6 Mittlere monatliche Verdunstungshöhen (1961-1990)
- B.1.7 Mittlere monatliche Sonnenscheindauer (1961-1990)
- B.1.8 Mittlere monatliche Globalstrahlungsraten (1981-2000)
- B.1.9 Nutzbare Feldkapazität im effektiven Wurzelraum (Basis: BÜK 1000)
- B.1.10 Kapillaraufstieg (Basis: BÜK 1000)

# Anhang B.1.1

## Potenzielle natürliche Vegetation (PnV)

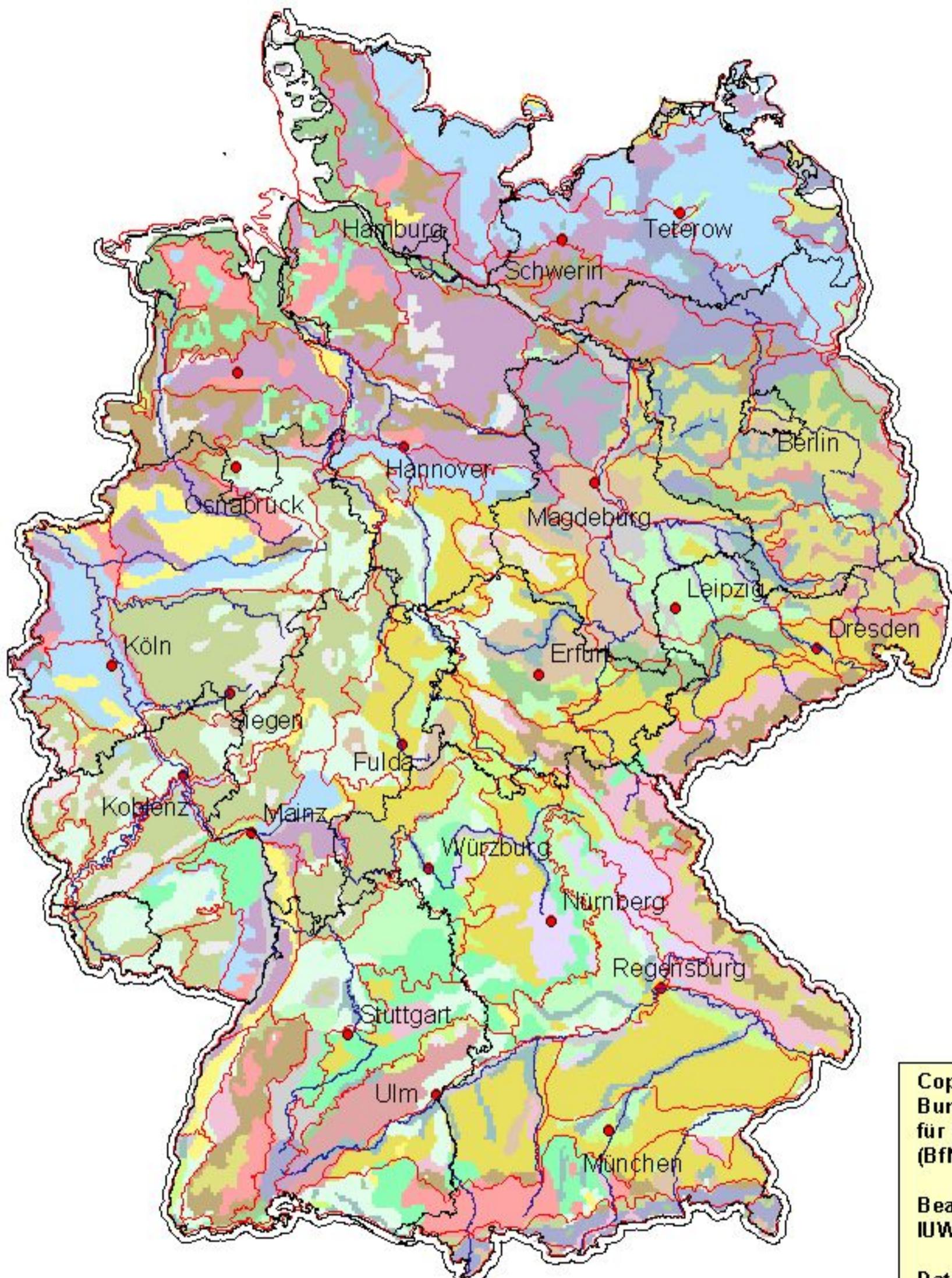
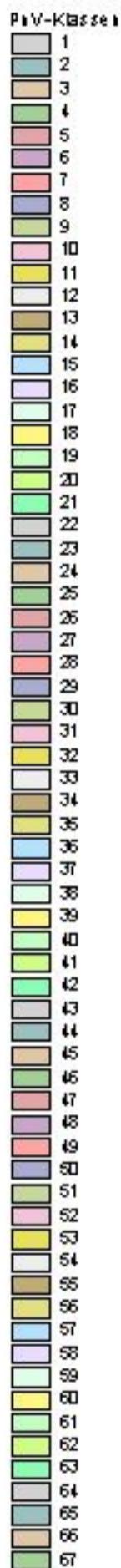
Hochschule Vechta  
 Institut für Umweltnwissenschaften  
 Abt. Landschaftsökologie



Projektleitung: Prof. Dr. W. Schröder

Bearbeitung: T. Eckstein, R. Pesch, G. Schmidt

- Naturräume (n. Meynen et al. 1962)
- administrative Grenzen
- ~ Flüsse



**Copyright:**  
 Bundesamt  
 für Naturschutz  
 (BfN)

**Bearbeitung:**  
 IUW, HS Vechta

**Datengrundlage:**  
 BfN

# Anhang B.1.2

## Bodenart (Basis: BÜK 1000)

Hochschule Vechta  
 Institut für Umweltwissenschaften  
 Abt. Landschaftsökologie



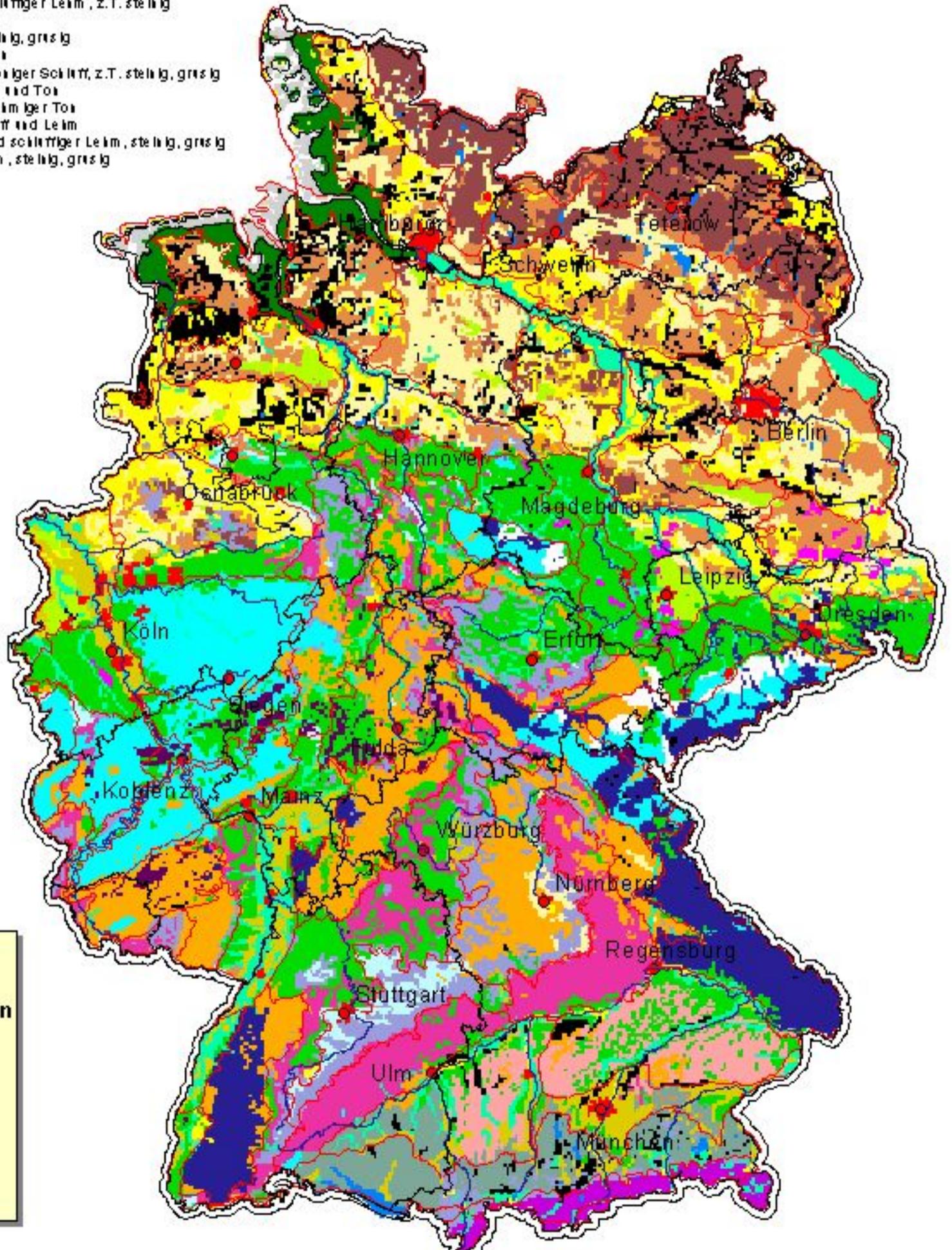
Projektleitung: Prof. Dr. W. Schröder

Bearbeitung: T. Eckstein, R. Pesch, G. Schmidt

### Bodenarten

- Bergbauflöze
- Sedimentsflöze
- Gewässerflöze
- schluffiger bis toniger Sand
- sandiger und toniger Schluff bis schluffiger Ton
- organogenes Material
- toniger Schluff bis leimiger Ton
- leimiger Sand bis schluffiger Leim
- Sand, (überwiegend fei- und mittelkörnig), teils leimiger Sand
- Sand, (überwiegend mittel- und grobkörnig), teils schluffiger Sand
- leimiger Sand bis Leim
- leimiger Sand bis sandiger Leim über Leim
- leimiger Sand bis toniger Schluff
- toniger Schluff bis schluffiger Leim
- schluffiger Sand bis sandiger Schluff über Sand oder Leim
- Sand und leimiger Sand bis schluffiger Leim, z.T. steinig
- schluffiger Leim
- schluffiger Leim bis Schluff, steinig, grosglg
- schluffiger Leim bis leimiger Ton
- sandiger und toniger Leim bis toniger Schluff, z.T. steinig, grosglg
- eigränigter Wechselluvs Leim und Ton
- sandiger und toniger Leim bis leimiger Ton
- eigränigter Wechselluvs Schluff und Leim
- schluffiger Sand bis sandiger und schluffiger Leim, steinig, grosglg
- leimiger Sand bis sandiger Leim, steinig, grosglg

- Naturräume (n. Meynen et al. 1962)
- administrative Grenzen
- Flüsse



**Copyright:**  
 Bundesanstalt  
 f. Geowissenschaften  
 (BGR)

**Bearbeitung:**  
 IUW, HS Vechta

**Datengrundlage:**  
 BGR

# Anhang B.1.3

## Digitales Höhenmodell (UNEP GRID)

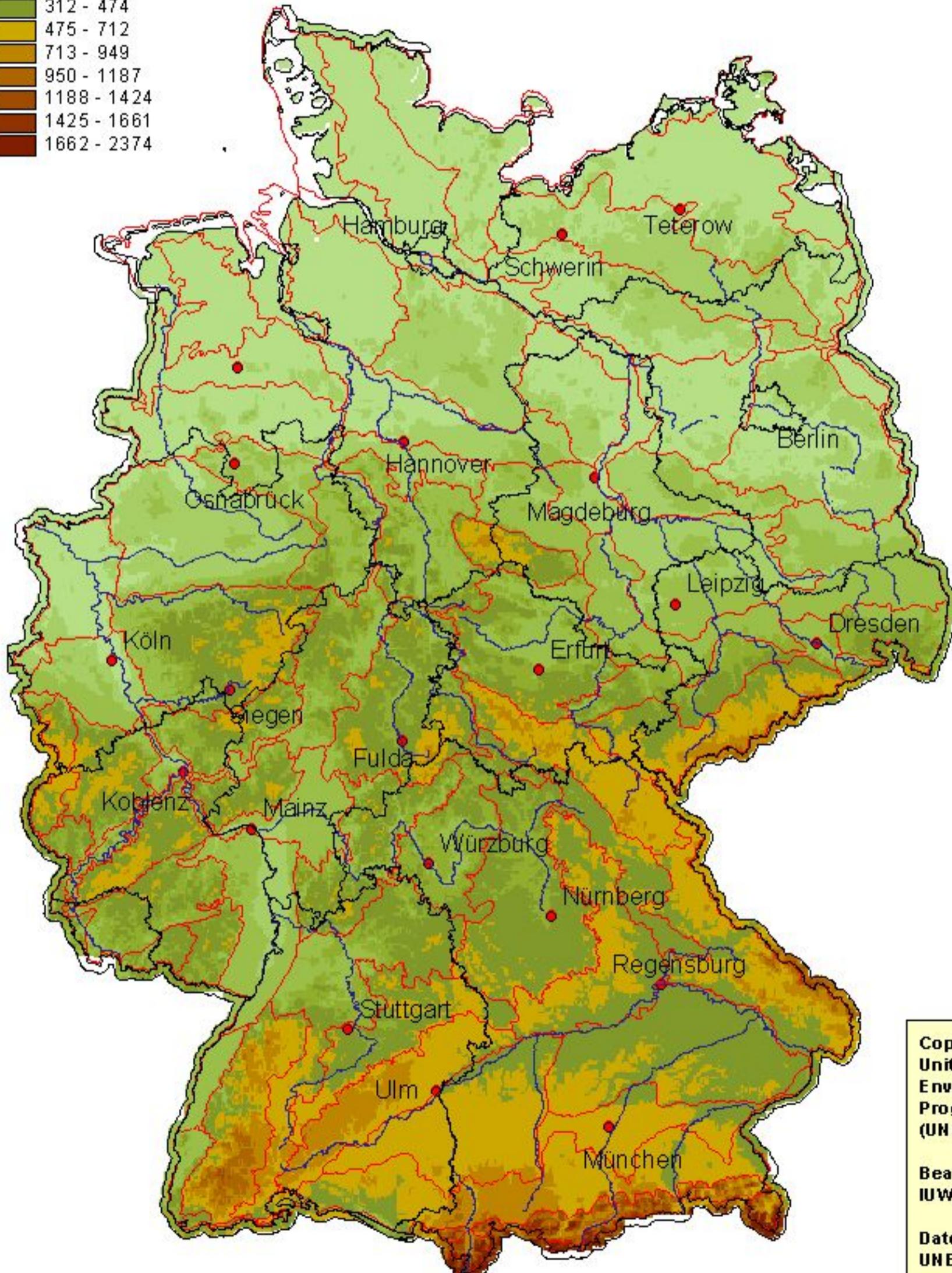
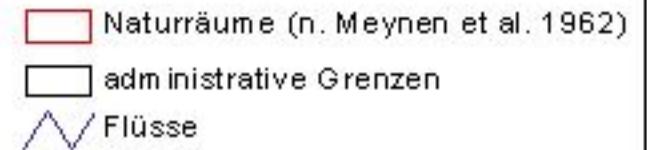
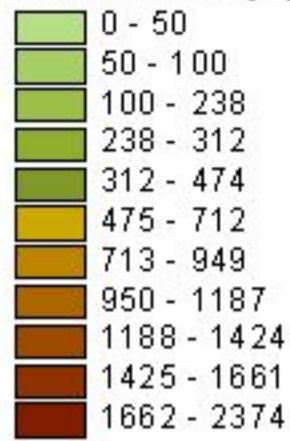
Hochschule Vechta  
Institut für Umwelteinformatik  
Abt. Landschaftsökologie



Projektleitung: Prof. Dr. W. Schröder

Bearbeitung: T. Eckstein, R. Pesch, G. Schmidt

Höhe über NN [m]



**Copyright:**  
United Nations  
Environmental  
Programme  
(UNEP)  
  
**Bearbeitung:**  
IUW, HS Vechta  
  
**Datengrundlage:**  
UNEP

# Anhang B.1.4

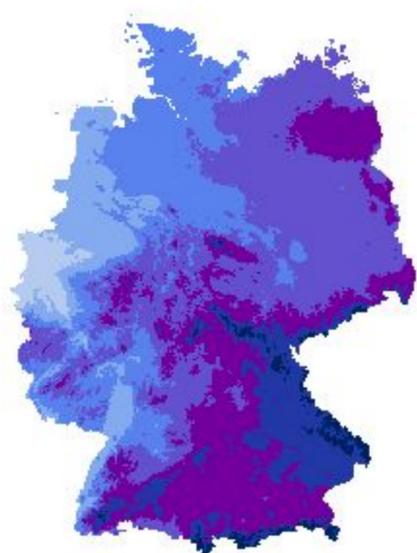
## Mittlere monatliche Lufttemperaturen (Zeitraum 1961-1990)

Hochschule Vechta  
Institut f. Umweltwissenschaften  
Abt. Landschaftsökologie

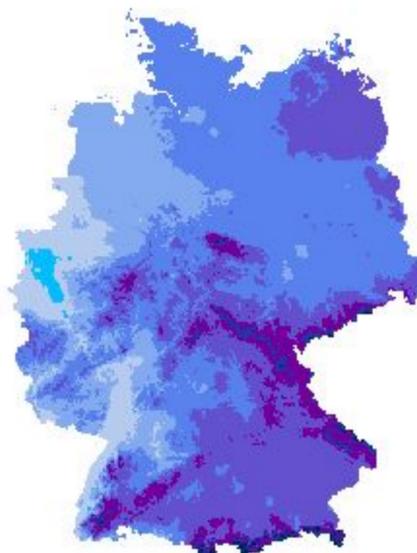


Projektleitung: Prof. Dr. W. Schröder

Bearbeitung: T. Eckstein, R. Pesch, G. Schmidt



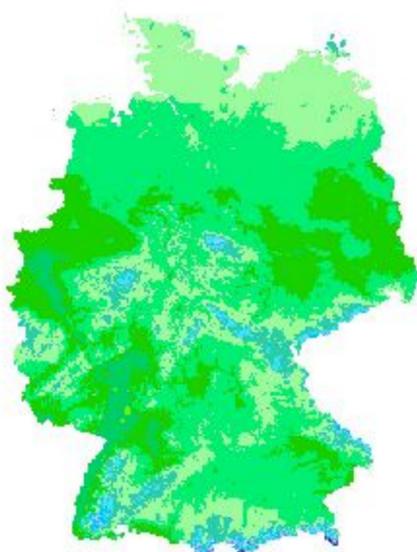
Januar



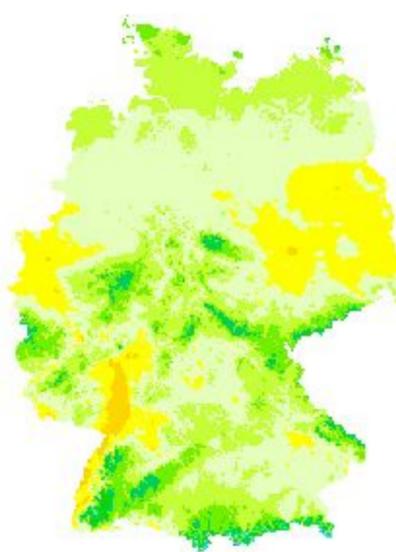
Februar



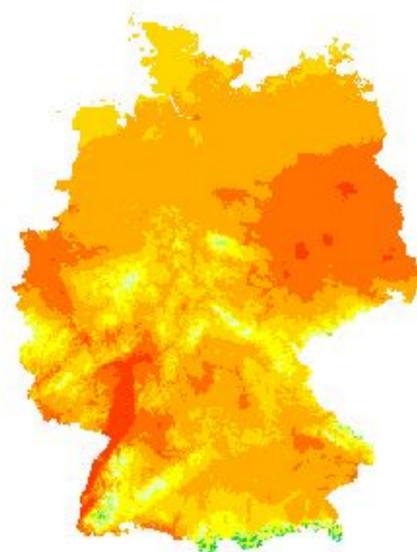
März



April



Mai



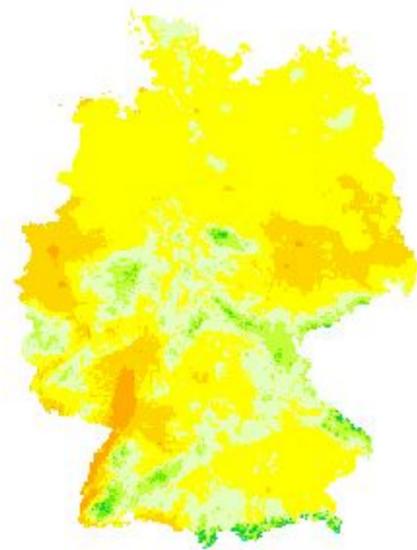
Juni



Juli



August



September



Oktober

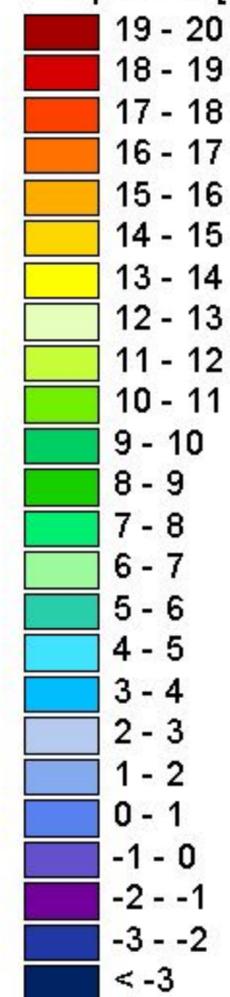


November



Dezember

Temperatur [°C]



Copyright:  
Deutscher Wetterdienst (DWD)

Bearbeitung:  
IUW, HS Vechta

Datengrundlage:  
DWD

# Anhang B.1.5

## Mittlere monatliche Niederschlagshöhen

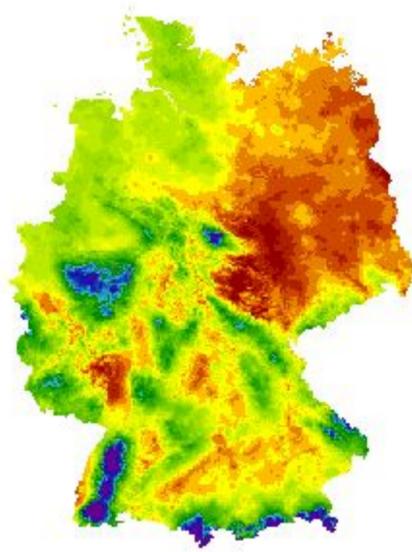
### (Zeitraum 1961-1990)

Hochschule Vechta  
 Institut f. Um weltwissenschaften  
 Abt. Landschaftsökologie

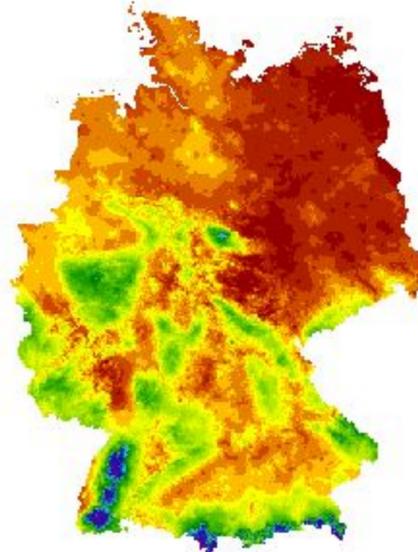


Projektleitung: Prof. Dr. W. Schröder

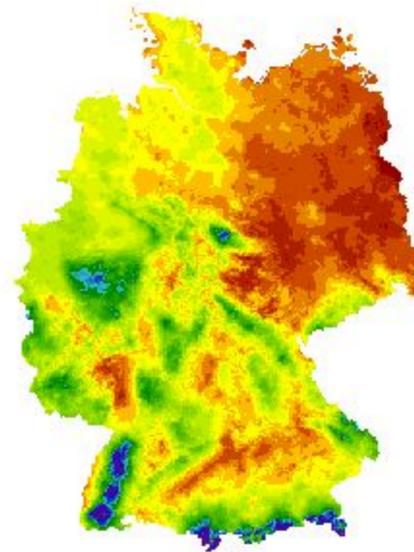
Bearbeitung: T. Eckstein, R. Pesch, G. Schmidt



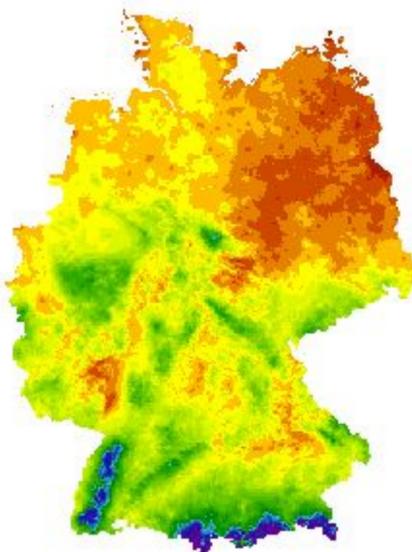
Januar



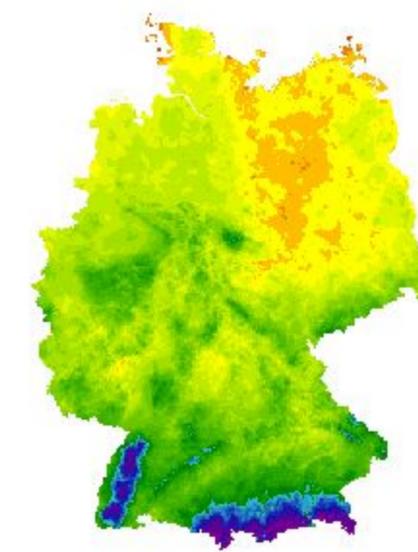
Februar



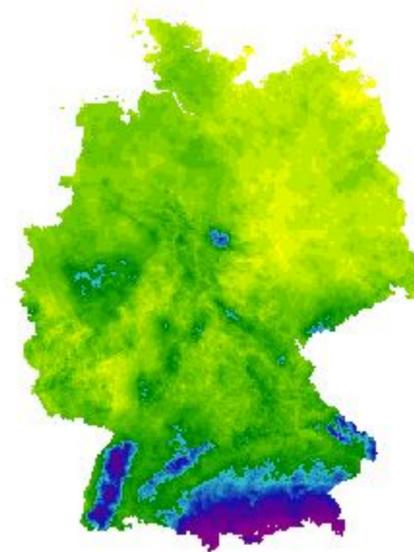
März



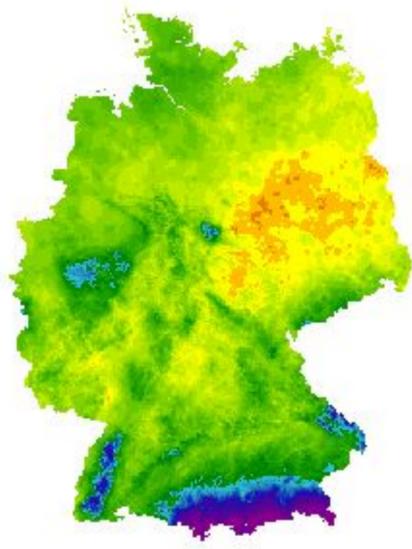
April



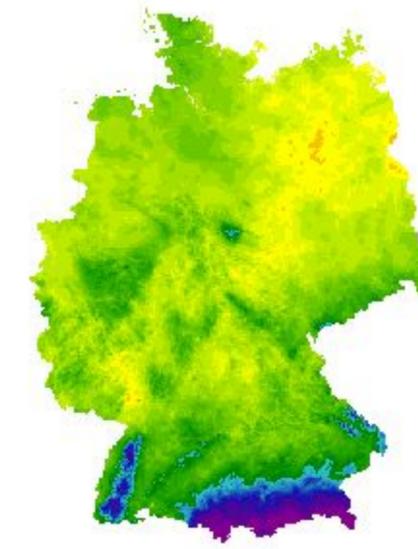
Mai



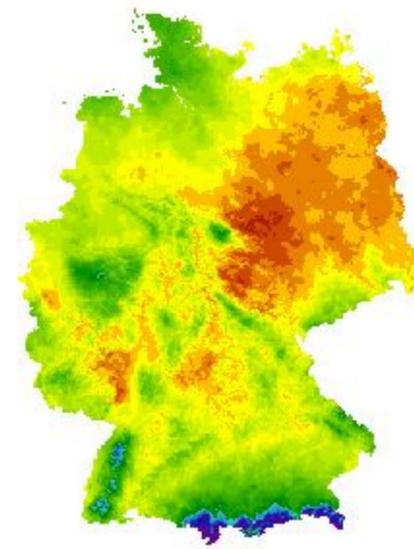
Juni



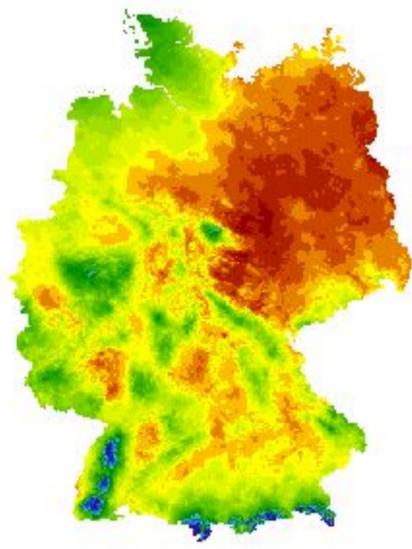
Juli



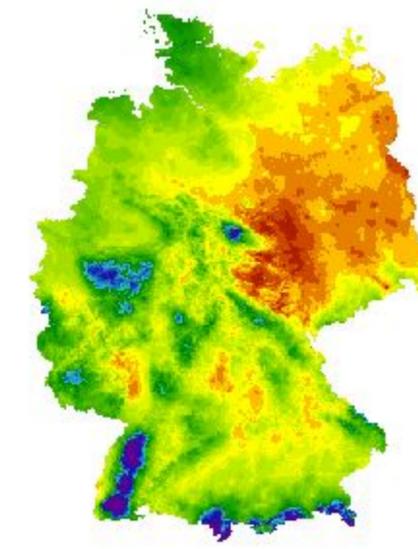
August



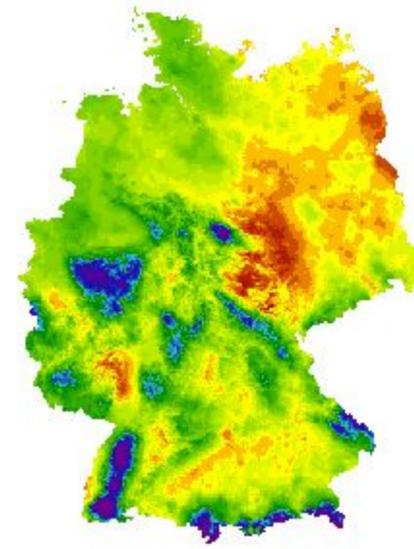
September



Oktober

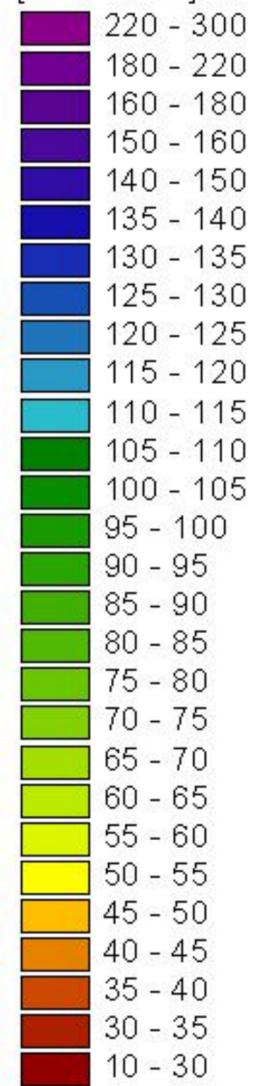


November



Dezember

Niederschlagshöhe  
 [mm/Monat]



Copyright:  
 Deutscher Wetterdienst (DWD)

Bearbeitung:  
 IUW, HS Vechta

Datengrundlage:  
 DWD

# Anhang B.1.6

## Mittlere monatliche Verdunstungshöhen (Zeitraum 1961-1990)

Hochschule Vechta  
Institut f. Umweltwissenschaften  
Abt. Landschaftsökologie



Projektleitung: Prof. Dr. W. Schröder

Bearbeitung: T. Eckstein, R. Pesch, G. Schmidt



Januar



Februar



März



April



Mai



Juni



Juli



August



September



Oktober

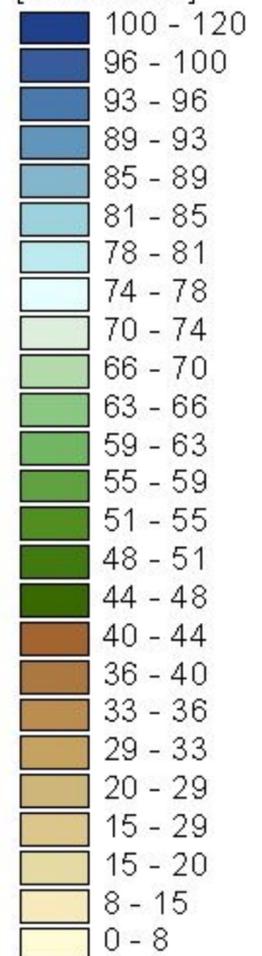


November



Dezember

Verdunstungshöhen  
[mm/Monat]



Copyright:  
Deutscher Wetterdienst (DWD)

Bearbeitung:  
IUW, HS Vechta

Datengrundlage:  
DWD

# Anhang B.1.7

## Mittlere monatliche Sonnenscheindauer (Zeitraum 1961-1990)

Hochschule Vechta  
Institut f. Umweltwissenschaften  
Abt. Landschaftsökologie



Projektleitung: Prof. Dr. W. Schröder

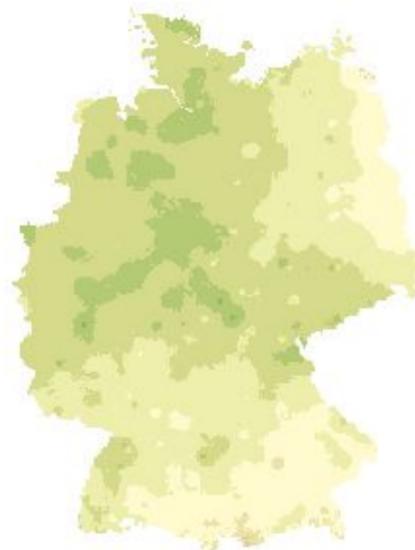
Bearbeitung: T. Eckstein, R. Pesch, G. Schmidt



Januar



Februar



März



April



Mai



Juni



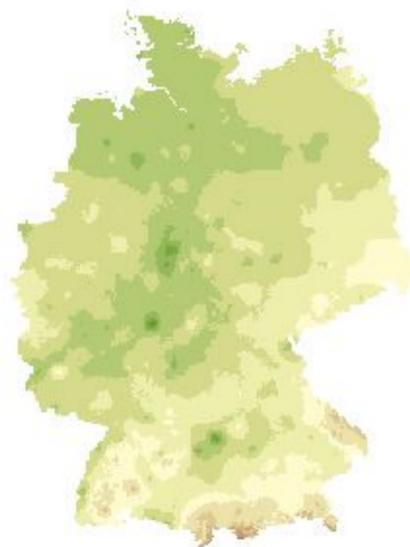
Juli



August



September



Oktober

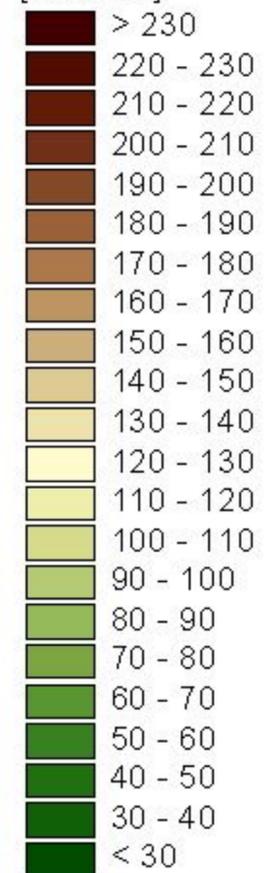


November



Dezember

Sonnenscheindauer  
[h/Monat]



Copyright:  
Deutscher Wetterdienst (DWD)

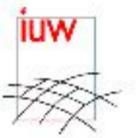
Bearbeitung:  
IUW, HS Vechta

Datengrundlage:  
DWD

# Anhang B.1.8

## Mittlere monatliche Globalstrahlungsraten (Zeitraum 1981-2000)

Hochschule Vechta  
Institut f. Um weltwissenschaften  
Abt. Landschaftsökologie



Projektleitung: Prof. Dr. W. Schröder

Bearbeitung: T. Eckstein, R. Pesch, G. Schmidt



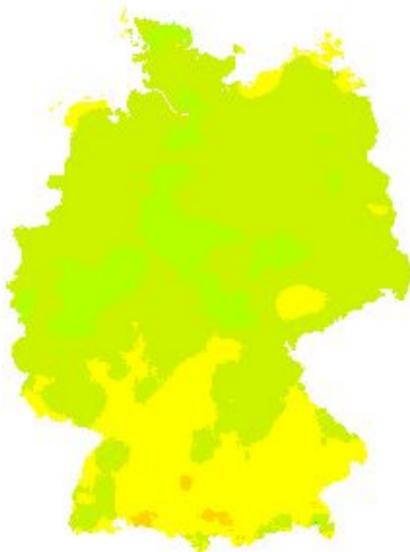
Januar



Februar



März



April



Mai



Juni



Juli



August



September



Oktober

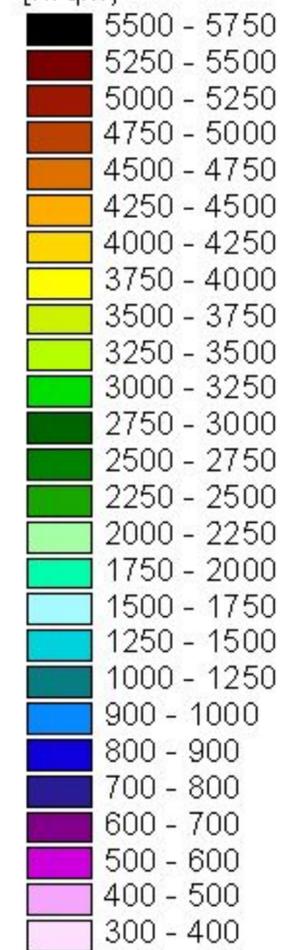


November



Dezember

Globalstrahlung  
[w/qm]



Copyright:  
Deutscher Wetterdienst (DWD)

Bearbeitung:  
IUW, HS Vechta

Datengrundlage:  
DWD

# Anhang B.1.9

## Nutzbare Feldkapazität im effektiven Wurzelraum (Basis: BÜK 1000)

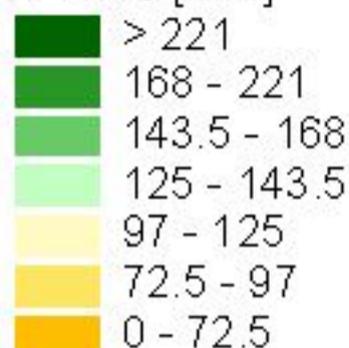
Hochschule Vechta  
Institut für Umwelteinformatik  
Abt. Landschaftsökologie



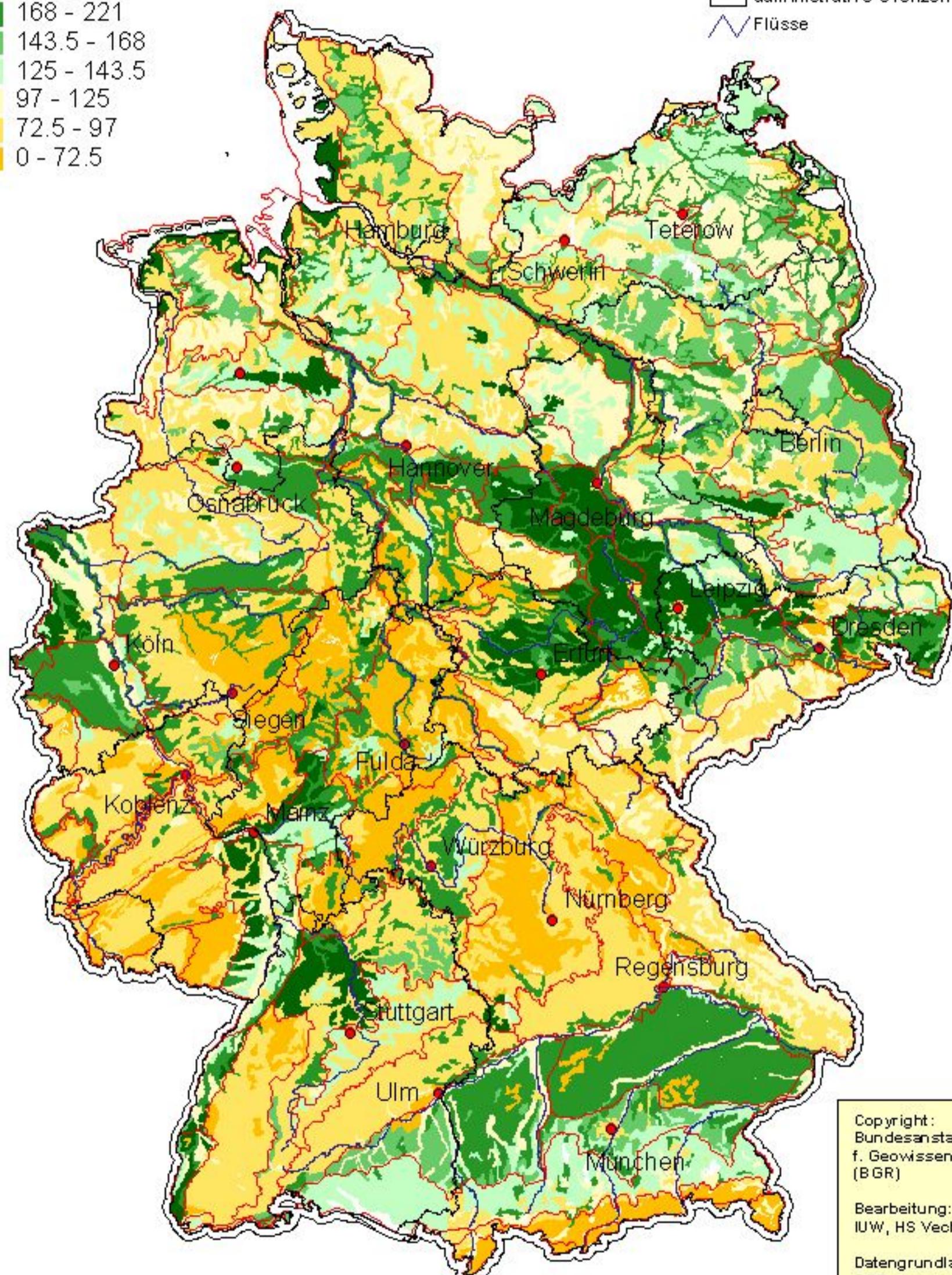
Projektleitung: Prof. Dr. W. Schröder

Bearbeitung: T. Eckstein, R. Pesch, G. Schmidt

nFKWe [mm]



- Naturräume (n. Meynen et al. 1962)
- administrative Grenzen
- Flüsse



Copyright:  
Bundesanstalt  
f. Geowissenschaften  
(BGR)

Bearbeitung:  
IUW, HS Vechta

Datengrundlage:  
BGR

Projektion: Lambert

Maßstab: 1:4000000

Stand: 2000

# Anhang B.1.10

## Kapillaranstieg (Basis: BÜK 1000)

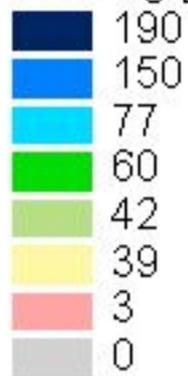
Hochschule Vechta  
 Institut für Umweltnwissenschaften  
 Abt. Landschaftsökologie



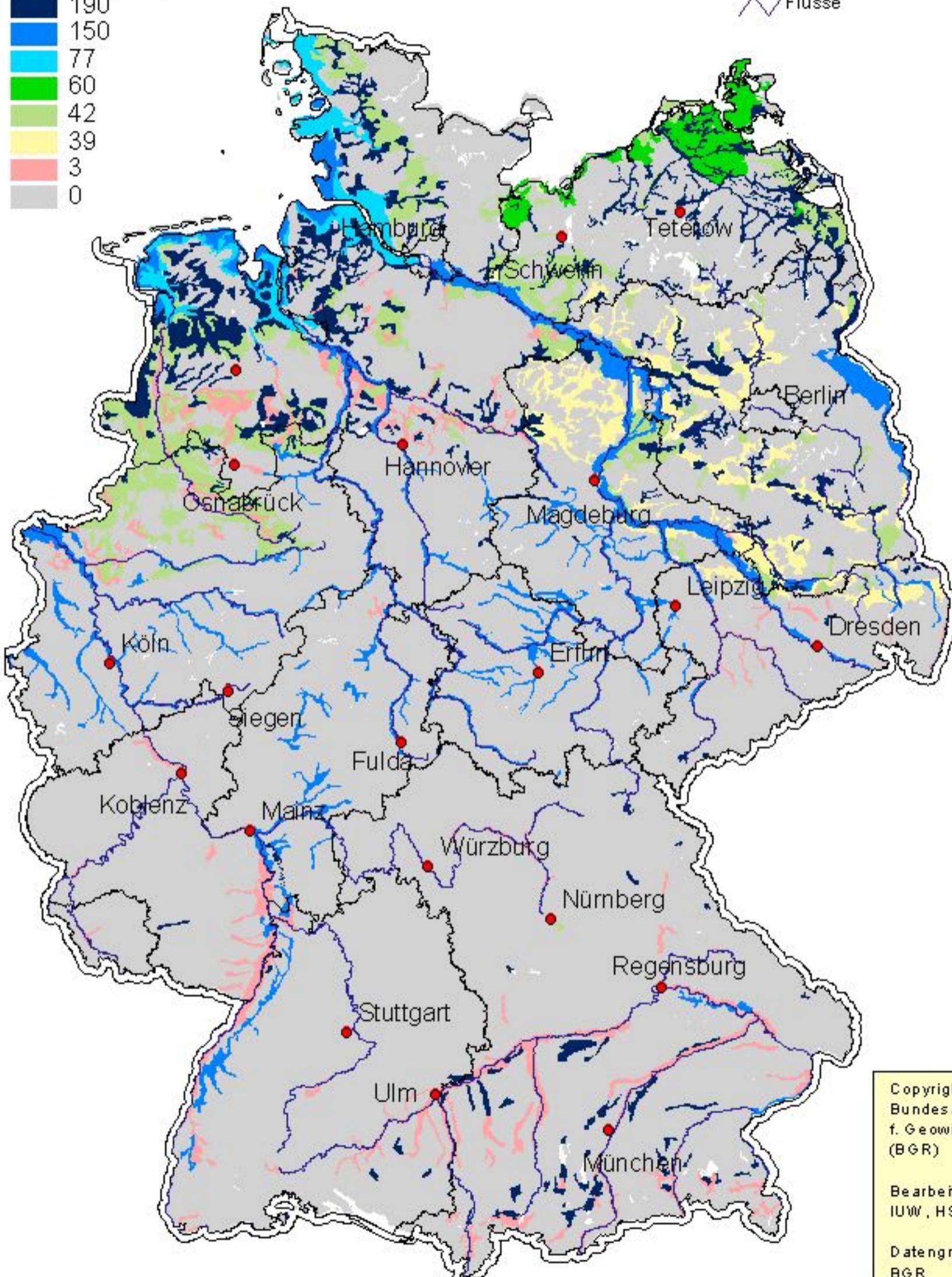
Projektleitung: Prof. Dr. W. Schröder

Bearbeitung: T. Eckstein, R. Pesch, G. Schmidt

Kapillarer  
 Aufstieg [mm]



- Naturräume (n. Meynen et al. 1962)
- administrative Grenzen
- Flüsse



Copyright:  
 Bundesanstalt  
 f. Geowissenschaften  
 (BGR)

Bearbeitung:  
 IUW, HS Vechta

Datengrundlage:  
 BGR

## **ANHANG B.2**

### **Raumgliederungsvarianten**

*Varianten mit alten Klimadaten (vor dem Workshop im Juli 2000)*

- B.2.1 UBA PNV I (Geologie, Höhe, N, T, SD) - 20 Kl.
- B.2.2 UBA PNV I (Geologie, Höhe N, T, SD) - 80 Kl.
- B.2.3 UBA PNV II (Bodenarten, Höhe, N, T, SD) – 20 Kl.
- B.2.4 UBA PNV II (Bodenarten, Höhe, N, T, SD) - 78 Kl.
- B.2.5 UBA PNV III (Bodenarten, Höhe, N, T, V (neue Daten), SD) - 20 Kl.
- B.2.6 UBA PNV III (Bodenarten, Höhe, N, T, V (neue Daten), SD) - 77 Kl.
- B.2.7 UBA PNV IV (Bodenarten, Höhe, HJ-N, HJ-T, HJ-SD) - 20 Kl.
- B.2.8 UBA PNV IV (Bodenarten, Höhe, HJ-N, HJ-T, HJ-SD) - 81 Kl.

*Varianten mit neuen Klimadaten (nach dem Workshop im Juli 2000)*

- B.2.9 UBA PNV V (nFk, kA, Höhe, N, T, SD) - 20 Kl.
- B.2.10 UBA PNV V (nFk, kA, Höhe, N, T, SD) - 79 Kl.
- B.2.11 UBA PNV VI (Bodenarten, Höhe, N, T, SD) - 20 Kl.
- B.2.12 UBA PNV VI (Bodenarten, Höhe, N, T, SD) - 77 Kl.
- B.2.13 UBA PNV VII (Bodenarten, Höhe, N, T, V, SD) - 20 Kl.
- B.2.14 UBA PNV VII (Bodenarten, Höhe, N, T, V, SD) - 77 Kl.
- B.2.15 UBA PNV VIII (nFk, kA, Höhe, N, T, V, SD) - 20 Kl.
- B.2.16 UBA PNV VIII (nFk, kA, Höhe, N, T, V, SD) - 81 Kl.
- B.2.17 UBA PNV IX (Bodenarten, Höhe, N, T, V, GS) - 20 Kl.
- B.2.18 UBA PNV IX (Bodenarten, Höhe, N, T, V, GS) - 21 Kl.
- B.2.19 UBA PNV IX (Bodenarten, Höhe, N, T, V, GS) - 21 Kl. inkl. Beschreibung
- B.2.20 UBA PNV IX (Bodenarten, Höhe, N, T, V, GS) - 73 Kl.

## **Abkürzungen der ökologischen Klassenmerkmale:**

PNV = potenzielle natürliche Vegetation

N = Niederschlagssumme

T = Lufttemperatur

V = Verdunstungshöhe

SD = Sonnenscheindauer

GS = Globalstrahlung

nFK = bzw.  $nF_{k_{We}}$  nutzbare Feldkapazität im effektiven Wurzelraum

kA = kapillarer Aufstieg

HJ = Halbjahres-Summen der Klimavariablen, bei N März bis September bzw. Oktober bis Februar, bei SD März bis September bzw. Oktober bis Dezember, bei T Januar- bzw. Juli-Mittelwerte

# Anhang B.2.1: UBA PNVI (Geologie, Höhe, N, T, SD) - 20 KI.

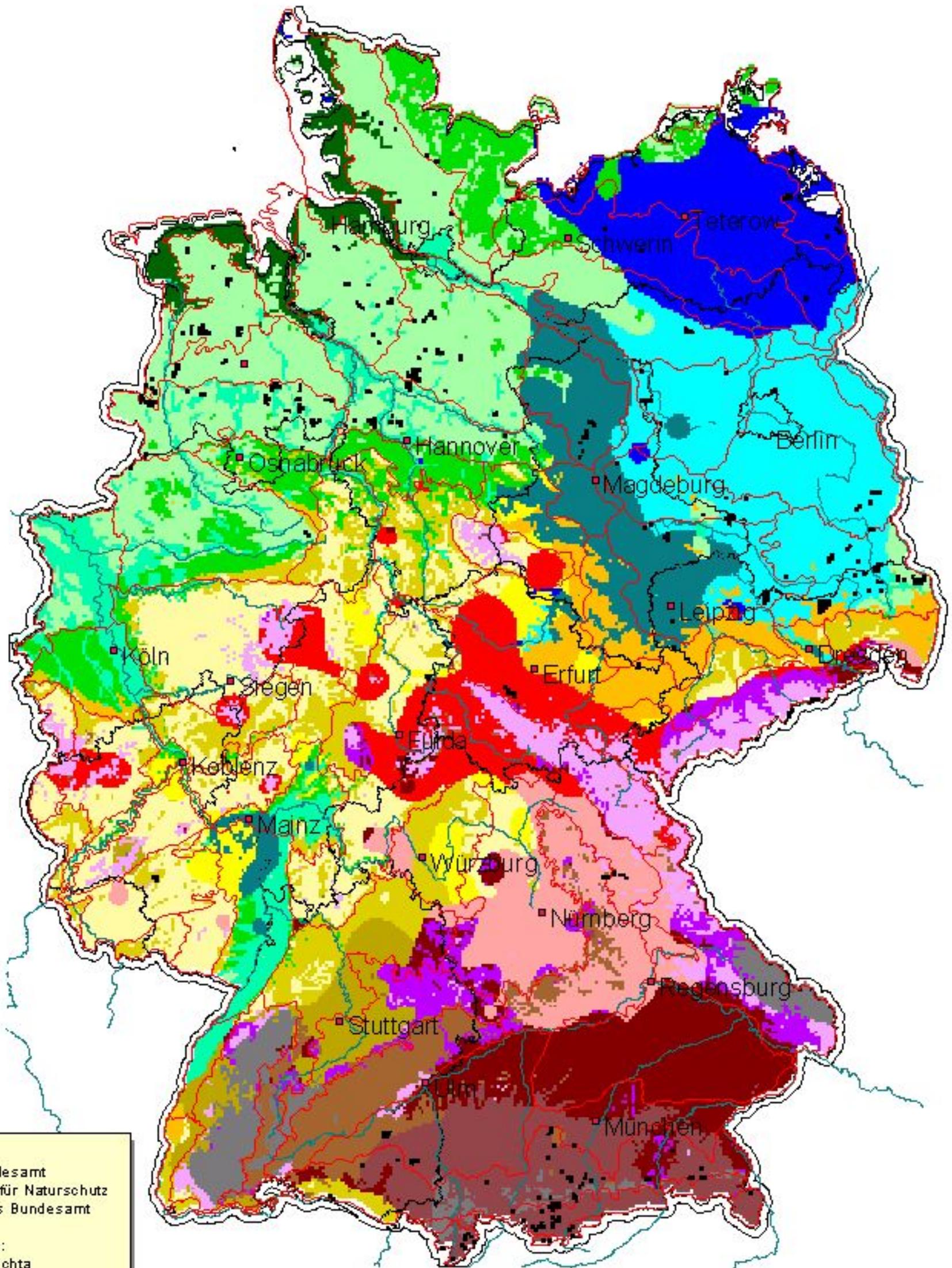
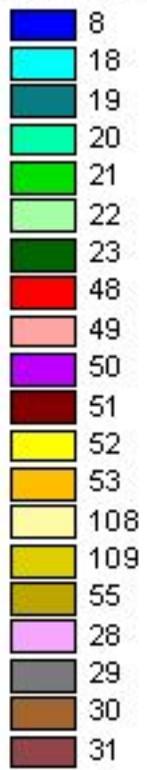
Hochschule Vechta  
 Institut Umweltwissenschaften  
 Abt. Landschaftsökologie

Projektleitung: Prof. Dr. Winfried Schröder

Bearbeitung: T. Eckstein, R. Pesch, G. Schmidl



Uba PNVI  
 20 Klassen



Copyright:  
 Umweltbundesamt  
 Bundesamt für Naturschutz  
 Statistisches Bundesamt

Bearbeitung:  
 IUW, HS Vechta

Datengrundlagen:  
 BfN (PnV),  
 DWD, MHD DDR (Klima),  
 BGR (Geologie),  
 UNEP (Topographie)

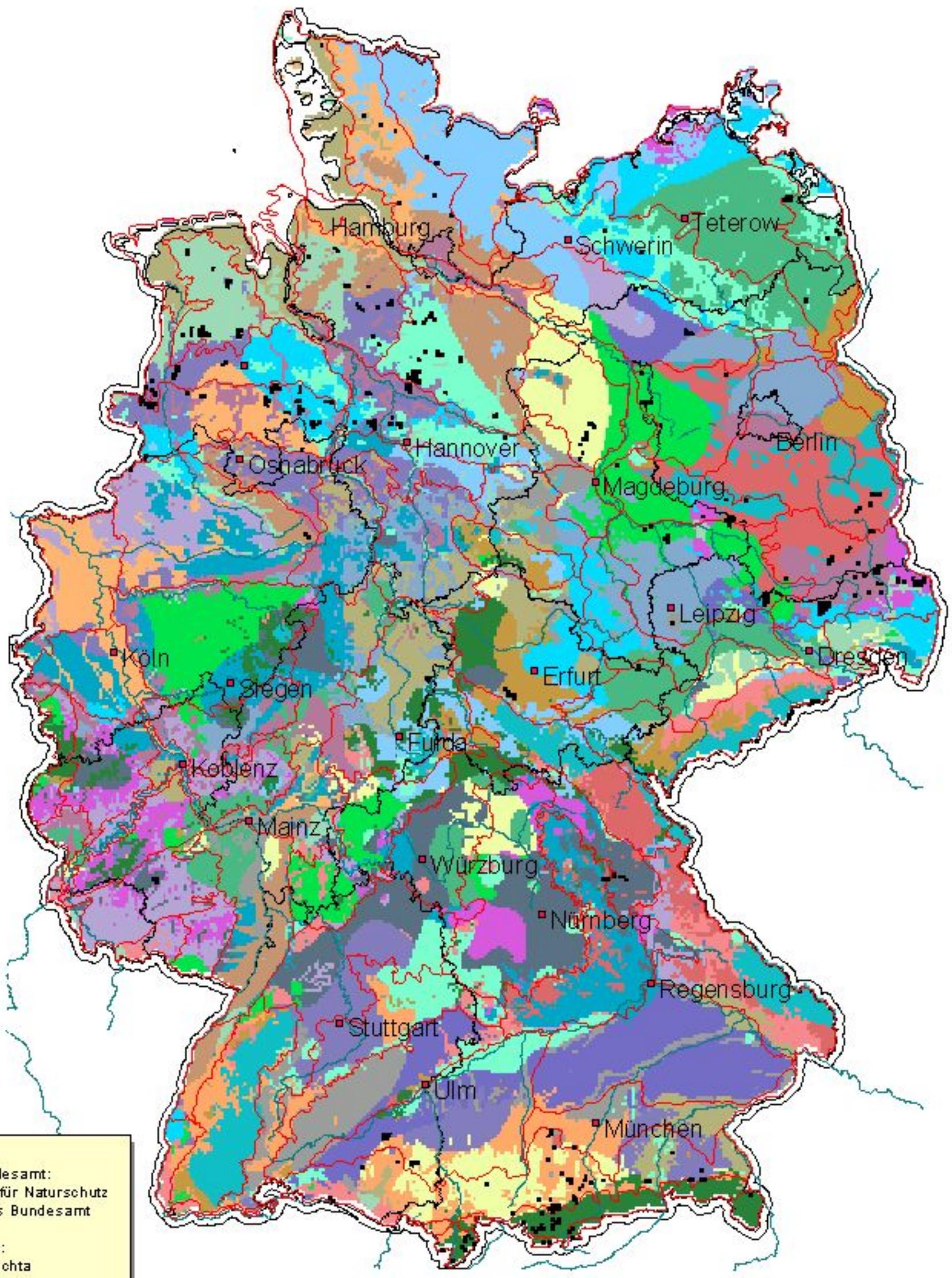
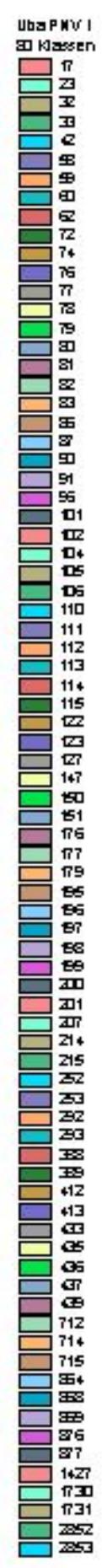
Administrative Grenzen  
 Moorflächen (Corine Landcover)  
 Naturräume (n. Meynen et al. 1962)

# Anhang B.2.2: UBA PNV I (Geologie, Höhe, N, T, SD) - 80 KI.

Hochschule Vechta  
 Institut Umweltwissenschaften  
 Abt. Landschaftsökologie

Projektleitung: Prof. Dr. Winfried Schröder

Bearbeitung: T. Eckstein, R. Pesch, G. Schmidl



Copyright  
 Umweltbundesamt:  
 Bundesamt für Naturschutz  
 Statistisches Bundesamt

Bearbeitung:  
 IUW, HS Vechta

Datengrundlagen:  
 BfN (PnV),  
 DWD, MHD DDR (Klima),  
 BGR (Geologie),  
 UNEP (Topographie)

Administrative Grenzen  
 Moorflächen (Corine Landcover)  
 Naturräume (n. Meynen et al. 1962)

Projektion: Albers

Maßstab: 1 : 4.000.000

Stand 2000

# Anhang B.2.3: UBA PNV II (Bodenarten, Höhe, N, T, SD) - 20 KI.

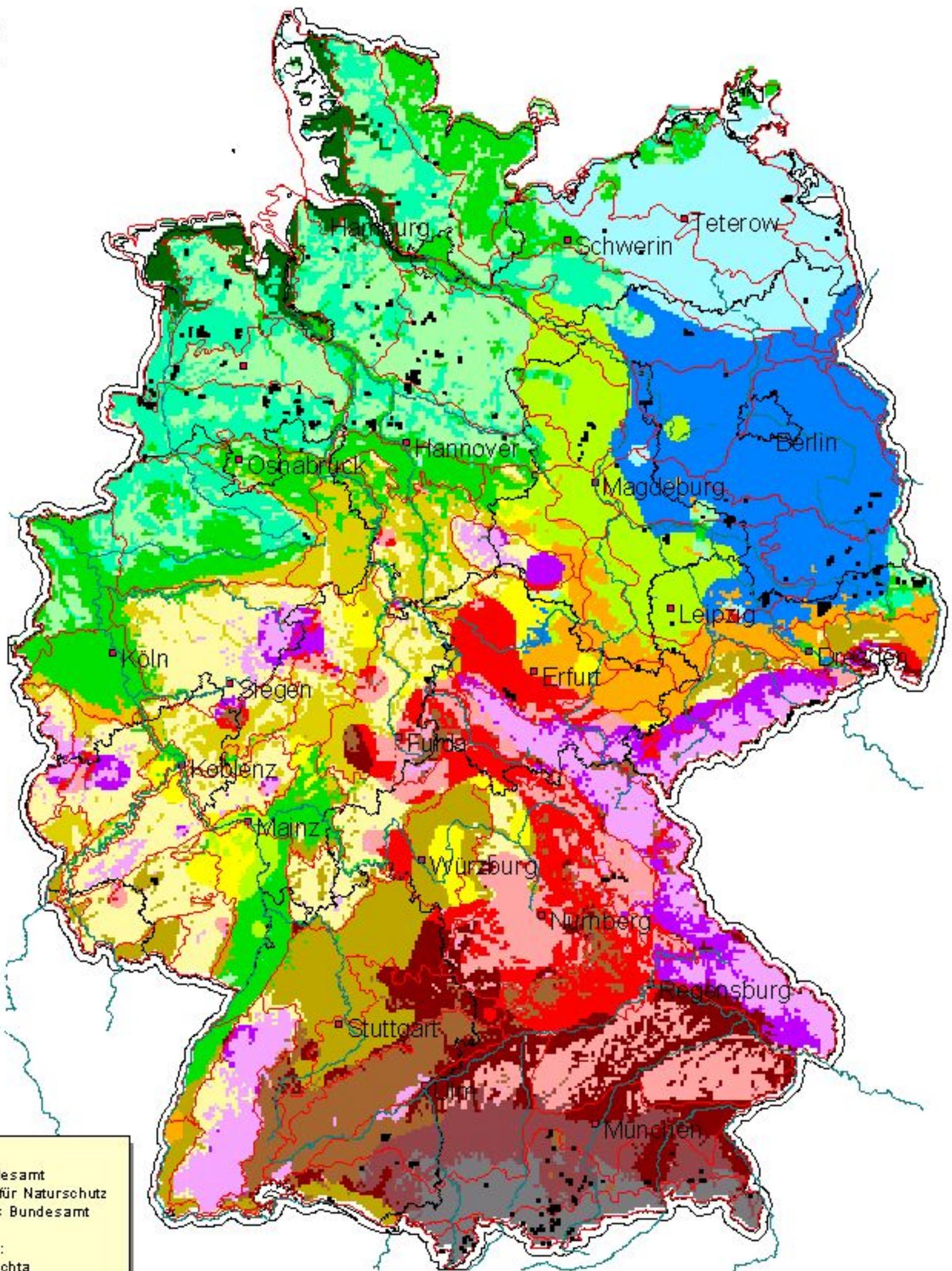
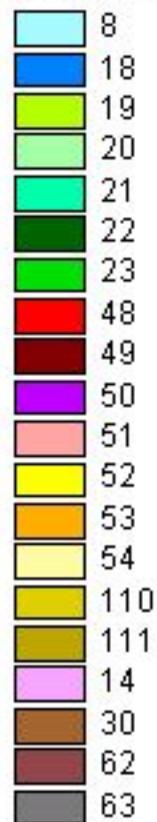
Hochschule Vechta  
 Institut Umweltwissenschaften  
 Abt. Landschaftsökologie

Projektleitung: Prof. Dr. Winfried Schröder

Bearbeitung: T. Eckstein, R. Pesch, G. Schmidl



Uba PNV II  
 20 Klassen



Copyright:  
 Umweltbundesamt  
 Bundesamt für Naturschutz  
 Statistisches Bundesamt

Bearbeitung:  
 IUW, HS Vechta

Datengrundlagen:  
 BfN (PnV),  
 DWD, MHD DDR (Klima),  
 BGR (Bodenarten),  
 UNEP (Topographie)

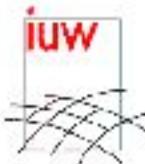
Administrative Grenzen  
 Moorflächen (Corine Landcover)  
 Naturräume (n. Meynen et al. 1962)

# Anhang B.2.4: UBA PNV II (Bodenarten, Höhe, N, T, SD) - 78 KI.

Hochschule Vechta  
 Institut Umweltwissenschaften  
 Abt. Landschaftsökologie

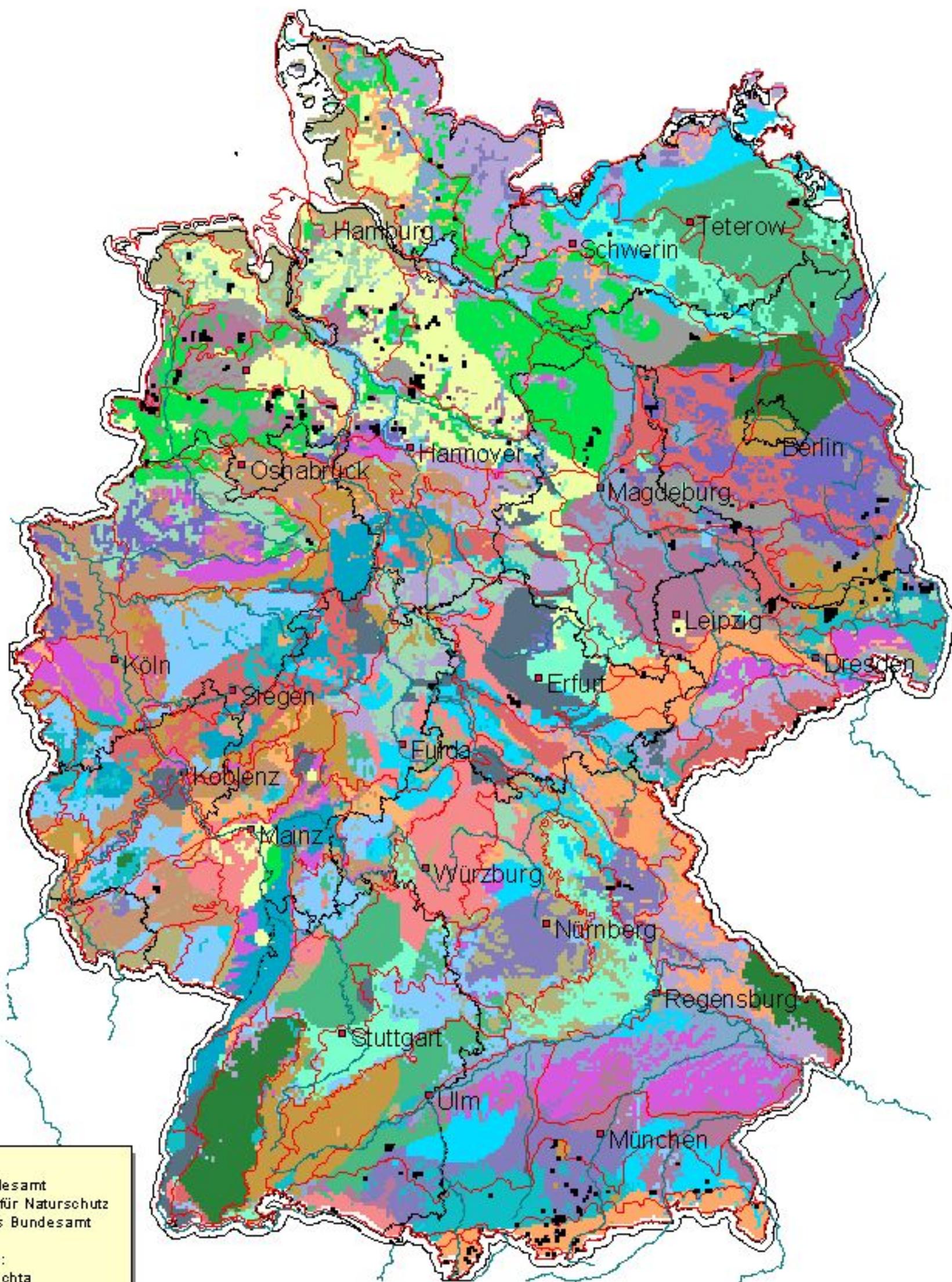
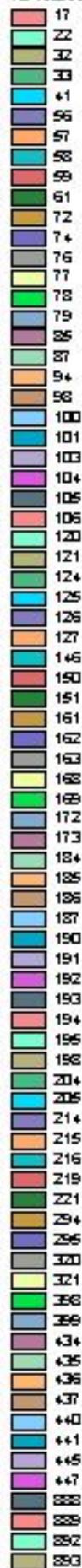
Projektleitung: Prof. Dr. Winfried Schröder

Bearbeitung: T. Eckstein, R. Pesch, G. Schmidl



UBA PNV II

78 Klassen



Copyright:  
 Umweltbundesamt  
 Bundesamt für Naturschutz  
 Statistisches Bundesamt

Bearbeitung:  
 IUW, HS Vechta

Datengrundlagen:  
 BfN (PnV),  
 DWD, MHD DDR (Klima),  
 BGR (Bodenarten),  
 UNEP (Topographie)

Administrative Grenzen  
 Moorflächen (Corine Landcover)  
 Naturräume (n. Meynen et al. 1962)

Projektion: Albers

Maßstab: 1 : 4.000.000

Stand 2000

# Anhang B.2.5: UBA PNV III (Bodenarten, Höhe, N, T, V (neue Daten), SD) - 20 Kl.

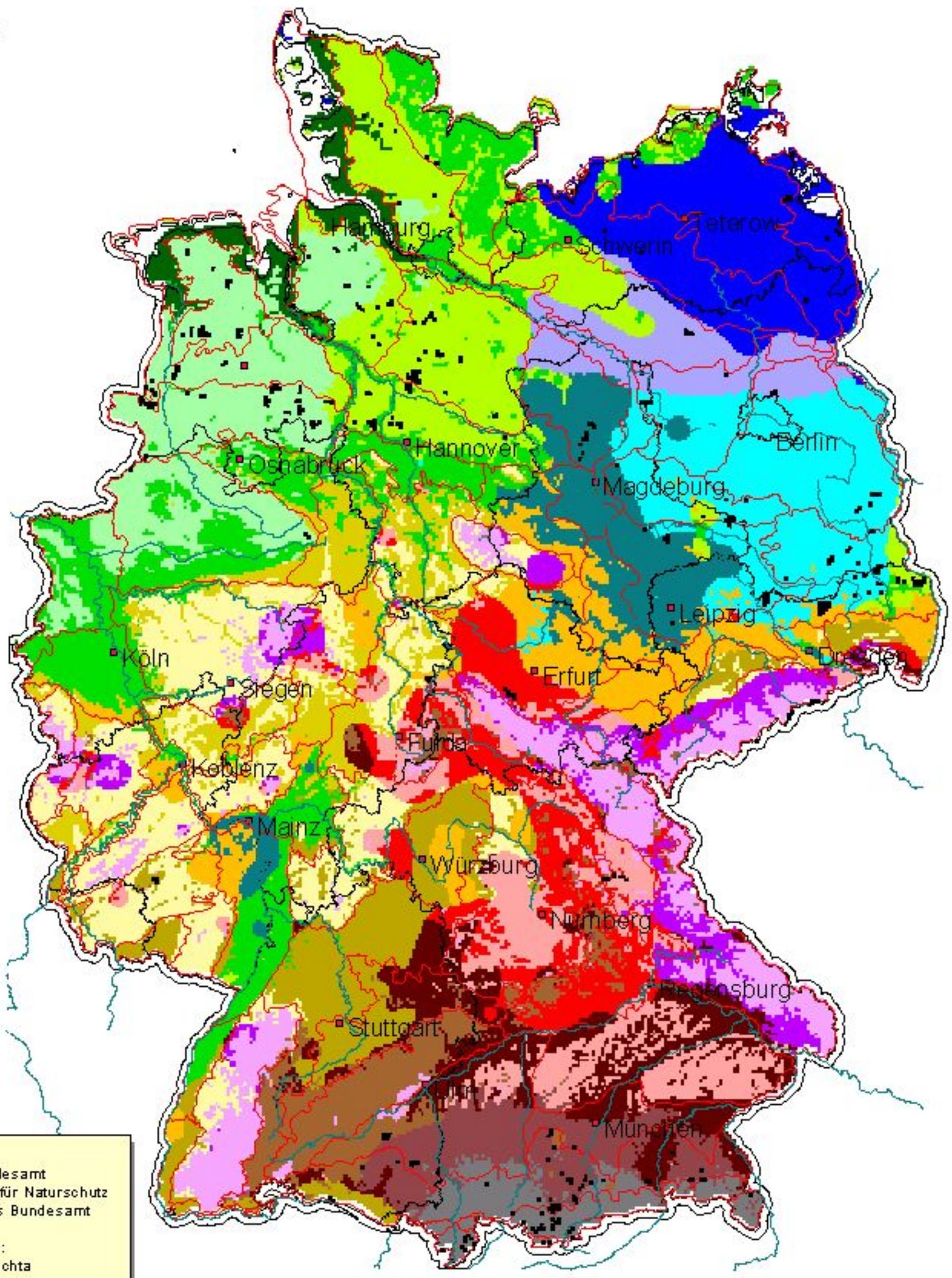
Hochschule Vechta  
 Institut Umweltwissenschaften  
 Abt. Landschaftsökologie

Projektleitung: Prof. Dr. Winfried Schröder

Bearbeitung: T. Eckstein, R. Pesch, G. Schmidl



Uba PNV III  
 20 Klassen



Copyright:  
 Umweltbundesamt  
 Bundesamt für Naturschutz  
 Statistisches Bundesamt

Bearbeitung:  
 IUW, HS Vechta

Datengrundlagen:  
 BfN (PnV),  
 DWD, MHD DDR (Klima),  
 BGR (Bodenarten),  
 UNEP (Topographie)

Administrative Grenzen  
 Moorflächen (Corine Landcover)  
 Naturräume (n. Meynen et al. 1962)

Projektion: Albers

Maßstab: 1 : 4.000.000

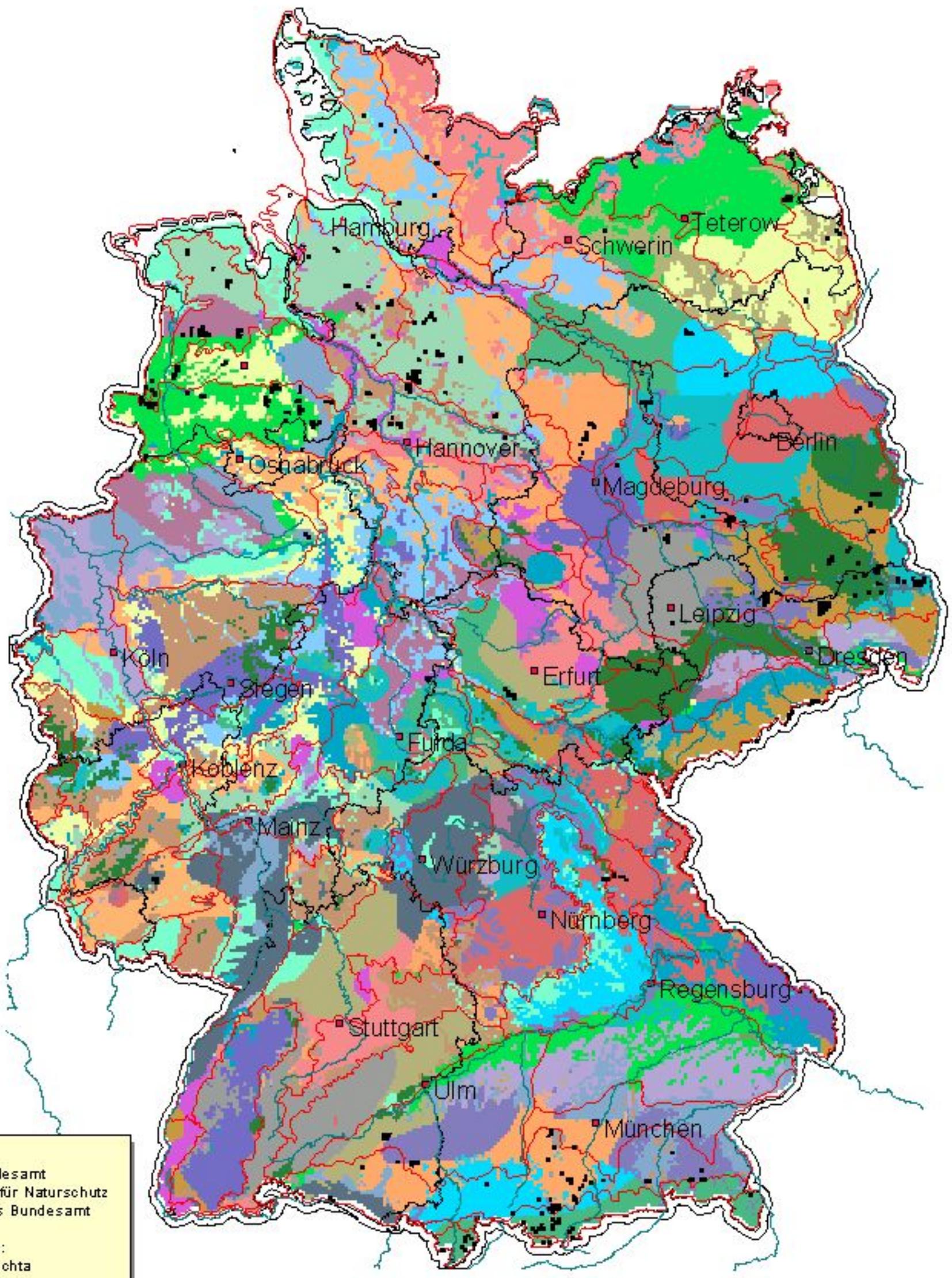
Stand 2000

# Anhang B.2.6: UBA PNV III (Bodenarten, Höhe, N, T, V (neue Daten), SD) - 77 KI.

Hochschule Vechta  
 Institut Umweltwissenschaften  
 Abt. Landschaftsökologie

Projektleitung: Prof. Dr. Winfried Schröder

Bearbeitung: T. Eckstein, R. Pesch, G. Schmidl



Copyright:  
 Umweltbundesamt  
 Bundesamt für Naturschutz  
 Statistisches Bundesamt

Bearbeitung:  
 IUW, HS Vechta

Datengrundlagen:  
 BfN (PnV),  
 DWD, MHD DDR (Klima),  
 BGR (Bodenarten),  
 UNEP (Topographie)

Administrative Grenzen  
 Moorflächen (Corine Landcover)  
 Naturräume (n. Meynen et al. 1962)

Projektion: Albers

Maßstab: 1 : 4.000.000

Stand 2000

# Anhang B.2.7: UBA PNIV IV (Bodenarten, Höhe, HJ-N, HJ-T, HJ-SD) - 20 Kl.

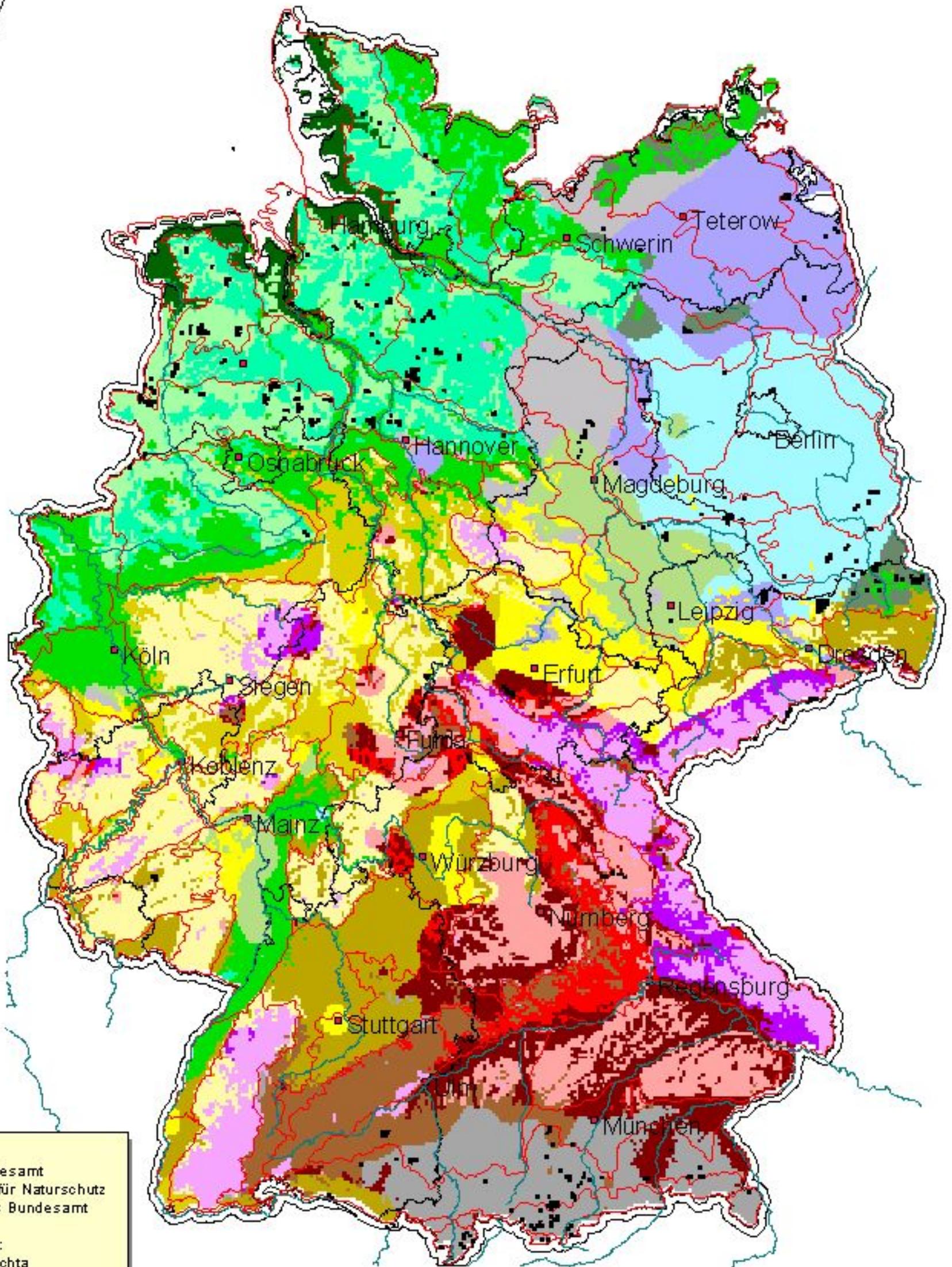
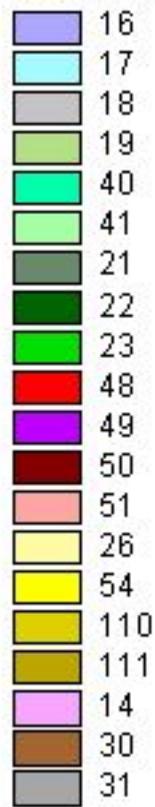
Hochschule Vechta  
 Institut Umweltwissenschaften  
 Abt. Landschaftsökologie

Projektleitung: Prof. Dr. Winfried Schröder

Bearbeitung: T. Eckstein, R. Pesch, G. Schmidl



Uba PNIV IV  
 20 Klassen



Copyright:  
 Umweltbundesamt  
 Bundesamt für Naturschutz  
 Statistisches Bundesamt

Bearbeitung:  
 IUW, HS Vechta

Datengrundlagen:  
 BfN (PnV),  
 DWD, MHD DDR (Klima),  
 BGR (Bodenarten),  
 UNEP (Topographie)

Administrative Grenzen  
 Moorflächen (Corine Landcover)  
 Naturräume (n. Meynen et al. 1962)

# Anhang B.2.8: UBA PNV IV (Bodenarten, Höhe, HJ-N, HJ-T, HJ-SD) - 81 Kl.

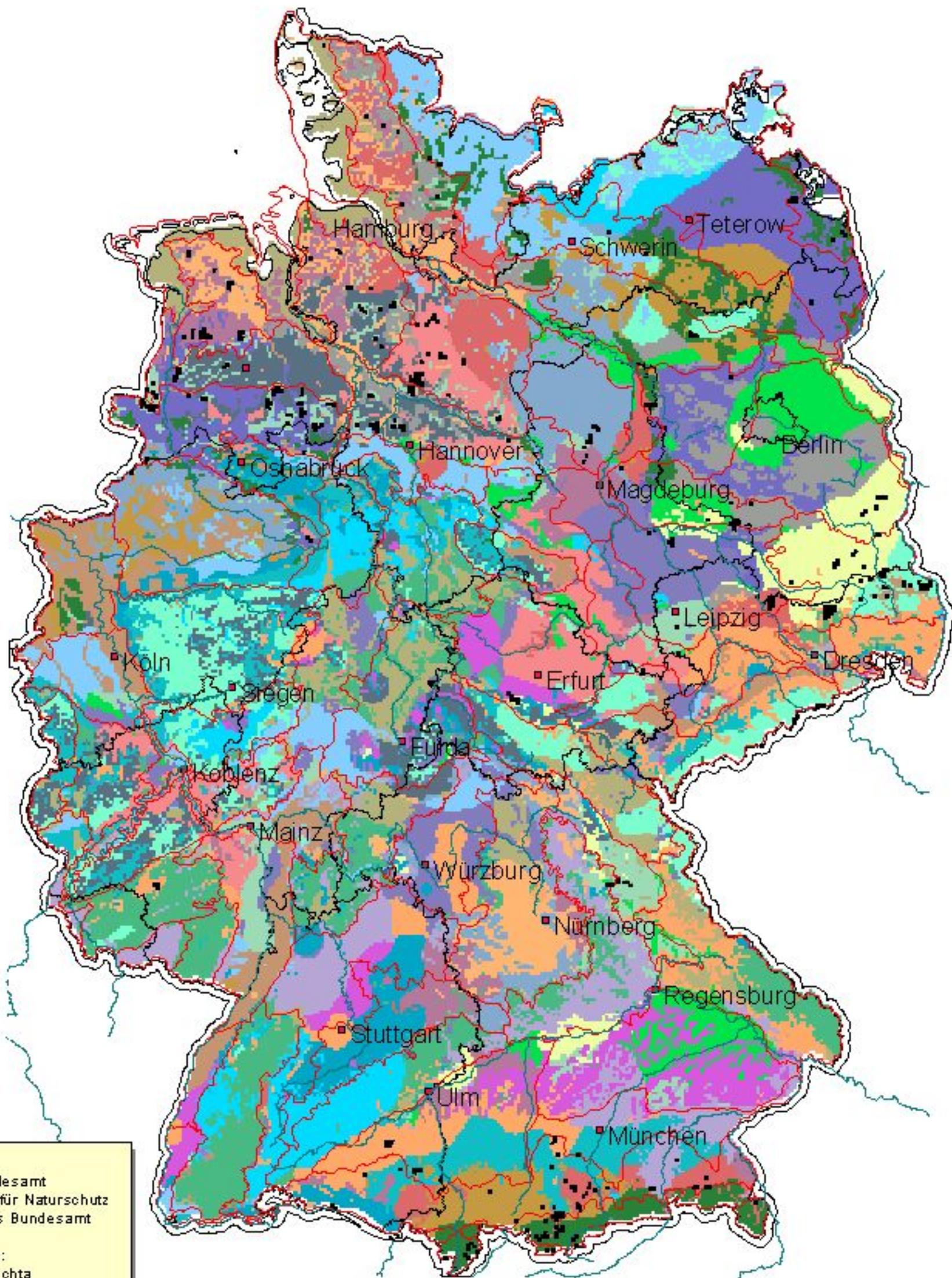
Hochschule Vechta  
 Institut Umweltwissenschaften  
 Abt. Landschaftsökologie

Projektleitung: Prof. Dr. Winfried Schröder

Bearbeitung: T. Eckstein, R. Pesch, G. Schmidl



UBA PNV IV  
 81 Klassen



Copyright:  
 Umweltbundesamt  
 Bundesamt für Naturschutz  
 Statistisches Bundesamt

Bearbeitung:  
 IUW, HS Vechta

Datengrundlagen:  
 BfN (PnV),  
 DWD, MHD DDR (Klima),  
 BGR (Bodenarten),  
 UNEP (Topographie)

Administrative Grenzen  
 Moorflächen (Corine Landcover)  
 Naturräume (n. Meynen et al. 1962)

# Anhang B.2.9: UBA PNV V (nFk, kA, Höhe, N, T, SD) - 20 KI.

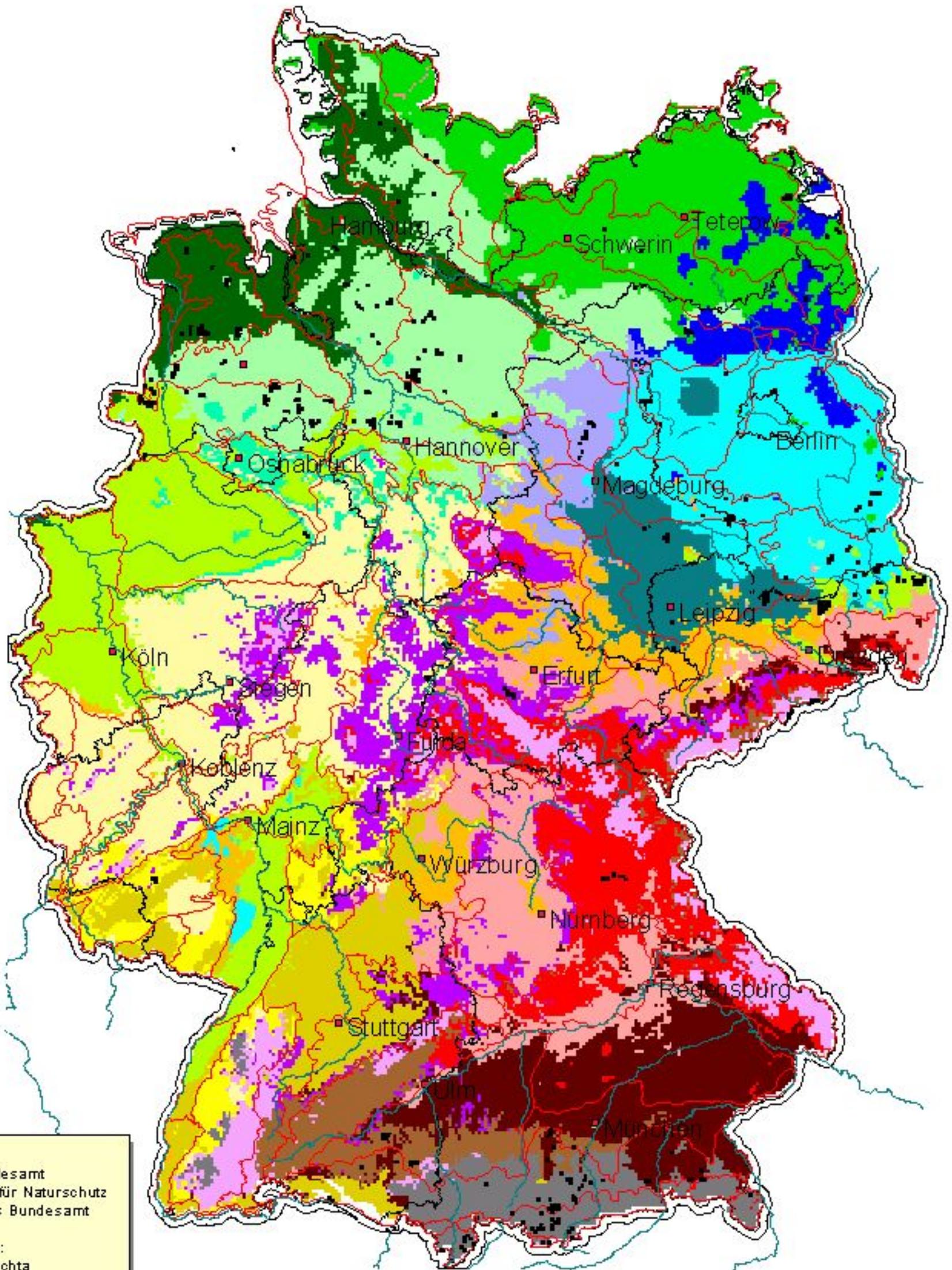
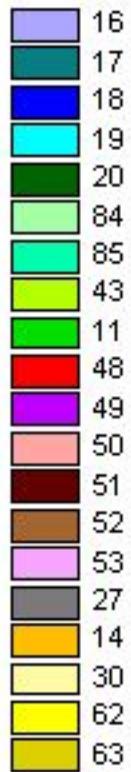
Hochschule Vechta  
 Institut Umweltwissenschaften  
 Abt. Landschaftsökologie

Projektleitung: Prof. Dr. Winfried Schröder

Bearbeitung: T. Eckstein, R. Pesch, G. Schmidl



Uba PNV V  
 20 Klassen



Copyright:  
 Umweltbundesamt  
 Bundesamt für Naturschutz  
 Statistisches Bundesamt

Bearbeitung:  
 IUW, HS Vechta

Datengrundlagen:  
 BfN (PnV),  
 DWD Klima,  
 BGR (nFkWe, kA),  
 UNEP (Topographie)

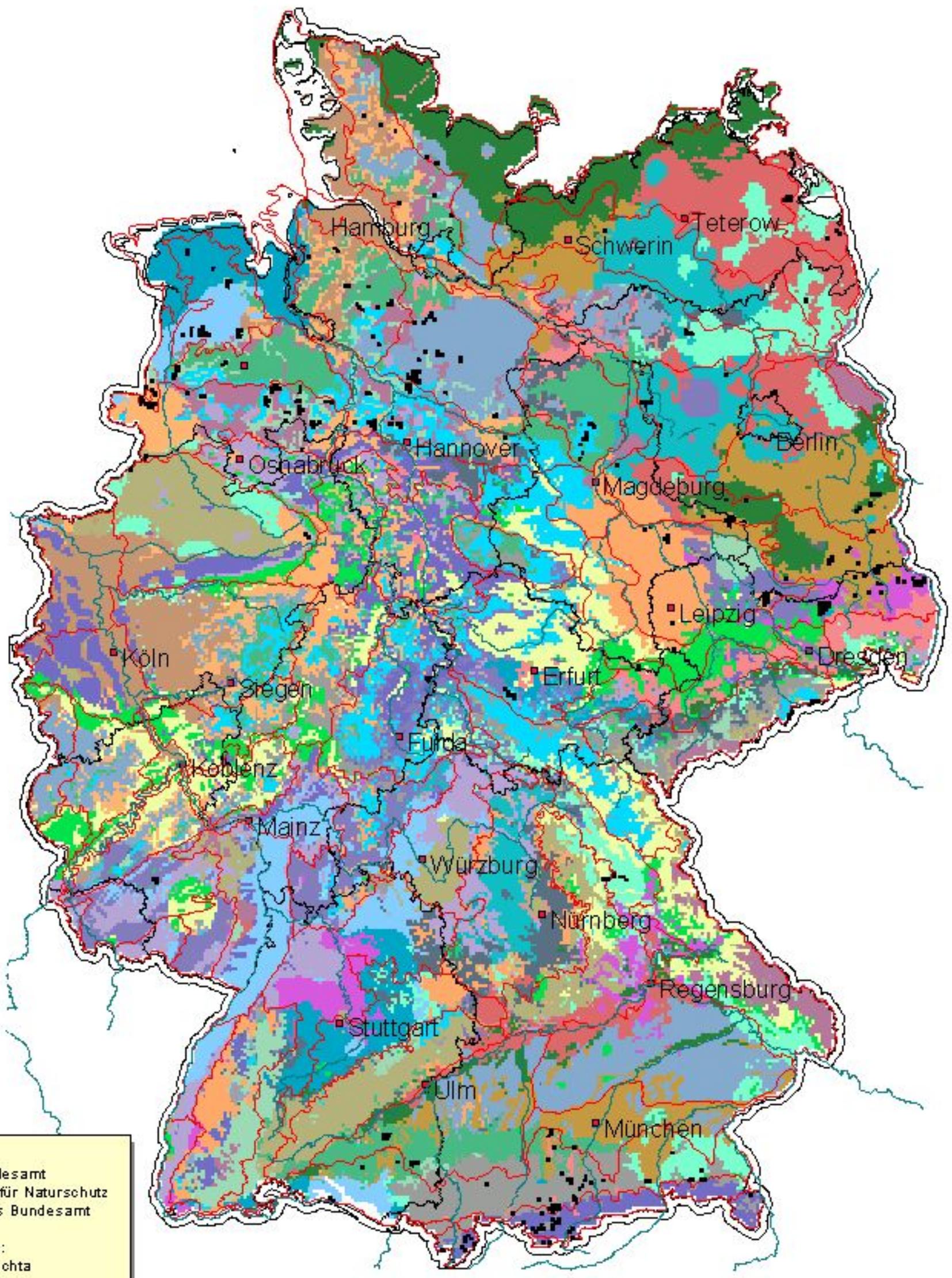
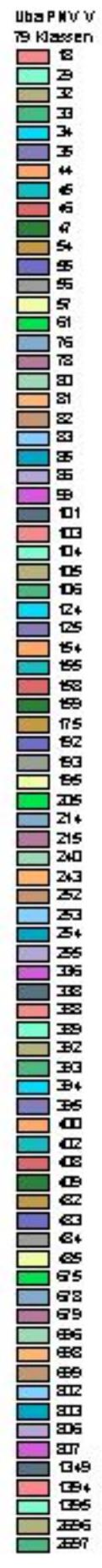
Administrative Grenzen  
 Moorflächen (Corine Landcover)  
 Naturräume (n. Meynen et al. 1962)

# Anhang B.2.10: UBA PNV V (nFk, kA, Höhe, N, T, SD) - 79 KI.

Hochschule Vechta  
 Institut Umweltwissenschaften  
 Abt. Landschaftsökologie

Projektleitung: Prof. Dr. Winfried Schröder

Bearbeitung: T. Eckstein, R. Pesch, G. Schmidl



Copyright:  
 Umweltbundesamt  
 Bundesamt für Naturschutz  
 Statistisches Bundesamt

Bearbeitung:  
 IUW, HS Vechta

Datengrundlagen:  
 BfN (PnV),  
 DWD Klima),  
 BGR (nFkWe, kA),  
 UNEP (Topographie)

Administrative Grenzen  
 Moorflächen (Corine Landcover)  
 Naturräume (n. Meynen et al. 1962)

Projektion: Albers

Maßstab: 1 : 4.000.000

Stand 2000

# Anhang B.2.11: UBA PNV VI (Bodenarten, Höhe, N, T, SD) - 20 KI.

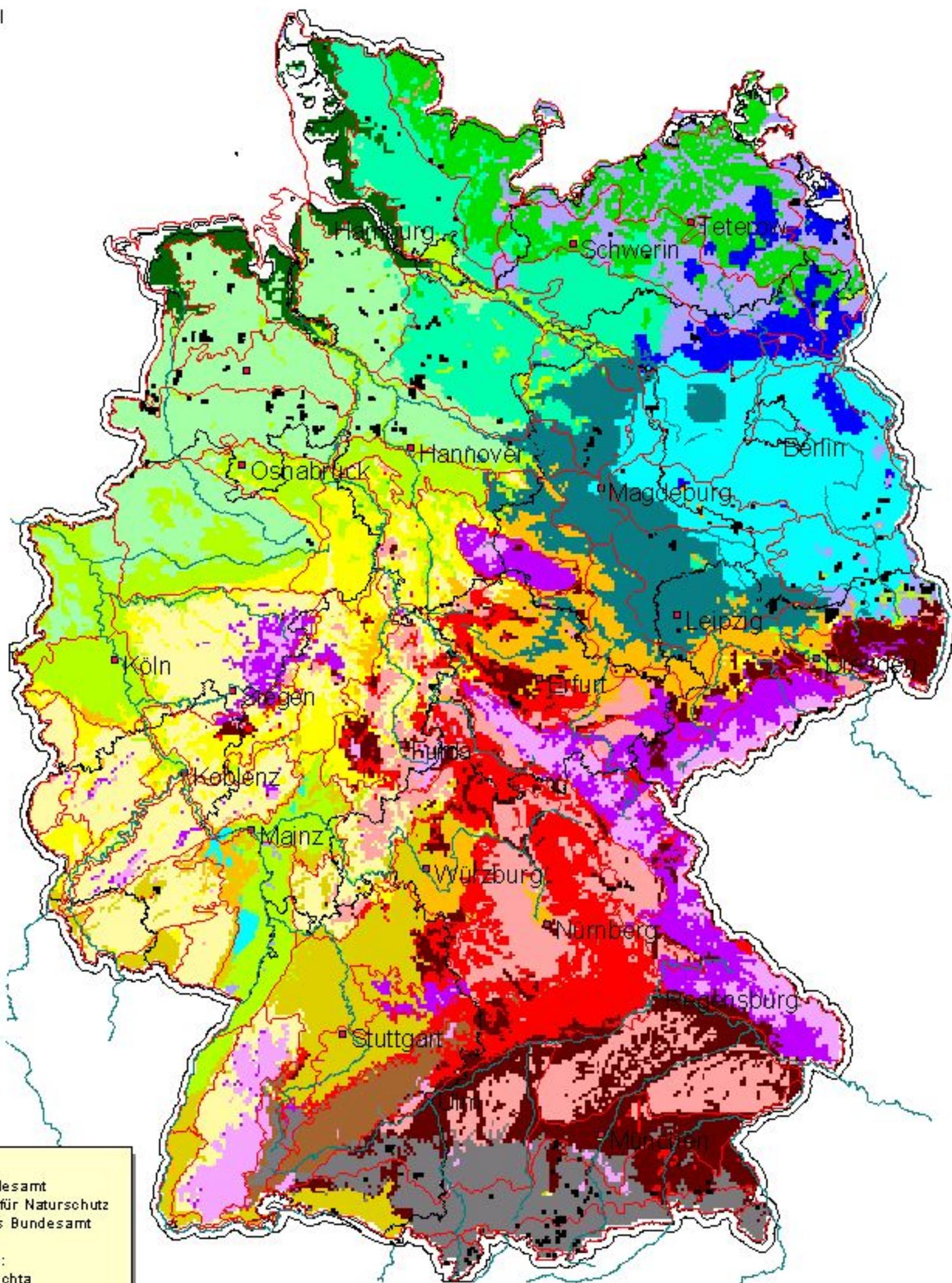
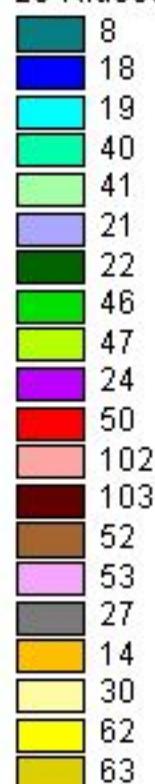
Hochschule Vechta  
 Institut Umweltwissenschaften  
 Abt. Landschaftsökologie

Projektleitung: Prof. Dr. Winfried Schröder

Bearbeitung: T. Eckstein, R. Pesch, G. Schmidl



Uba PNV VI  
 20 Klassen



Copyright:  
 Umweltbundesamt  
 Bundesamt für Naturschutz  
 Statistisches Bundesamt

Bearbeitung:  
 IUW, HS Vechta

Datengrundlagen:  
 BfN (PnV),  
 DWD (Klima),  
 BGR (Bodenarten),  
 UNEP (Topographie)

Administrative Grenzen  
 Moorflächen (Corine Landcover)  
 Naturräume (n. Meynen et al. 1962)

Projektion: Albers

Maßstab: 1 : 4.000.000

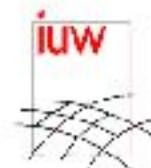
Stand 2000

# Anhang B.2.12: UBA PnV VI (Bodenarten, Höhe, N, T, SD) - 77 KI.

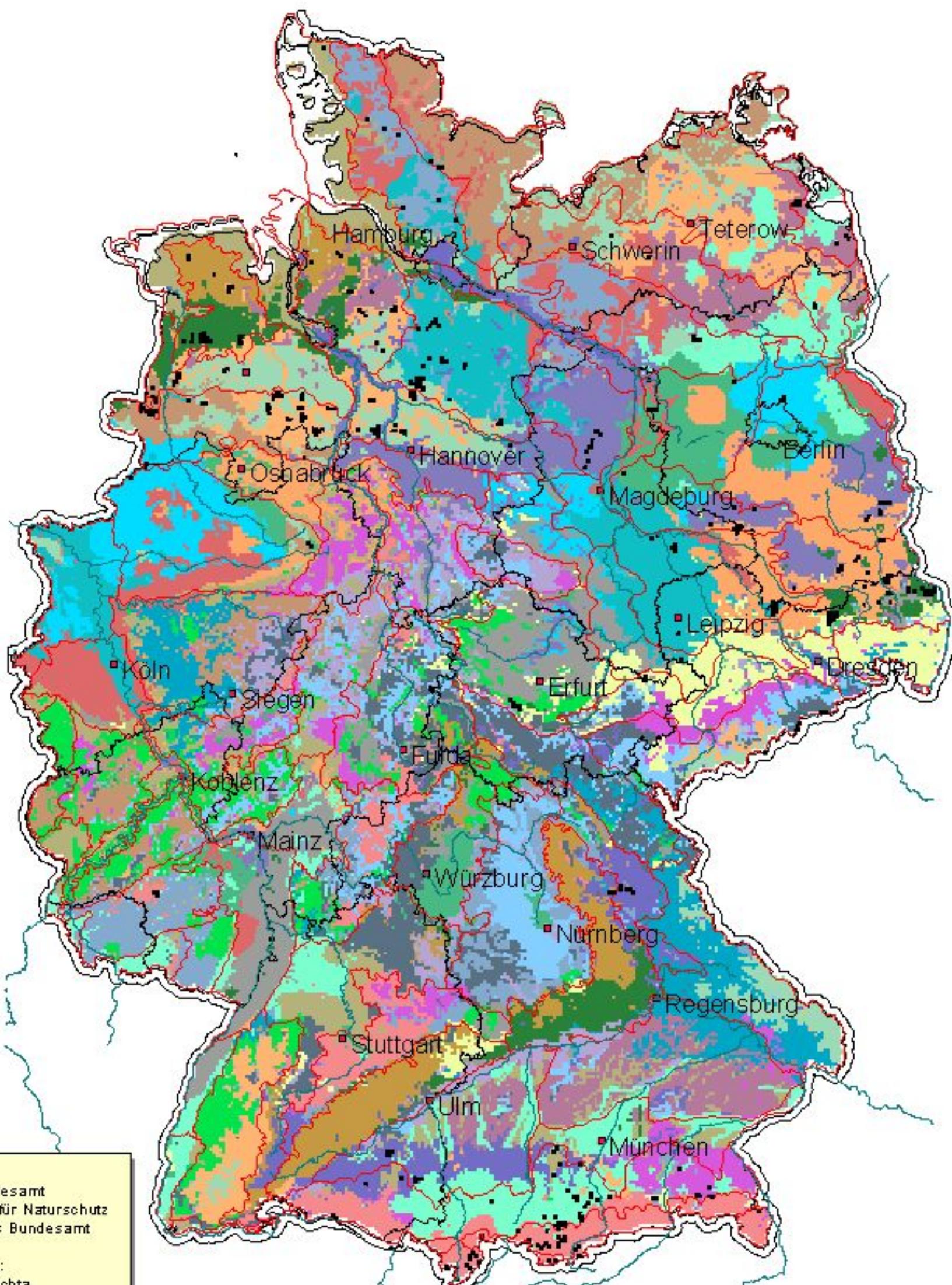
Hochschule Vechta  
 Institut für Umweltwissenschaften  
 Abt. Landschaftsökologie

Projektleitung: Prof. Dr. Winfried Schröder

Bearbeitung: T. Eckstein, R. Pesch, G. Schmidt



Uba PnV VI  
 77 Klassen



Copyright:  
 Umweltbundesamt  
 Bundesamt für Naturschutz  
 Statistisches Bundesamt

Bearbeitung:  
 IUW, HS Vechta

Datengrundlagen:  
 BfN (PnV),  
 DWD, (Klima),  
 BGR (Bodenarten),  
 UNEP (Topographie)

Administrative Grenzen  
 Moorflächen (Corine Landcover)  
 Naturräume (n. Meynen et al. 1962)

Projektion: Albers

Maßstab: 1 : 4.000.000

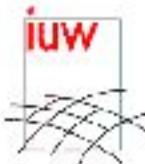
Stand 2000

# Anhang B.2.13: UBA PNV VII (Bodenarten, Höhe, N, T, V, SD) - 20 Kl.

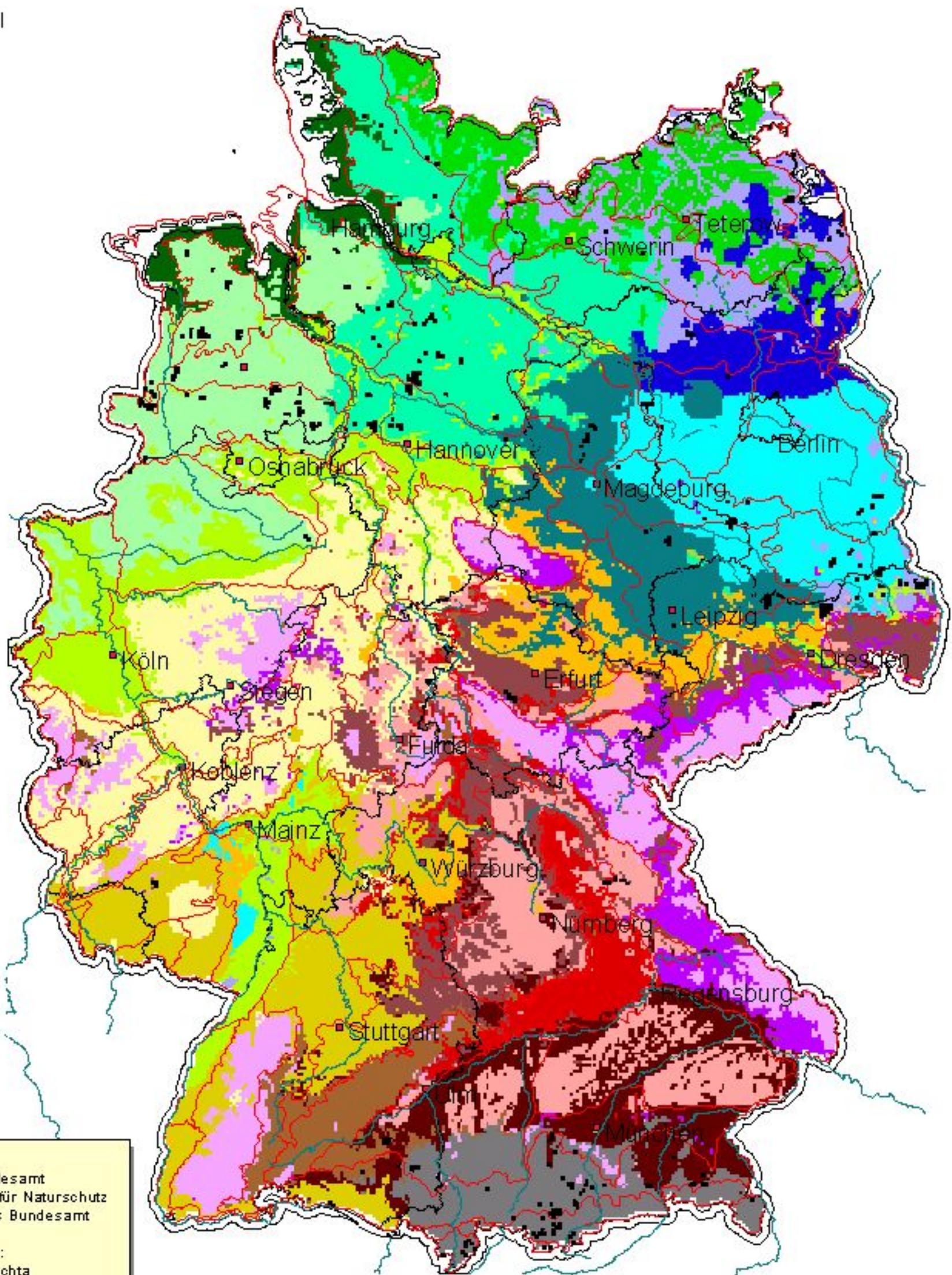
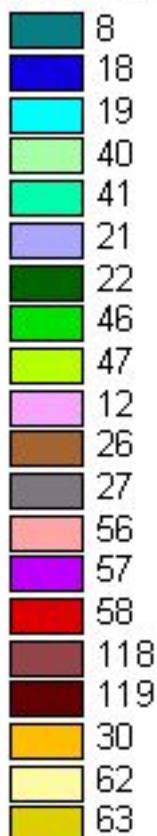
Hochschule Vechta  
 Institut Umweltwissenschaften  
 Abt. Landschaftsökologie

Projektleitung: Prof. Dr. Winfried Schröder

Bearbeitung: T. Eckstein, R. Pesch, G. Schmidl



Uba PNV VII  
 20 Klassen



Copyright:  
 Umweltbundesamt  
 Bundesamt für Naturschutz  
 Statistisches Bundesamt

Bearbeitung:  
 IUW, HS Vechta

Datengrundlagen:  
 BfN (PnV),  
 DWD, (Klima),  
 BGR (Bodenarten),  
 UNEP (Topographie)

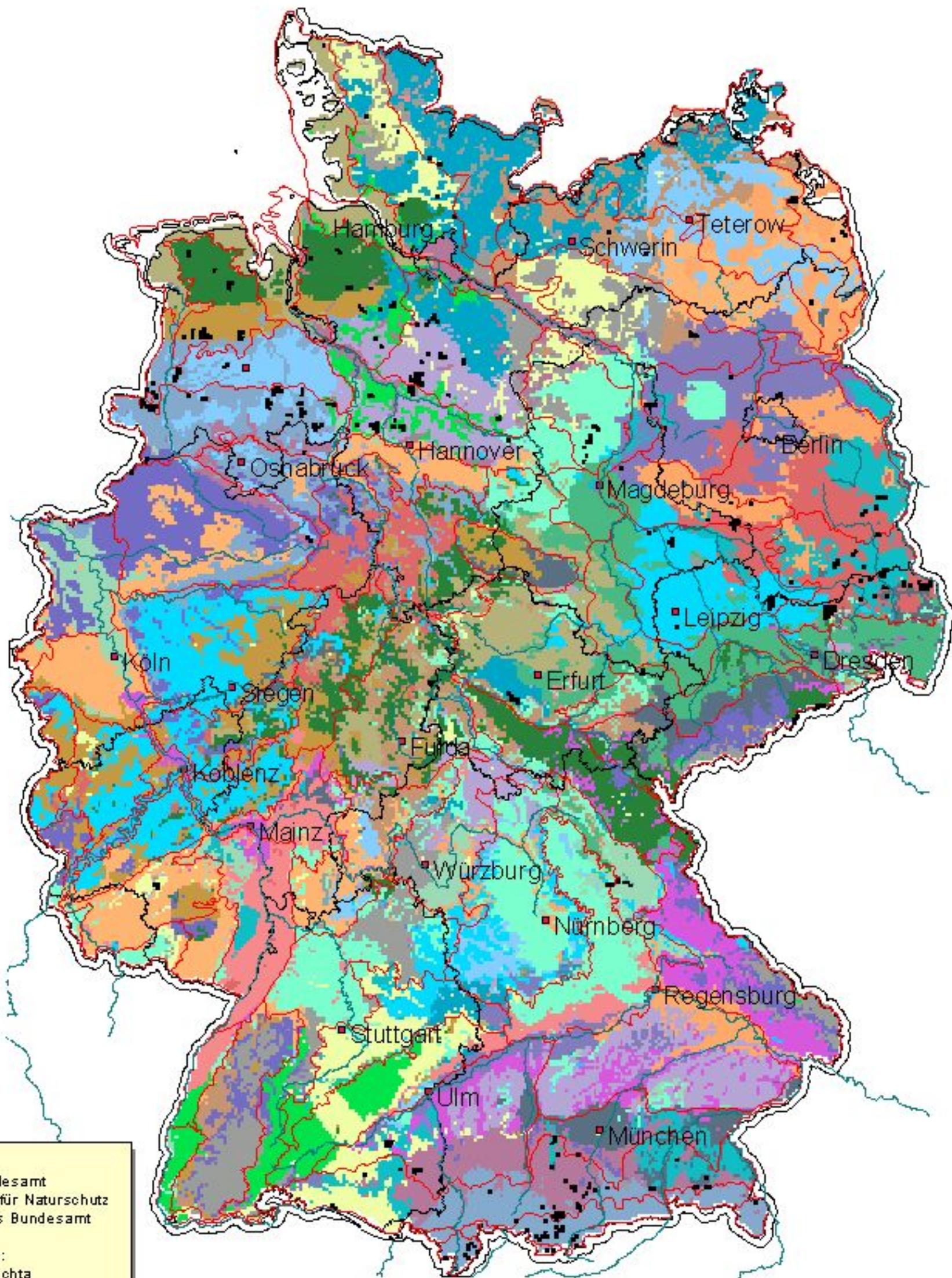
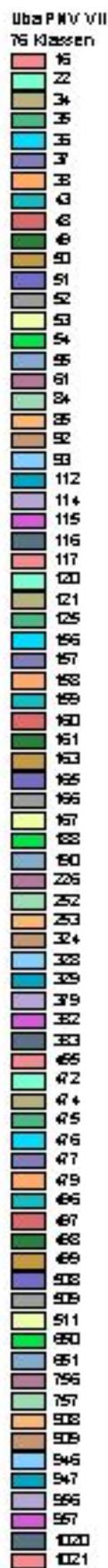
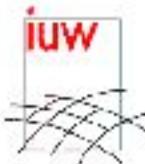
Administrative Grenzen  
 Moorflächen (Corine Landcover)  
 Naturräume (n. Meynen et al. 1962)

# Anhang B.2.14: UBA PNV VII (Bodenarten, Höhe, N, T, V, SD) - 77 KI.

Hochschule Vechta  
 Institut Umweltwissenschaften  
 Abt. Landschaftsökologie

Projektleitung: Prof. Dr. Winfried Schröder

Bearbeitung: T. Eckstein, R. Pesch, G. Schmidl



Copyright:  
 Umweltbundesamt  
 Bundesamt für Naturschutz  
 Statistisches Bundesamt

Bearbeitung:  
 IUW, HS Vechta

Datengrundlagen:  
 BfN (PnV),  
 DWD (Klima),  
 BGR (Bodenarten),  
 UNEP (Topographie)

Administrative Grenzen  
 Moorflächen (Corine Landcover)  
 Naturräume (n. Meynen et al. 1962)

# Anhang B.2.15: UBA PNV VIII (nFk, kA, Höhe, N, T, V, SD) - 20 KI.

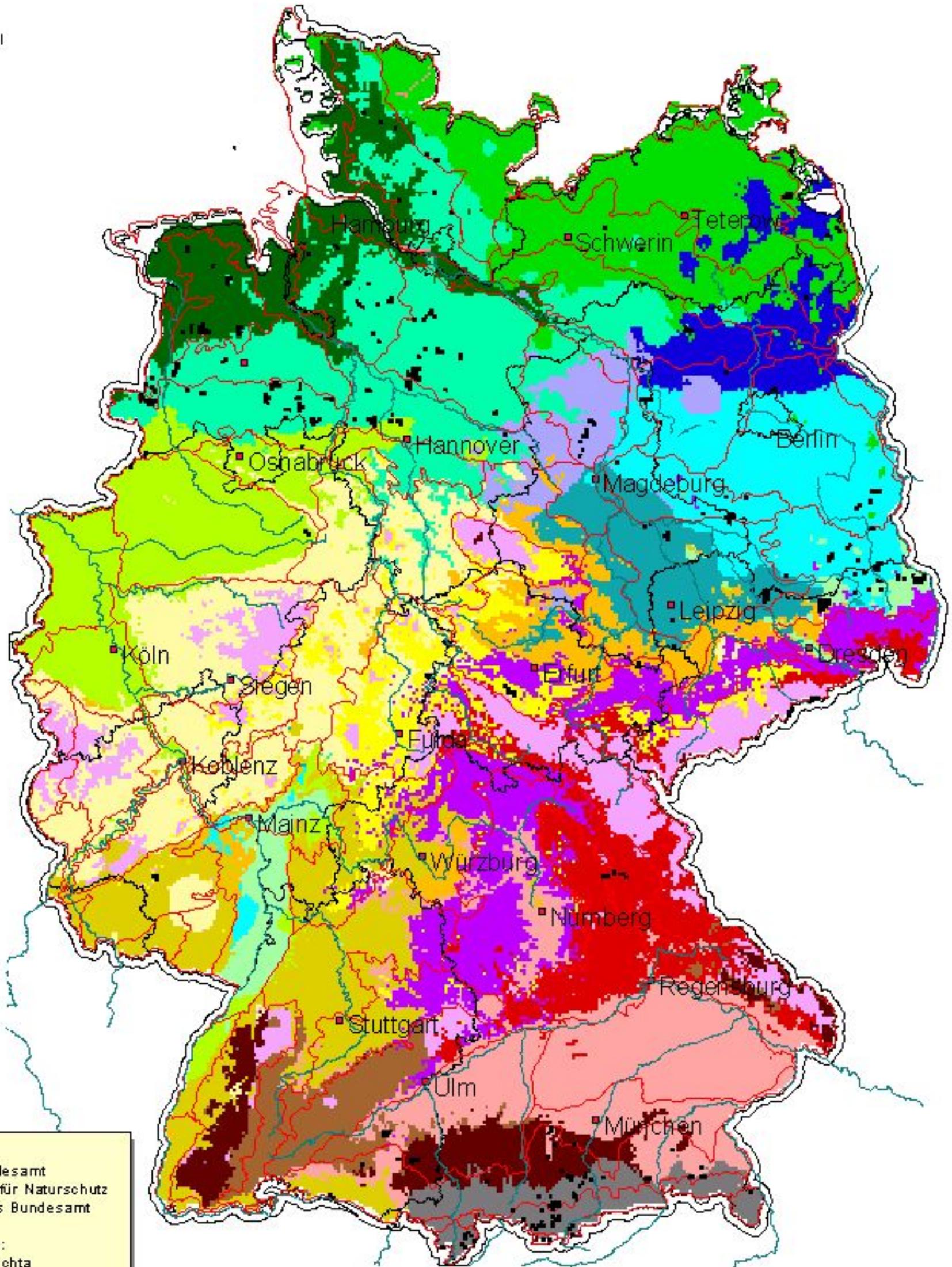
Hochschule Vechta  
 Institut Umweltwissenschaften  
 Abt. Landschaftsökologie

Projektleitung: Prof. Dr. Winfried Schröder

Bearbeitung: T. Eckstein, R. Pesch, G. Schmidl



Uba PNV VIII  
 20 Klassen



Copyright:  
 Umweltbundesamt  
 Bundesamt für Naturschutz  
 Statistisches Bundesamt

Bearbeitung:  
 IUW, HS Vechta

Datengrundlagen:  
 BfN (PnV),  
 DWD (Klima),  
 BGR (nFkWe, kA),  
 UNEP (Topographie)

Administrative Grenzen  
 Moorflächen (Corine Landcover)  
 Naturräume (n. Meynen et al. 1962)

Projektion: Albers

Maßstab: 1 : 4.000.000

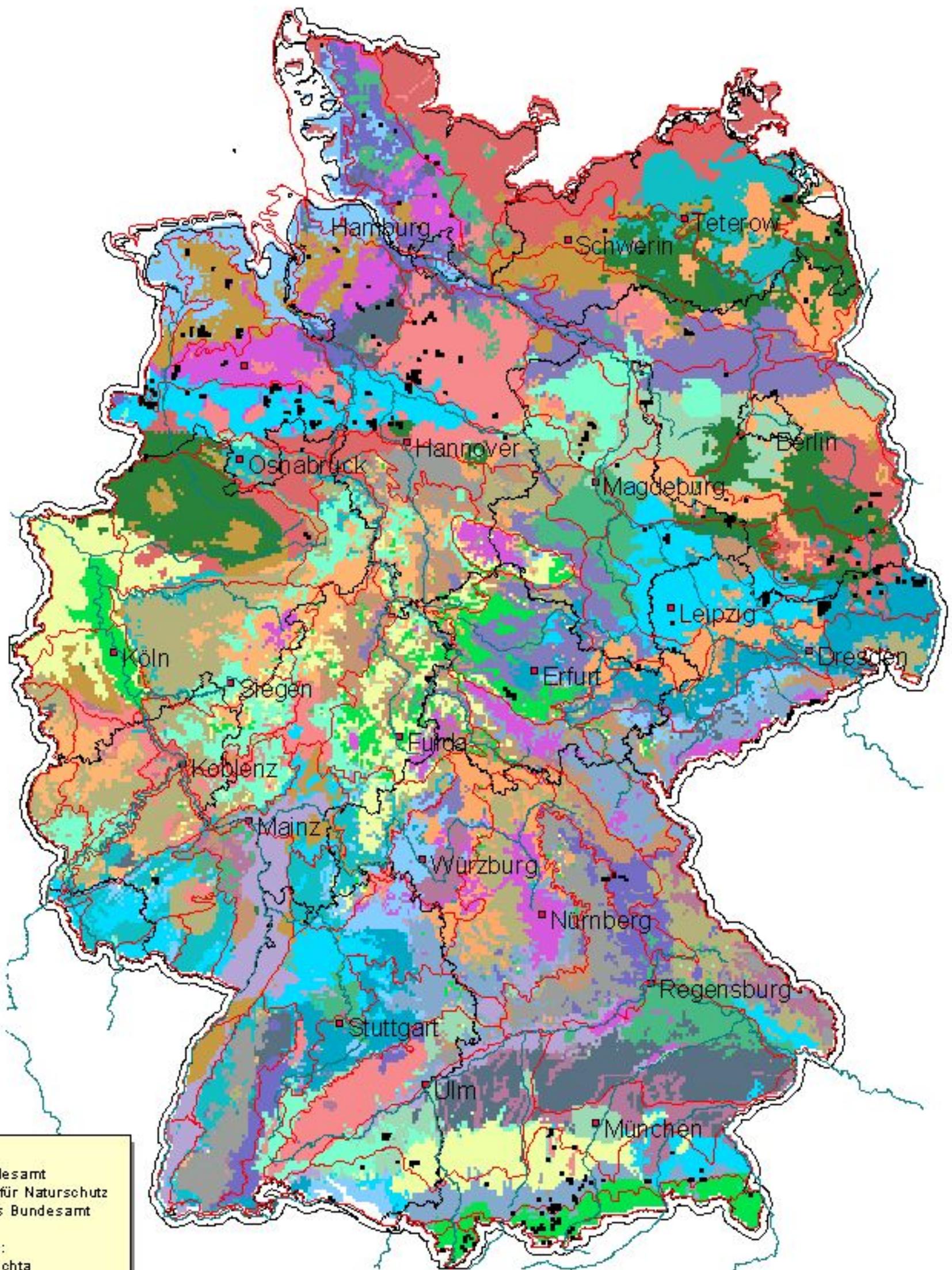
Stand 2000

# Anhang B.2.16: UBA PNV VIII (nFk, kA, Höhe, N, T, V, SD) - 81 KI.

Hochschule Vechta  
 Institut Umweltwissenschaften  
 Abt. Landschaftsökologie

Projektleitung: Prof. Dr. Winfried Schröder

Bearbeitung: T. Eckstein, R. Pesch, G. Schmidl



Copyright:  
 Umweltbundesamt  
 Bundesamt für Naturschutz  
 Statistisches Bundesamt

Bearbeitung:  
 IUW, HS Vechta

Datengrundlagen:  
 BfN (PnV),  
 DWD, (Klima),  
 BGR (nFkWe, kA),  
 UNEP (Topographie)

Administrative Grenzen  
 Moorflächen (Corine Landcover)  
 Naturräume (n. Meynen et al. 1962)

Projektion: Albers

Maßstab: 1 : 4.000.000

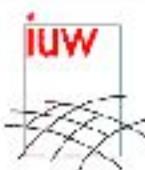
Stand 2000

# Anhang B.2.17: UBA PNV IX (Bodenarten, Höhe, N, T, V, GS) - 20 Kl.

Hochschule Vechta  
 Institut Umweltwissenschaften  
 Abt. Landschaftsökologie

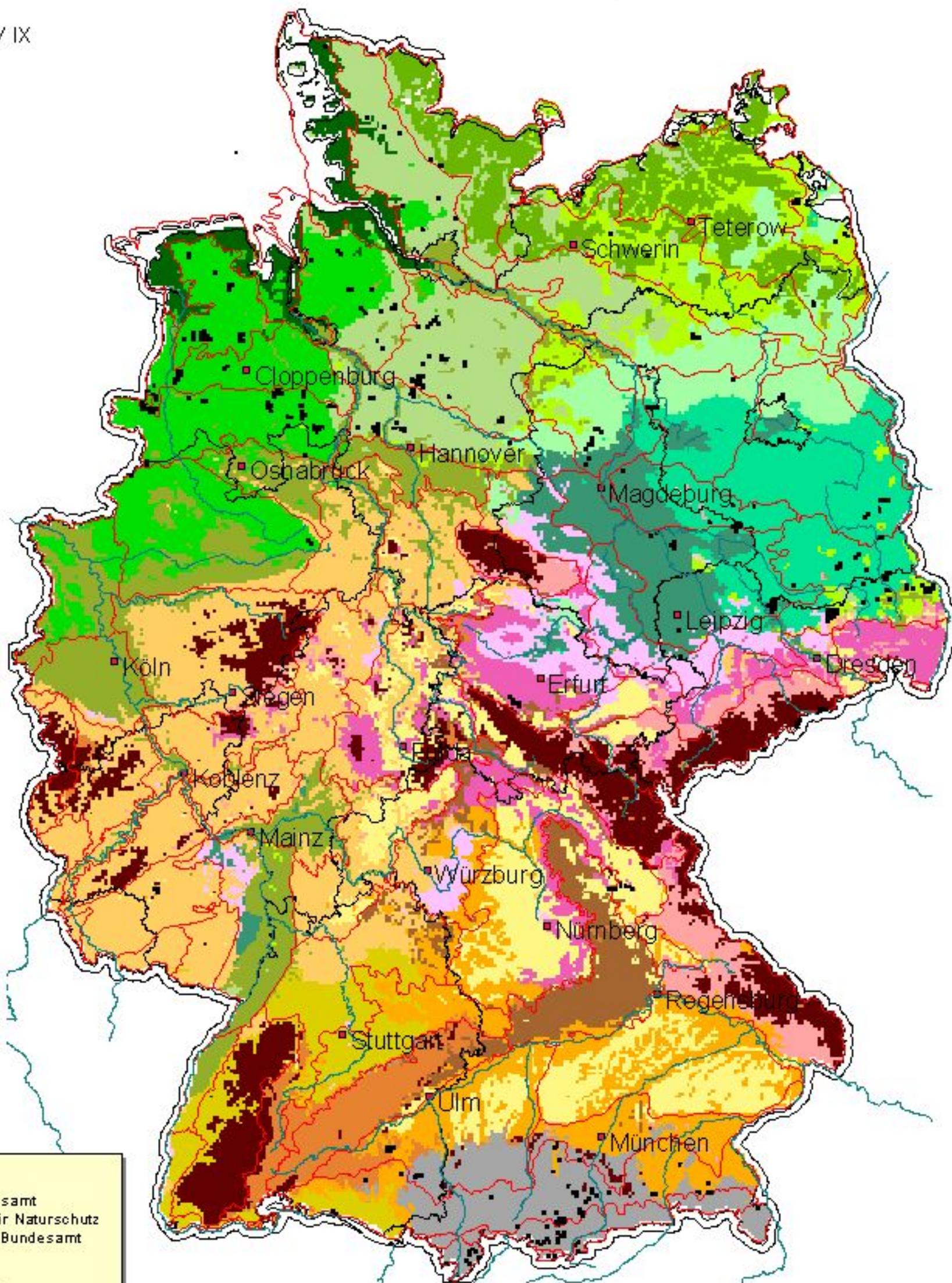
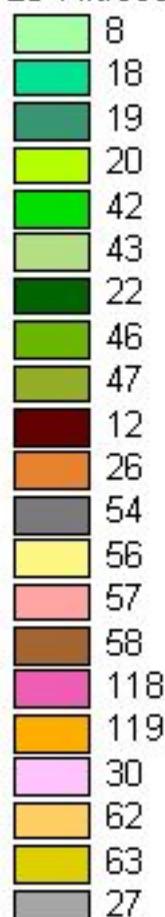
Projektleitung: Prof. Dr. Winfried Schröder

Bearbeitung: T. Eckstein, R. Pesch, G. Schmidl



UBA 9 PNV IX

20 Klassen



Copyright:  
 Umweltbundesamt  
 Bundesamt für Naturschutz  
 Statistisches Bundesamt

Bearbeitung:  
 IUW, HS Vechta

Datengrundlagen:  
 BfN (PnV), DWD (Klima),  
 BGR (Bodenarten)  
 UNEP (Topographie)

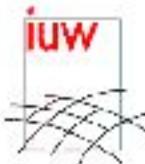
Administrative Grenzen  
 Moorflächen (Corine Landcover)  
 Naturräume (n. Meynen et al. 1962)

# Anhang B.2.18: UBA PNV IX (Bodenarten, Höhe, N, T, V, GS) - 21 Kl.

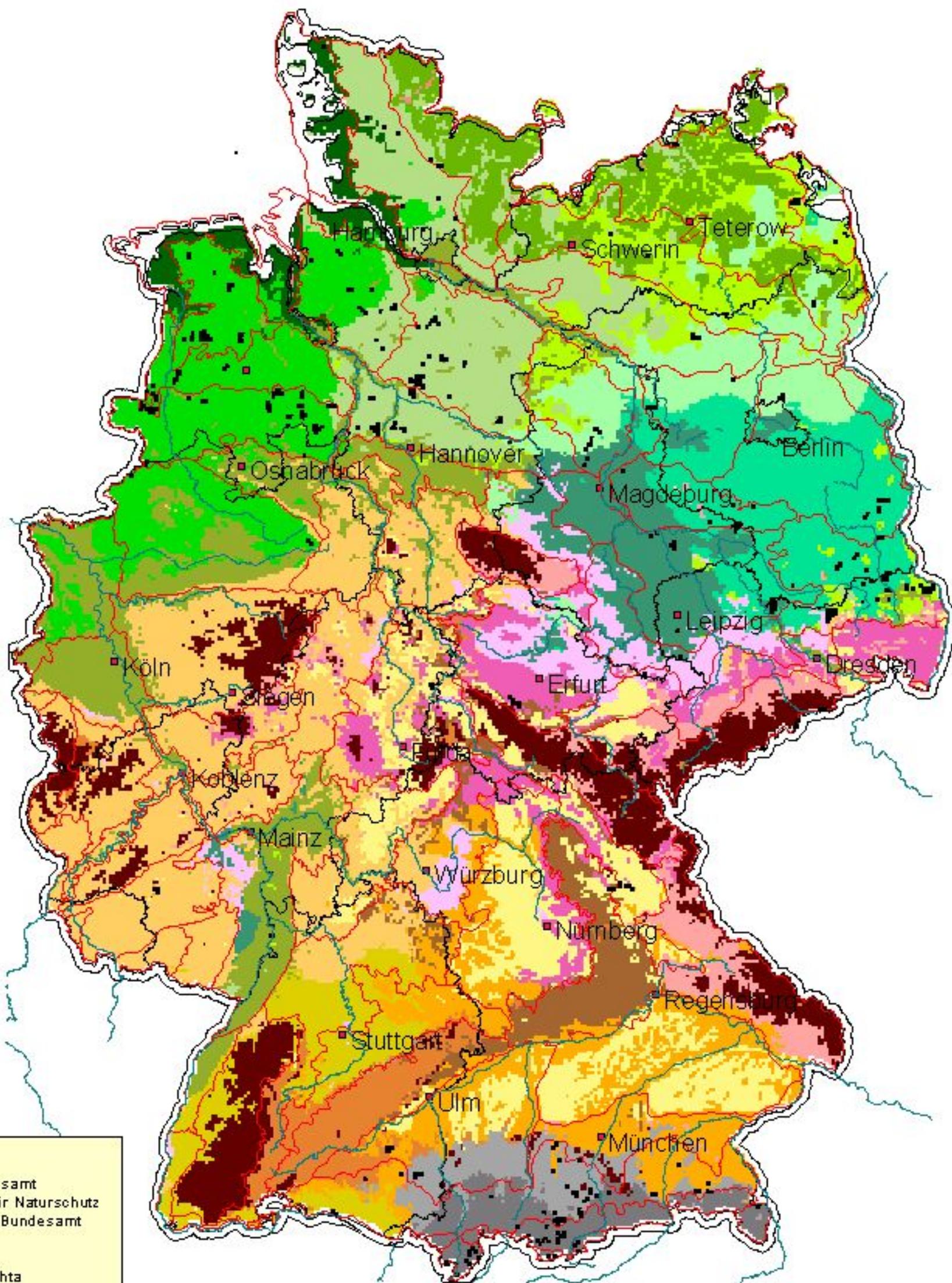
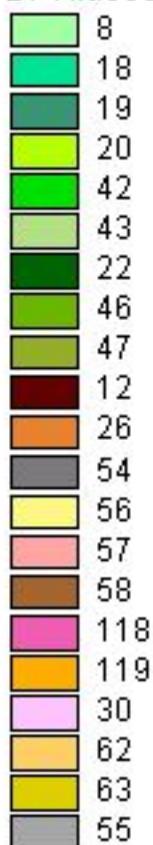
Hochschule Vechta  
 Institut Umweltwissenschaften  
 Abt. Landschaftsökologie

Projektleitung: Prof. Dr. Winfried Schröder

Bearbeitung: T. Eckstein, R. Pesch, G. Schmidl



Uba PNV IX  
 21 Klassen



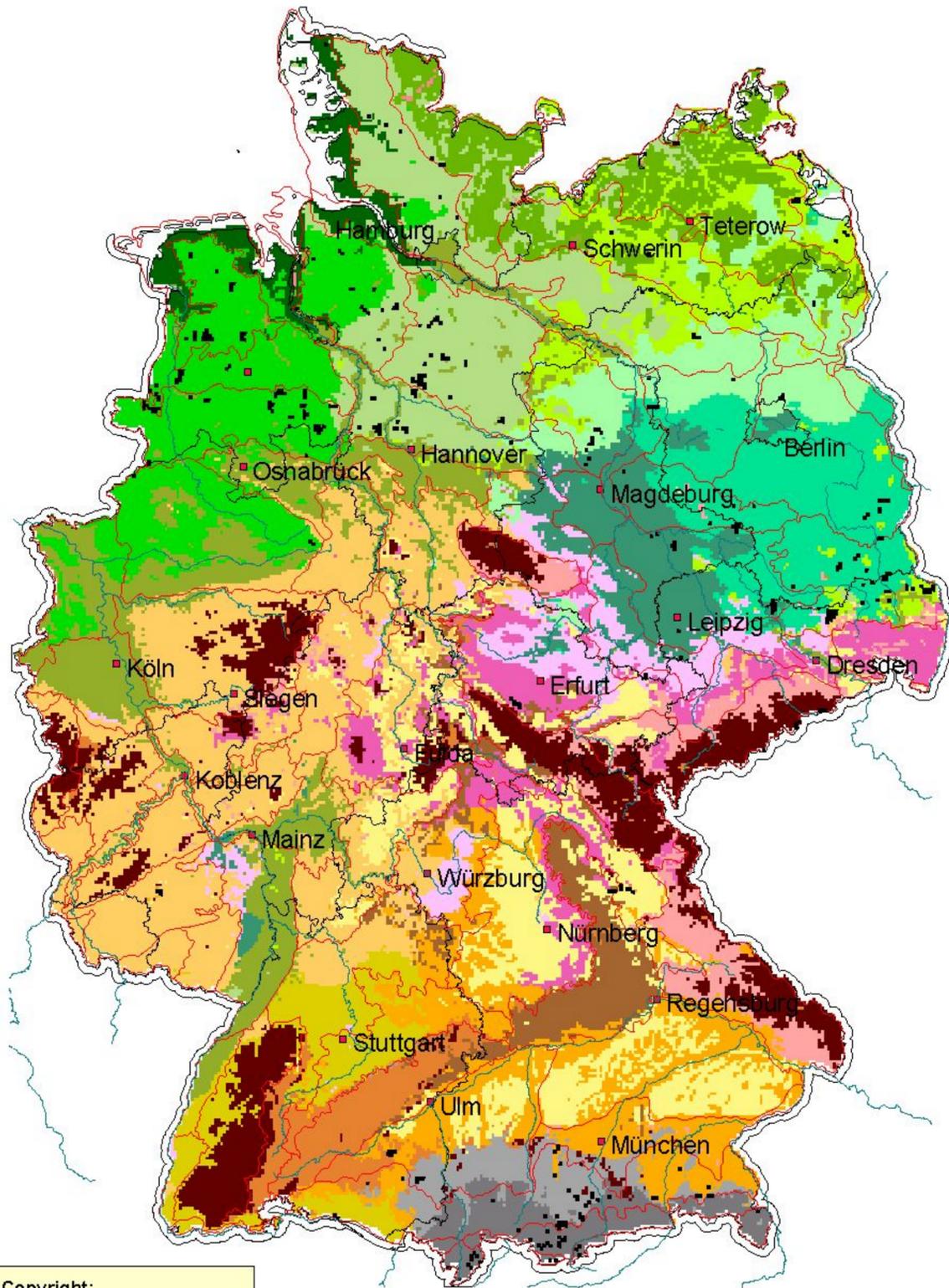
Copyright:  
 Umweltbundesamt  
 Bundesamt für Naturschutz  
 Statistisches Bundesamt

Bearbeitung:  
 IUW, HS Vechta

Datengrundlagen:  
 BfN (PnV), DWD (Klima),  
 BGR (Bodenarten)  
 UNEP (Topographie)

Administrative Grenzen  
 Moorflächen (Corine Landcover)  
 Naturräume (n. Meynen et al. 1962)

# Anhang B.2.19: UBA PNV IX (Bodenarten, Höhe, N, T, V, GS) - 21 Kl. inkl. Beschreibung



Copyright:  
Umweltbundesamt  
Bundesamt für Naturschutz  
Statistisches Bundesamt  
Bearbeitung:  
IUW, HS Vechta  
Datengrundlagen:  
BfN (PNV), DWD (Klima)  
BGR (Bodenart)  
UNEP (Topographie)

Admin. Grenzen

Moorflächen (Corine Landcover)  
Naturräume (n. Meynen et al. 1962)

Stand: Januar 2001

- |           |   |            |  |
|-----------|---|------------|--|
| <b>8</b>  | <b>Altmark, Prignitz und Uckermark</b>                            | <b>47</b>  | <b>Nieders. Börden, Rheinland und Oberrheintal</b>                             |
| <b>12</b> | <b>Hochlagen der kristallinen und paläozoischen Mittelgebirge</b> | <b>54</b>  | <b>Allgäu und Hochalpen</b>  |
| <b>18</b> | <b>Brandenburger Jungmoränenlandschaft</b>                        | <b>55</b>  | <b>Alpenvorland</b>  |
| <b>19</b> | <b>Leipziger Tieflandsbucht</b>                                   | <b>56</b>  | <b>Bayrisches Hügelland und Fränkisches Keuper-Lias-Land</b>                   |
| <b>20</b> | <b>Mecklenburger Seenplatte</b>                                   | <b>57</b>  | <b>Kristalline Mittelgebirge</b>   |
| <b>22</b> | <b>Ost- und Nordfriesische Marsch</b>                             | <b>58</b>  | <b>Fränkische Alb</b>  |
| <b>26</b> | <b>Schwäbische Alb</b>  | <b>62</b>  | <b>Rheinisches Schiefergebirge und südwestdeutsche Schichtstufenlandschaft</b> |
| <b>30</b> | <b>Sächsische Börden</b>  | <b>63</b>  | <b>Schwäbisches Schichtstufenland</b>  |
| <b>42</b> | <b>Niedersächsische Geest, Westfälische Tieflandsbucht</b>        | <b>118</b> | <b>Lausitz und Thüringer Schiefergebirge</b>                                   |
| <b>43</b> | <b>Schl.-Holst. Geest und Lüneburger Heide</b>                    | <b>119</b> | <b>Schotterterrassen des Alpenvorlands und Keuper-Bergland</b>                 |
| <b>46</b> | <b>Schl.-Holst. und Mecklenb. Jungmoränenlandschaft</b>           |            |  |

# Anhang B.2.20: UBA PNV IX (Bodenarten, Höhe, N, T, V, GS) - 73 KI.

Hochschule Vechta  
 Institut Umweltwissenschaften  
 Abt. Landschaftsökologie

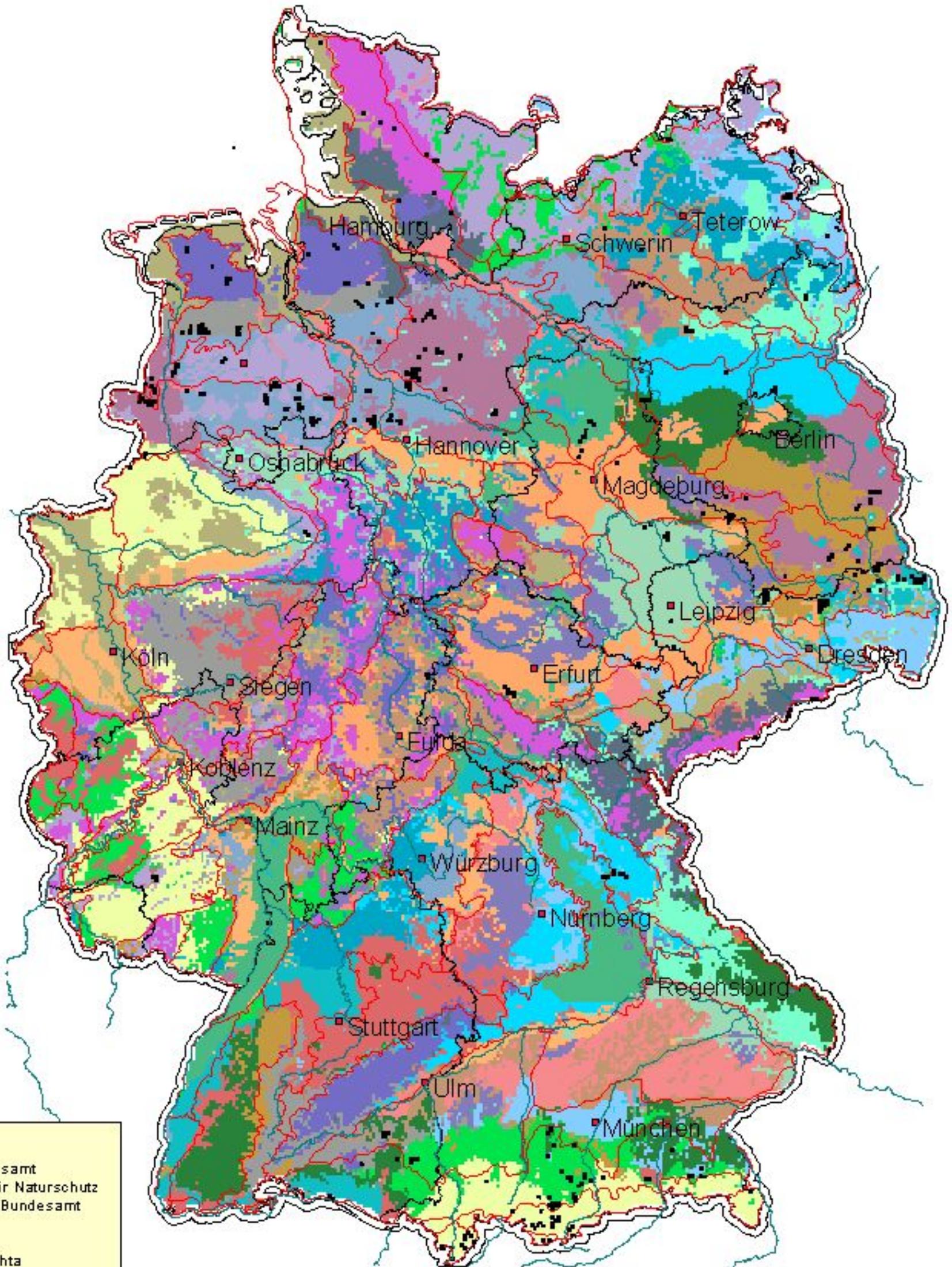
Projektleitung: Prof. Dr. Winfried Schröder

Bearbeitung: T. Eckstein, R. Pesch, G. Schmidl



UBA PNV IX  
 73 Klassen

- 16
- 22
- 34
- 36
- 38
- 41
- 49
- 50
- 51
- 52
- 53
- 54
- 56
- 61
- 74
- 78
- 79
- 80
- 81
- 82
- 83
- 86
- 97
- 113
- 114
- 115
- 116
- 117
- 120
- 121
- 126
- 127
- 150
- 151
- 168
- 169
- 171
- 173
- 174
- 175
- 188
- 189
- 224
- 237
- 249
- 340
- 344
- 345
- 380
- 381
- 382
- 383
- 450
- 451
- 472
- 473
- 476
- 479
- 497
- 500
- 501
- 502
- 503
- 682
- 683
- 964
- 966
- 966
- 967
- 962
- 1986
- 1987



Copyright:  
 Umweltbundesamt  
 Bundesamt für Naturschutz  
 Statistisches Bundesamt

Bearbeitung:  
 IUW, HS Vechta

Datengrundlagen:  
 BfN (PnV), DWD (Klima),  
 BGR (Bodenarten)  
 UNEP (Topographie)

Administrative Grenzen  
 Moorflächen (Corine Landcover)  
 Naturräume (n. Meynen et al. 1962)

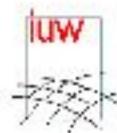
# **ANHANG B.4**

## **Messnetzübersichten**

- B.4.1 Gesamtübersicht des Länderrücklaufs
- B.4.2 Messnetzübersicht Rubrik "Boden" (BDF)
- B.4.3 Messnetzübersicht Rubrik "Luft"
- B.4.4 Messnetzübersicht Rubrik "Wasser"
- B.4.5 Messnetzübersicht Rubrik "Bioindikation"
- B.4.5.1 Messnetzübersicht Rubrik 'Bioindikation' - Moosmonitoring 1990/91)
- B.4.5.2 Messnetzübersicht Rubrik 'Bioindikation' - Moosmonitoring 1995/96)
- B.4.5.3 Messnetzübersicht Rubrik 'Bioindikation' - " (Gesamtübersicht des Länderrücklaufs
- B.4.6 Messnetzübersicht Rubrik "Landschaft & Natur"

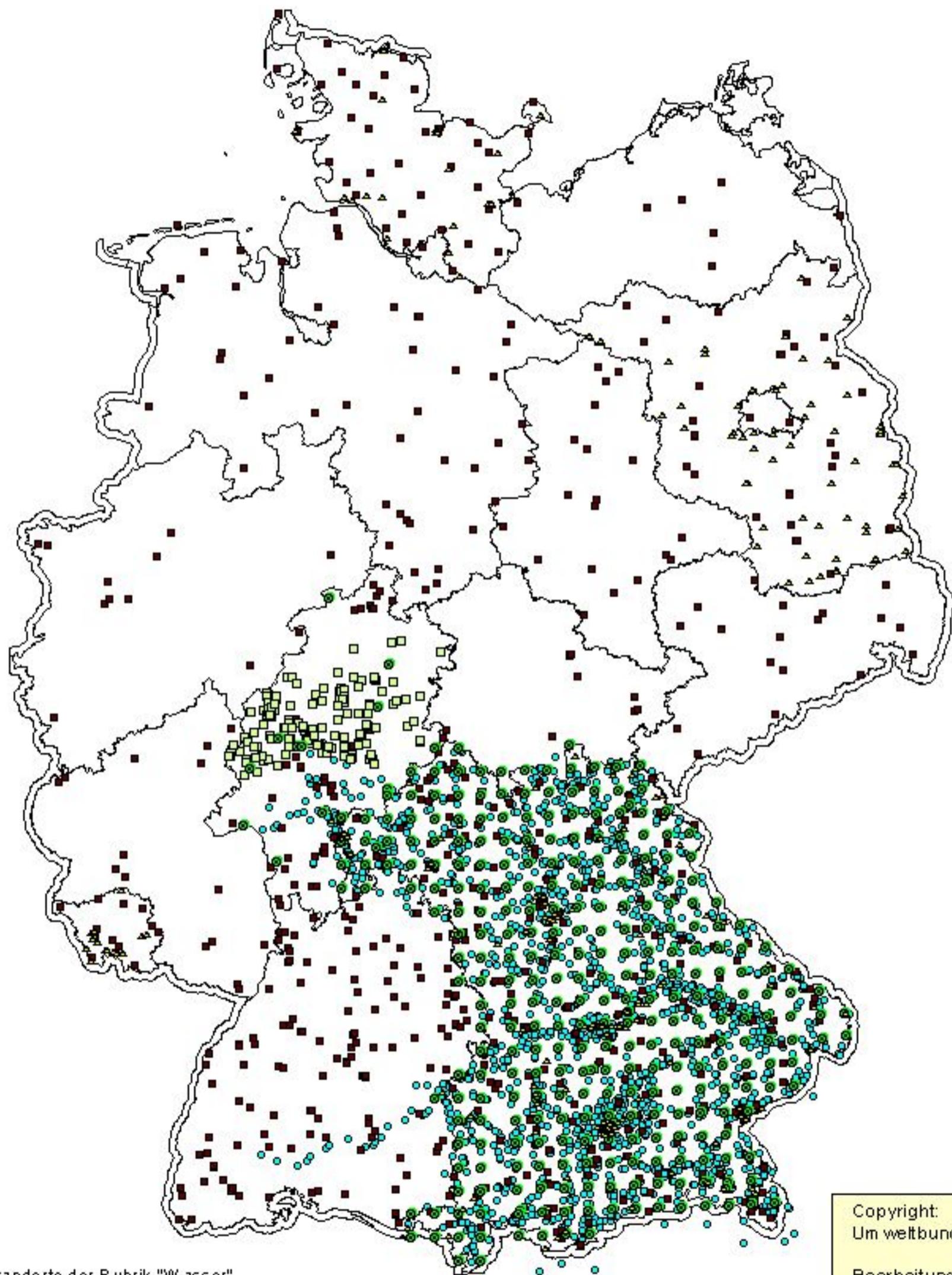
# Anhang B.4.1: Gesamtübersicht des Länderrücklaufs

Hochschule Vechta  
Inst. für Umweltwissenschaften  
Abt. Landschaftsökologie



Projektleitung: Prof. Dr. Winfried Schröder

Bearbeitung: T. Eckstein, R. Pesch, G. Schmidt



- Messstandorte der Rubrik "Wasser"
- ▲ Messstandorte der Rubrik "Luft"
- Messstandorte der Rubrik "Bioindikation"
- Messstandorte der Rubrik "Boden"
- Messstandorte der Rubrik "Landschaft & Natur"

Copyright:  
Umweltbundesamt

Bearbeitung:  
IUW, HS Vechta

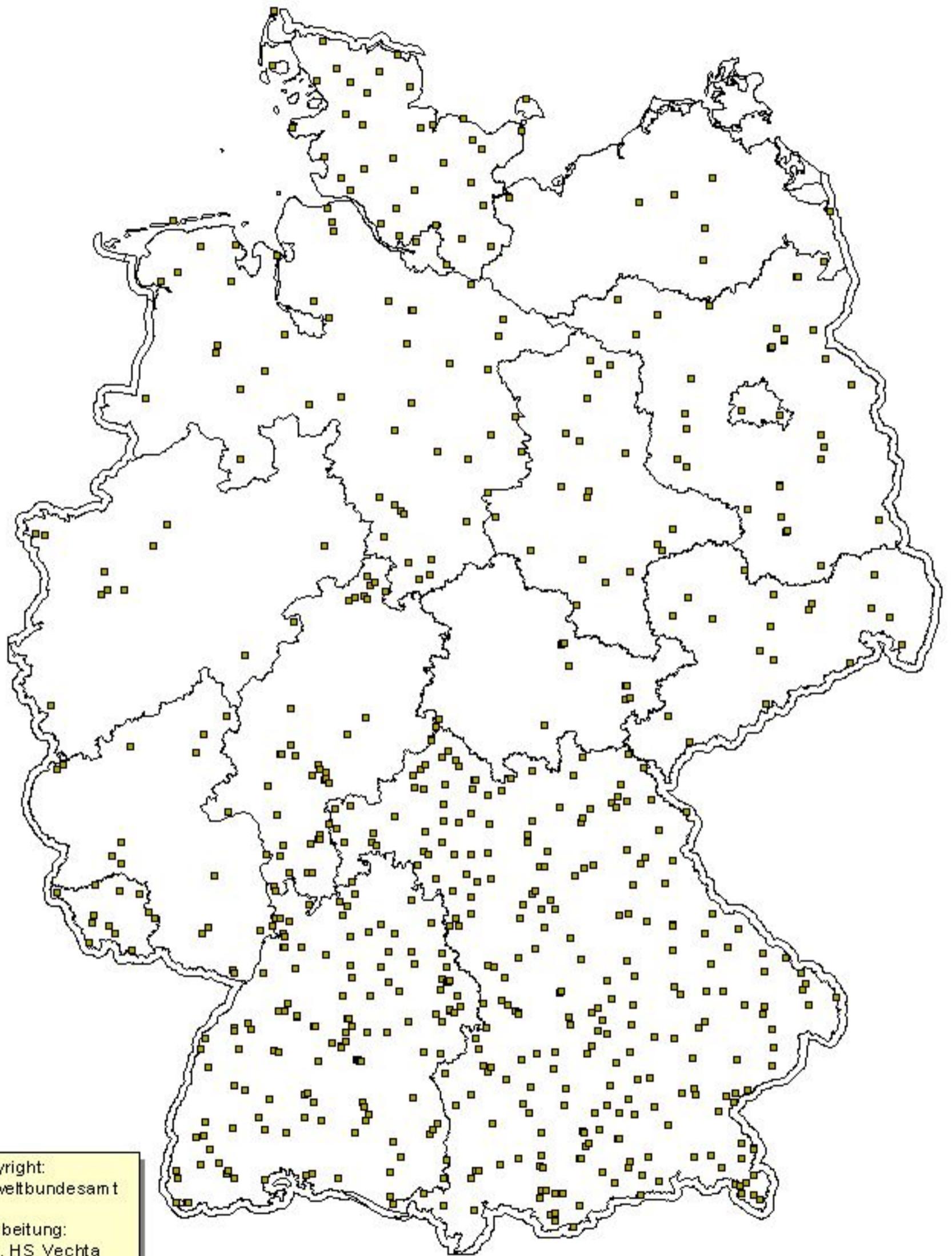
Datengrundlagen:  
Umweltbehörden  
der Länder

# Anhang B.4.2: Messnetzübersicht Rubrik 'Boden' [Bodendauerbeobachtungsflächen (BDF)]

Hochschule Vechta  
Institut f. Umweltwissenschaften  
Abt. Landschaftsökologie

Projektleitung: Prof. Dr. Wilfried Schröder

Bearbeitung: T. Eckstein, R. Pesch, G. Schmidt



Copyright:  
Umweltbundesamt

Bearbeitung:  
IUW, HS Vechta

Datengrundlagen:  
Umweltbehörden  
der Länder

■ BDF-Standorte

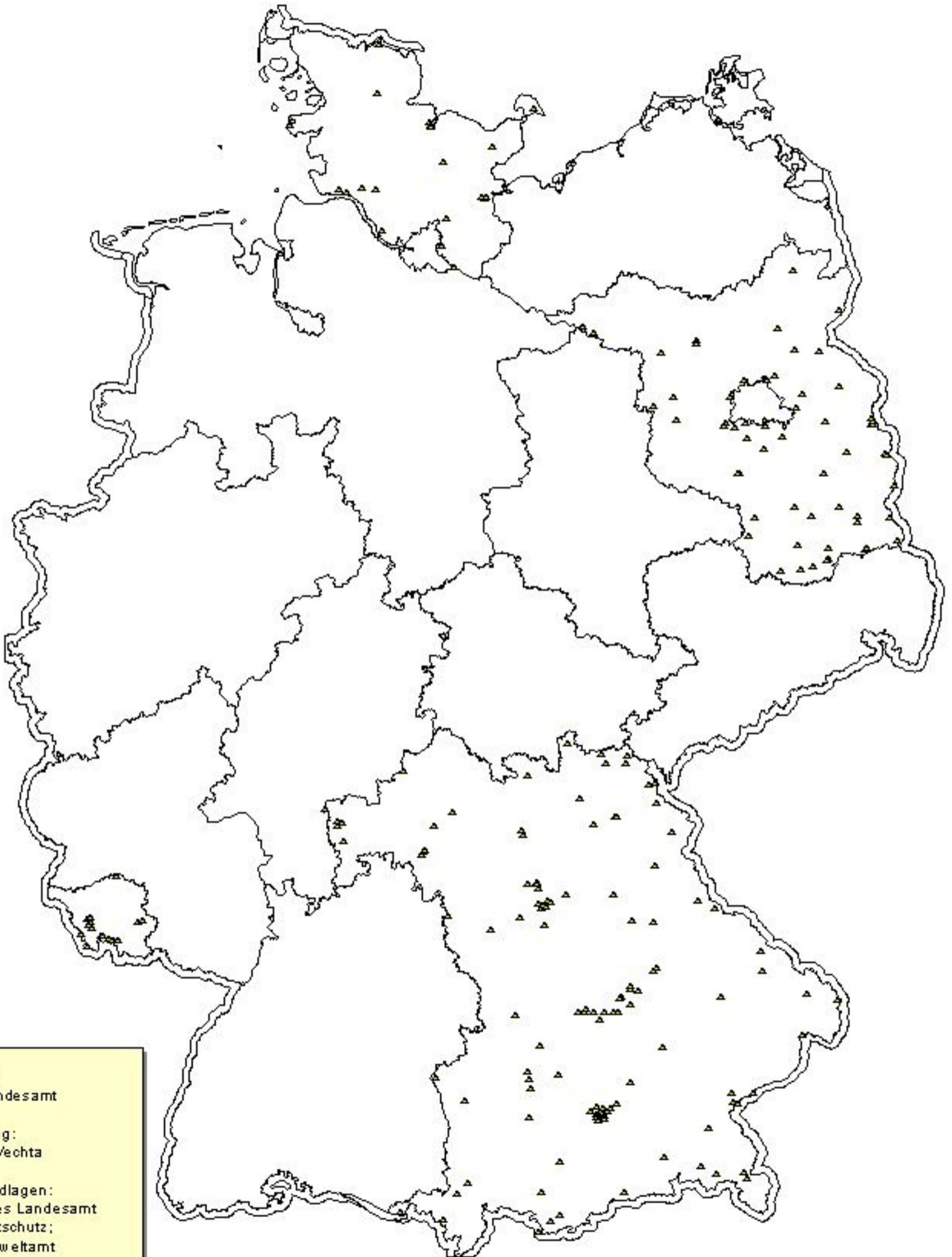
# Anhang B.4.3: Messnetzübersicht 'Rubrik Luft' (Gesamtübersicht des Länderrücklaufs)

Hochschule Vechta  
Institut für Umweltnaturwissenschaften  
Abt. Landschaftsökologie



Projektleitung: Prof. Dr. Wilfried Schröder

Bearbeitung: T. Eckstein, R. Pesch, G. Schmidt



Copyright:  
Umweltbundesamt

Bearbeitung:  
IUW, HS Vechta

Datengrundlagen:  
Bayerisches Landesamt  
für Umweltschutz;  
Landesumweltamt  
des Landes Brandenburg;  
Hessisches Landesamt  
für Umwelt und Geologie

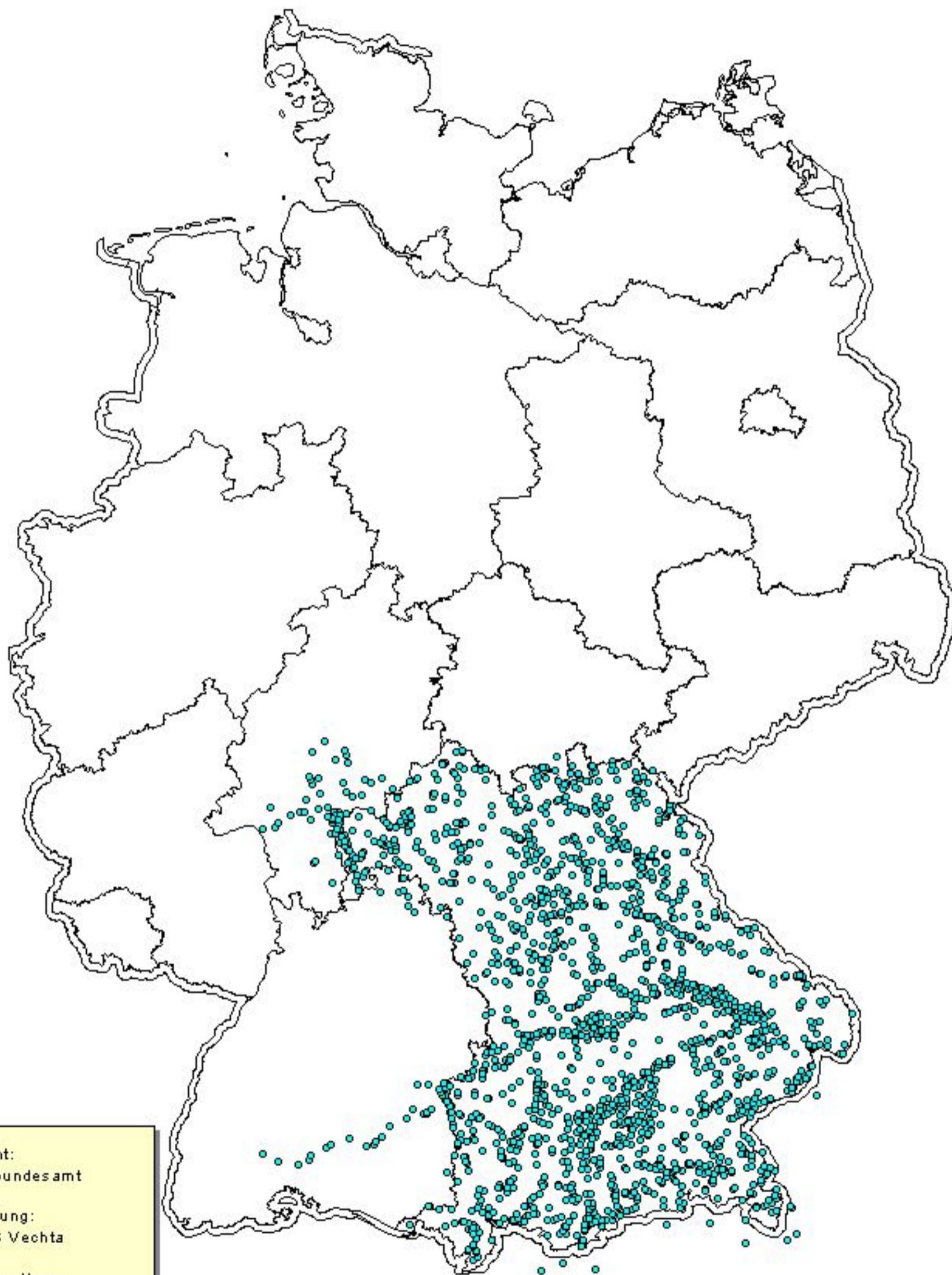
▲ Luft-Messstationen

# Anhang B.4.4: Messnetzübersicht Rubrik 'Wasser' (Gesamtübersicht des Länderrücklaufs)

Hochschule Vechta  
Institut für Umweltwissenschaften  
Abt. Landschaftsökologie

Projektleitung: Prof. Dr. Winfried Schröder

Bearbeitung: T. Eckstein, R. Pesch, G. Schmidt



Copyright:  
Umweltbundesamt

Bearbeitung:  
IUW, HS Vechta

Datengrundlage:  
Bayerisches Landesamt  
für Wasserwirtschaft

● Messstandorte 'Wasser'

## **ANHANG B.5**

### **Landschaftsrepräsentanz (Basis 20er Gliederung UBA PNV IX → Tabelle 3 im Text)**

- B.5.1 BDF auf Raumgliederung (UBA PNV IX: 20er-Gliederung)
- B.5.2 Moosmonitoring 1995/96 auf Raumgliederung (UBA PNV IX: 20er-Gliederung)
- B.5.3 Immissionsmessnetz auf Raumgliederung (UBA PNV IX: 20er-Gliederung)
- B.5.4 Landschaftsrepräsentanz BDF
- B.5.5 Landschaftsrepräsentanz Moosmonitoring 1995/96
- B.5.6 Landschaftsrepräsentanz Immissionsmessnetz
- B.5.7 MNR-Indizes Bodentypen, 20er Raumgliederung, Landnutzung
- B.5.8 Bodendauerbeobachtungsflächen auf MNR-Karte
- B.5.9 RI der 20er-Raumgliederung (UBA PNV IX)
- B.5.10 Repräsentanzanalyse UB, SO<sub>2</sub>-Immission 1996 (480 Stationen)
- B.5.11 Repräsentanzanalyse UB, SO<sub>2</sub>-Immission 1996 (150 Stationen mit höchstem RI)
- B.5.12 Kriging-Ergebnisse Moosmonitoring 1990/91

# Anhang B.5.1: BDF auf Raumgliederung (UBA PNV IX: 20er-Gliederung)

Hochschule Vechta  
Institut für Umweltwissenschaften  
Abt. Landschaftsökologie

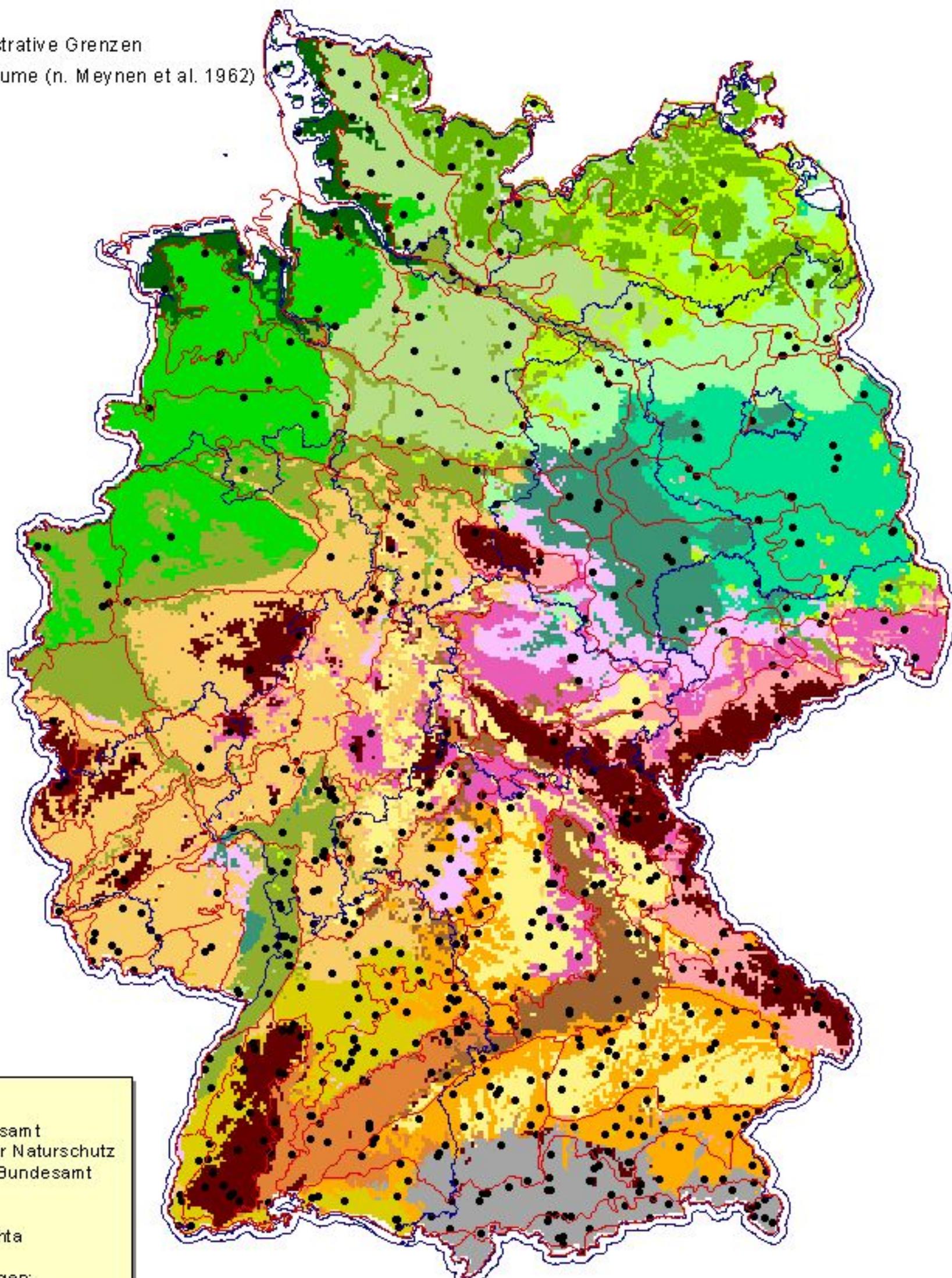
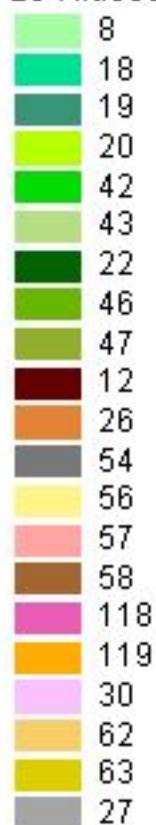


Projektleitung: Prof. Dr. W. Schröder

Bearbeitung: T. Eckstein, R. Pesch, G. Schmidt

- BDF
- administrative Grenzen
- ~ Naturräume (n. Meynen et al. 1962)

UBA 9  
20 Klassen



Copyright:  
Umweltbundesamt  
Bundesamt für Naturschutz  
Statistisches Bundesamt

Bearbeitung:  
IUW, HS Vechta

Datengrundlagen:  
BfN (PnV), DWD (Klima)  
BGR (Bodenart)  
UNEP (Topographie)  
Umweltbehörden der  
Länder (BDF)

# Anhang B.5.2: Moosmonitoring 1995/96 auf Raumgliederung (UBA PNV IX: 20er-Gliederung)

Hochschule Vechta  
 Institut für Umweltwissenschaften  
 Abt. Landschaftsökologie

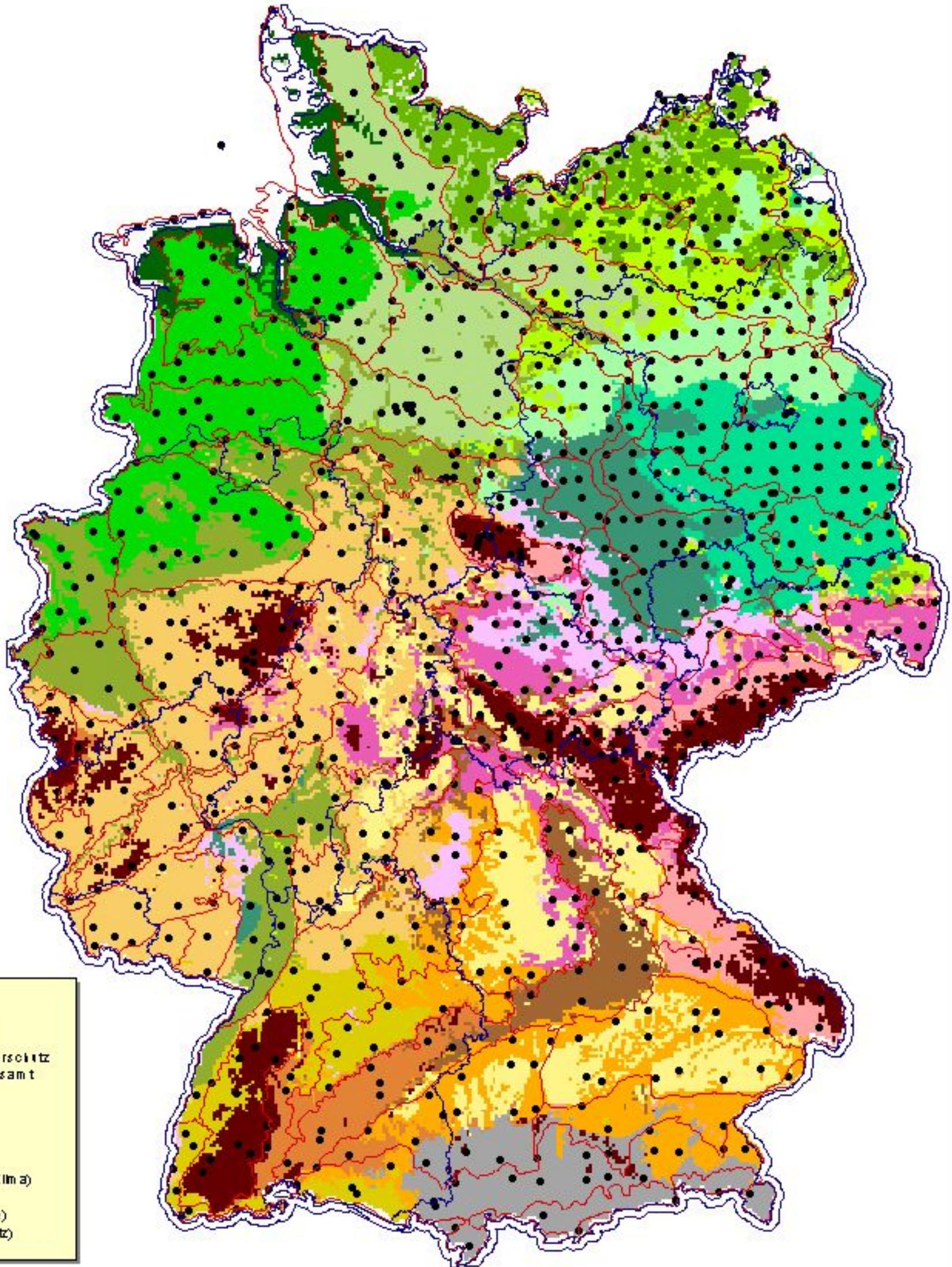
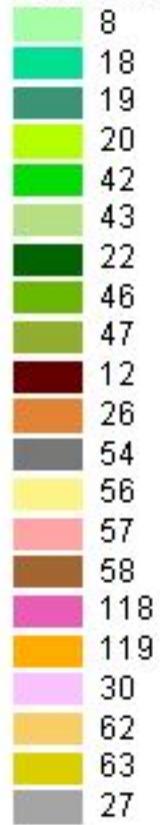


Projektleitung: Prof. Dr. W. Schröder

Bearbeitung: T. Eckstein, R. Pesch, G. Schmidt

- Moosmessnetz 1995/96
- administrative Grenzen
- ∕ Naturräume (n. Meynen et al. 1962)

UBA 9  
 20 Klassen



Copyright:  
 Umweltbundesamt  
 Bundesamt für Naturschutz  
 Statistisches Bundesamt

Bearbeitung:  
 IUW, HS Vechta

Datengrundlage:  
 BfN (PNV), DWD (Klima)  
 BGR (Bodenart)  
 UNEP (Topographie)  
 UBA (Moosmessnetz)

# Anhang B.5.3: Immissionsmessnetz auf Raumgliederung (UBA PNV IX: 20er-Gliederung)

Hochschule Vechta  
Institut für Umwelwissenschaften  
Abt. Landschaftsökologie

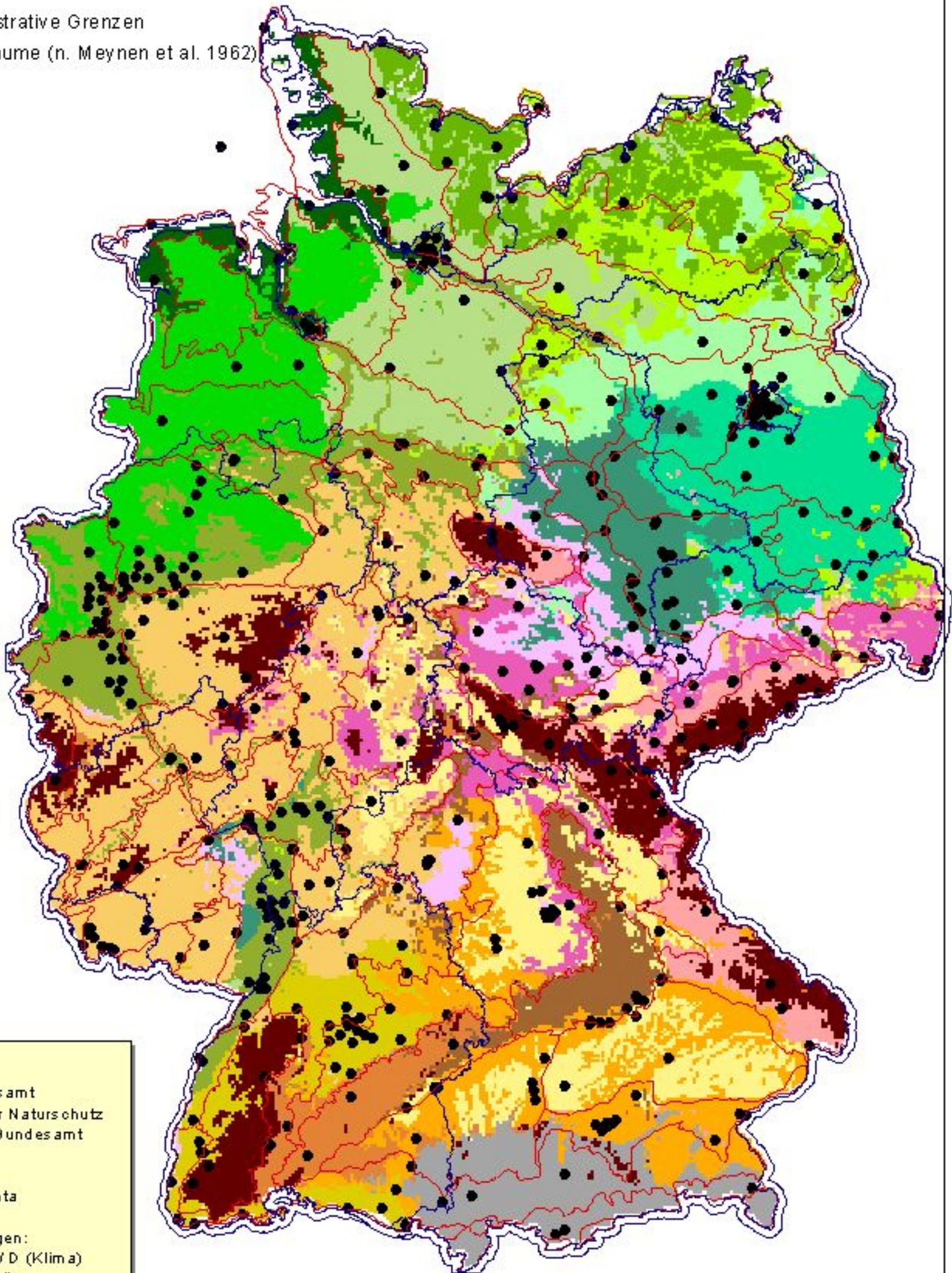
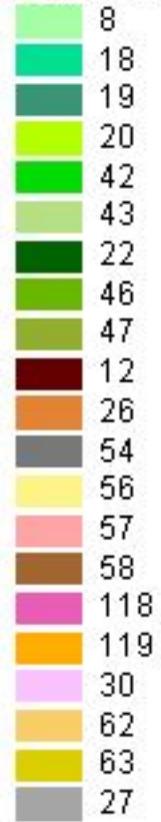


Projektleitung: Prof. Dr. W. Schröder

Bearbeitung: T. Eckstein, R. Pesch, G. Schmidt

- Immissionsmessnetz
- administrative Grenzen
- ~ Naturräume (n. Meynen et al. 1962)

UBA 9  
20 Klassen



Copyright:  
Umweltbundesamt  
Bundesamt für Naturschutz  
Statistisches Bundesamt

Bearbeitung:  
IUW, HS Vechta

Datengrundlagen:  
BfN (PNV), DWD (Klima)  
BGR (Bodenart)  
UNEP (Topographie)  
Umweltbehörden der  
Länder (BDF)

# Anhang B.5.4: Landschaftsrepräsentanz BDF

## Maximale Fehlbelegung: ca. +/- 6 %

Hochschule Vechta  
Institut für Umweltnwissenschaften  
Abt. Landschaftsökologie

IUW

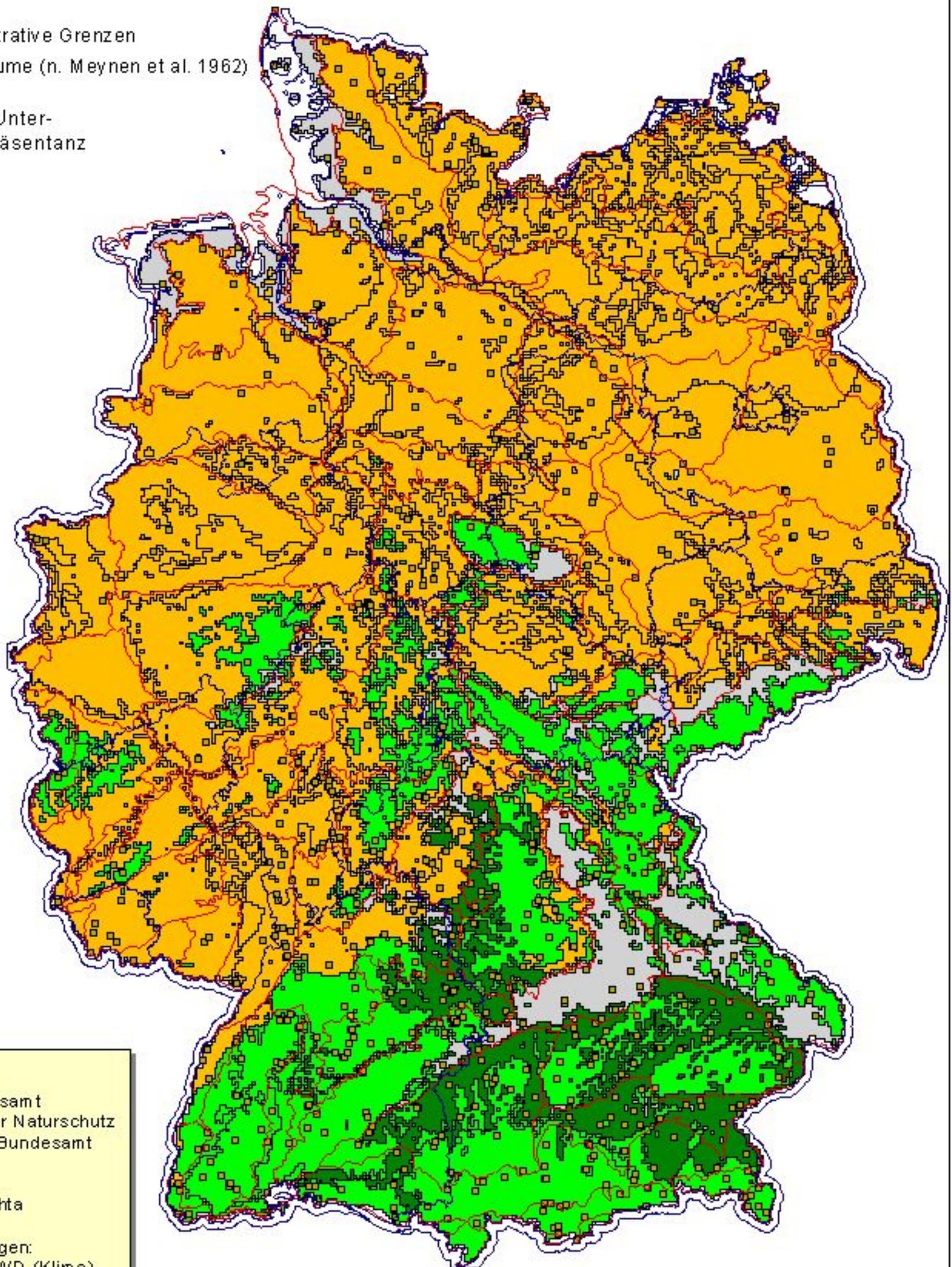
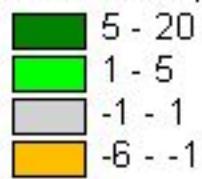


Projektleitung: Prof. Dr. W. Schröder

Bearbeitung: T. Eckstein, R. Pesch, G. Schmidt

- BDF
- administrative Grenzen
- ∩ Naturräume (n. Meynen et al. 1962)

Prozentuale Unter-  
und Überrepräsentanz



Copyright:  
Umweltbundesamt  
Bundesamt für Naturschutz  
Statistisches Bundesamt

Bearbeitung:  
IUW, HS Vechta

Datengrundlagen:  
BfN (PnV), DWD (Klima)  
BGR (Bodenart)  
UNEP (Topographie)  
Umweltbehörden der  
Länder (BDF)

**Anhang B.5.5:**  
**Landschaftsrepräsentanz Moosmonitoring 1995/96**  
**Maximale Fehlbelegung: ca. +/- 4 %**

Hochschule Vechta  
Institut f. Umweltswissenschaften  
Abt. Landschaftsökologie

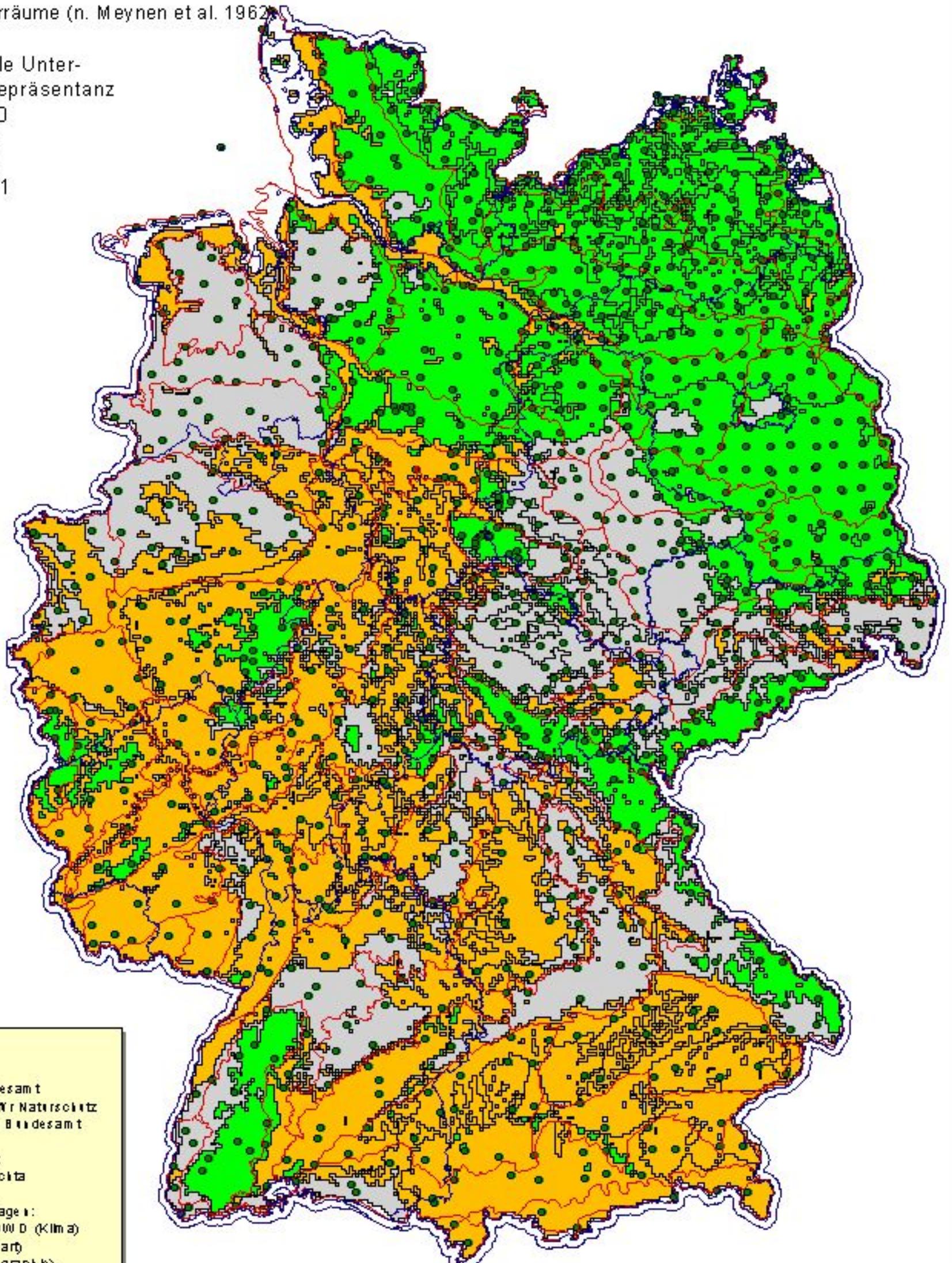
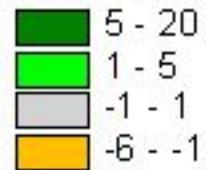


Projektleitung: Prof. Dr. W. Schröder

Bearbeitung: T. Eckstein, R. Pesch, G. Schmidt

- Moosmessnetz 1995/96
- administrative Grenzen
- ∩ Naturräume (n. Meynen et al. 1962)

Prozentuale Unter-  
und Überrepräsentanz



Copyright:  
Umweltbundesamt  
Bundesamt für Naturschutz  
Statistisches Bundesamt

Bearbeitung:  
IUW, HS Vechta

Datengrundlagen:  
BYN (Pflanzl.), DWD (Klima)  
BGR (Bodenart)  
UNEP (Topographie)  
UBA (Moosmessnetz)

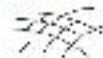
## Anhang B.5.6:

### Landschaftsrepräsentanz Immissionsmessnetz

Maximale Fehlbelegung: ca. -5 bis +18 %

Hochschule Vechta  
Institut für Umwelwissenschaften  
Abt. Landschaftsökologie

IUW

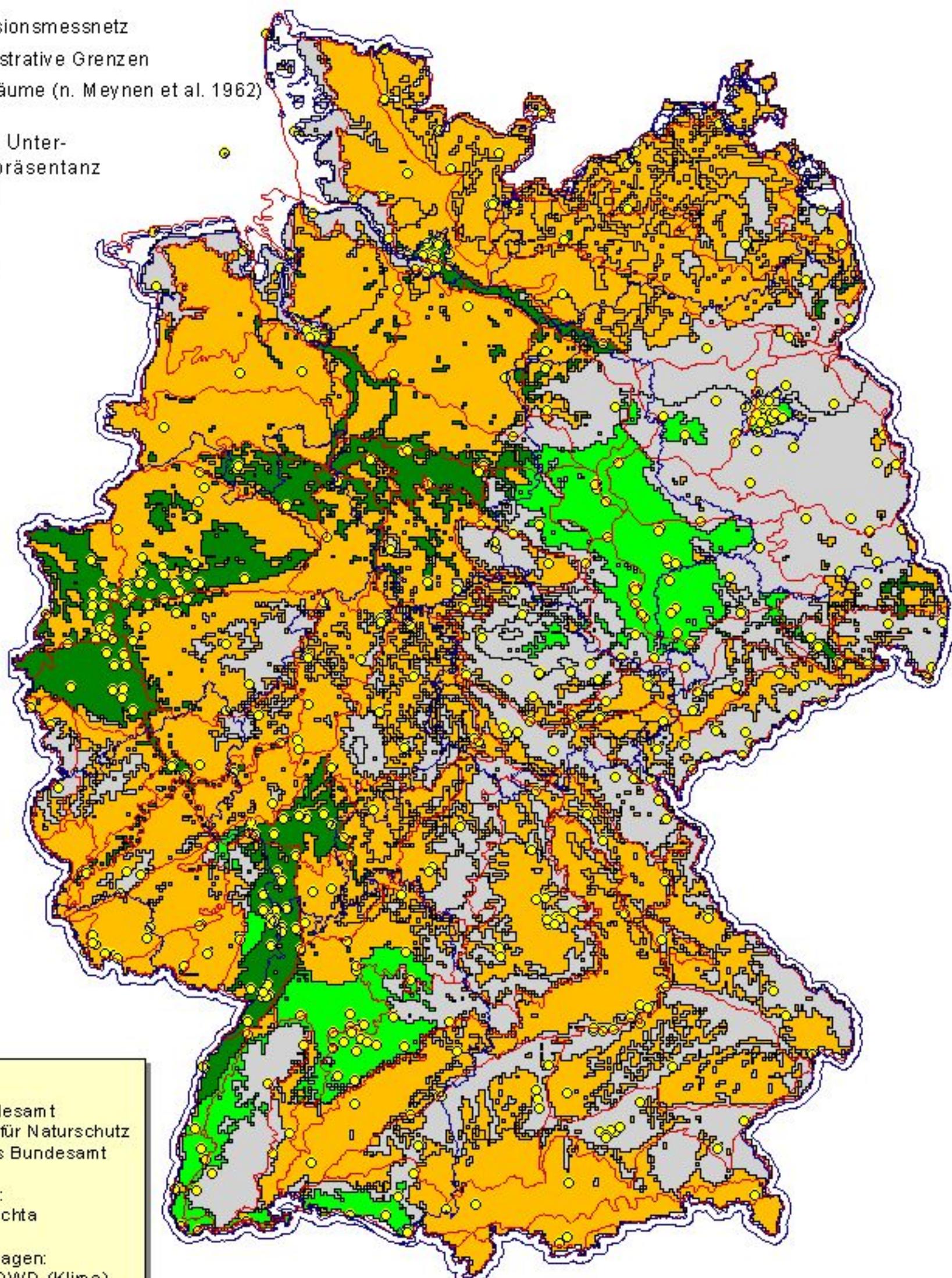
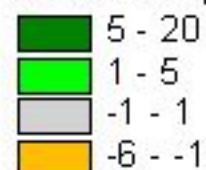


Projektleitung: Prof. Dr. W. Schröder

Bearbeitung: T. Eckstein, R. Pesch, G. Schmidt

- Immissionsmessnetz
- administrative Grenzen
- ∩ Naturräume (n. Meynen et al. 1962)

Prozentuale Unter- und Überrepräsentanz



Copyright:  
Umweltbundesamt  
Bundesamt für Naturschutz  
Statistisches Bundesamt

Bearbeitung:  
IUW, HS Vechta

Datengrundlagen:  
BfN (PnV), DWD (Klima)  
BGR (Bodenart)  
UNEP (Topographie)  
Umweltbehörden der  
Länder (BDF)

# Anhang B.5.7: MNR-Indizes Bodentypen, 20er Raumgliederung, Landnutzung

Hochschule Vechta  
Institut für Umwelwissenschaften  
Abt. Landschaftsökologie

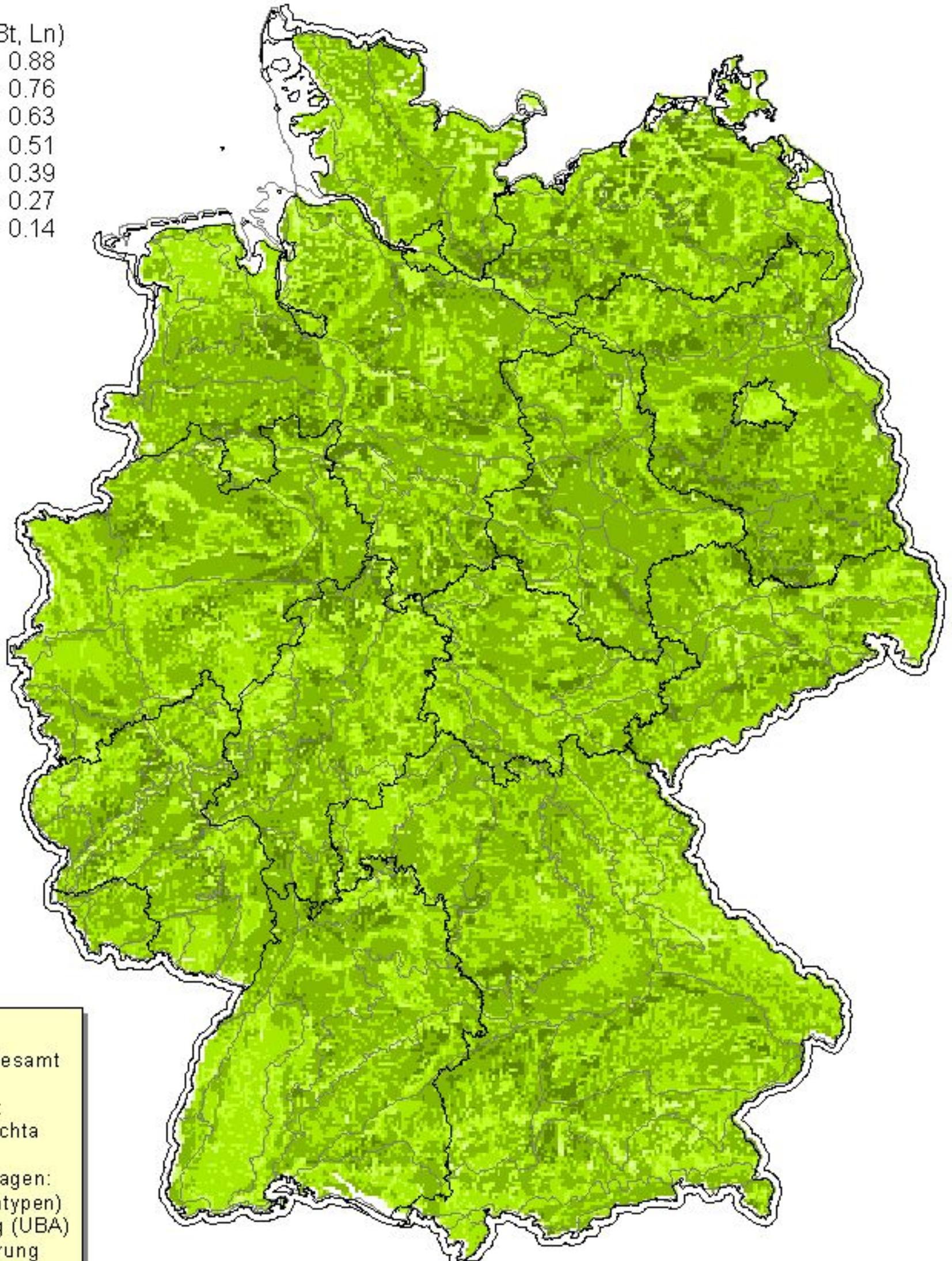
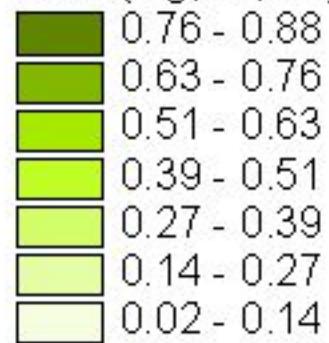


Projektleitung: Prof. Dr. W. Schröder

Bearbeitung: T. Eckstein, R. Peschl, G. Schmidt

- administrative Grenzen
- Naturraumklassen (n. Meynen et al. 1962)

MNR (Rg, Bt, Ln)



Copyright:  
Umweltbundesamt

Bearbeitung:  
IUW, HS Vechta

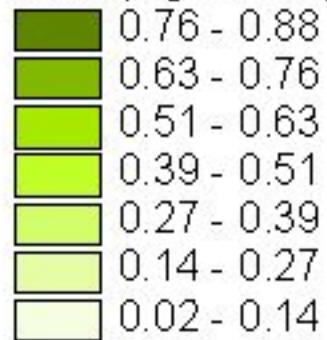
Datengrundlagen:  
BGR (Bodentypen)  
Landnutzung (UBA)  
Raumgliederung  
(HS Vechta)

# Anhang B.5.8: Bodendauerbeobachtungsflächen auf MNR-Karte

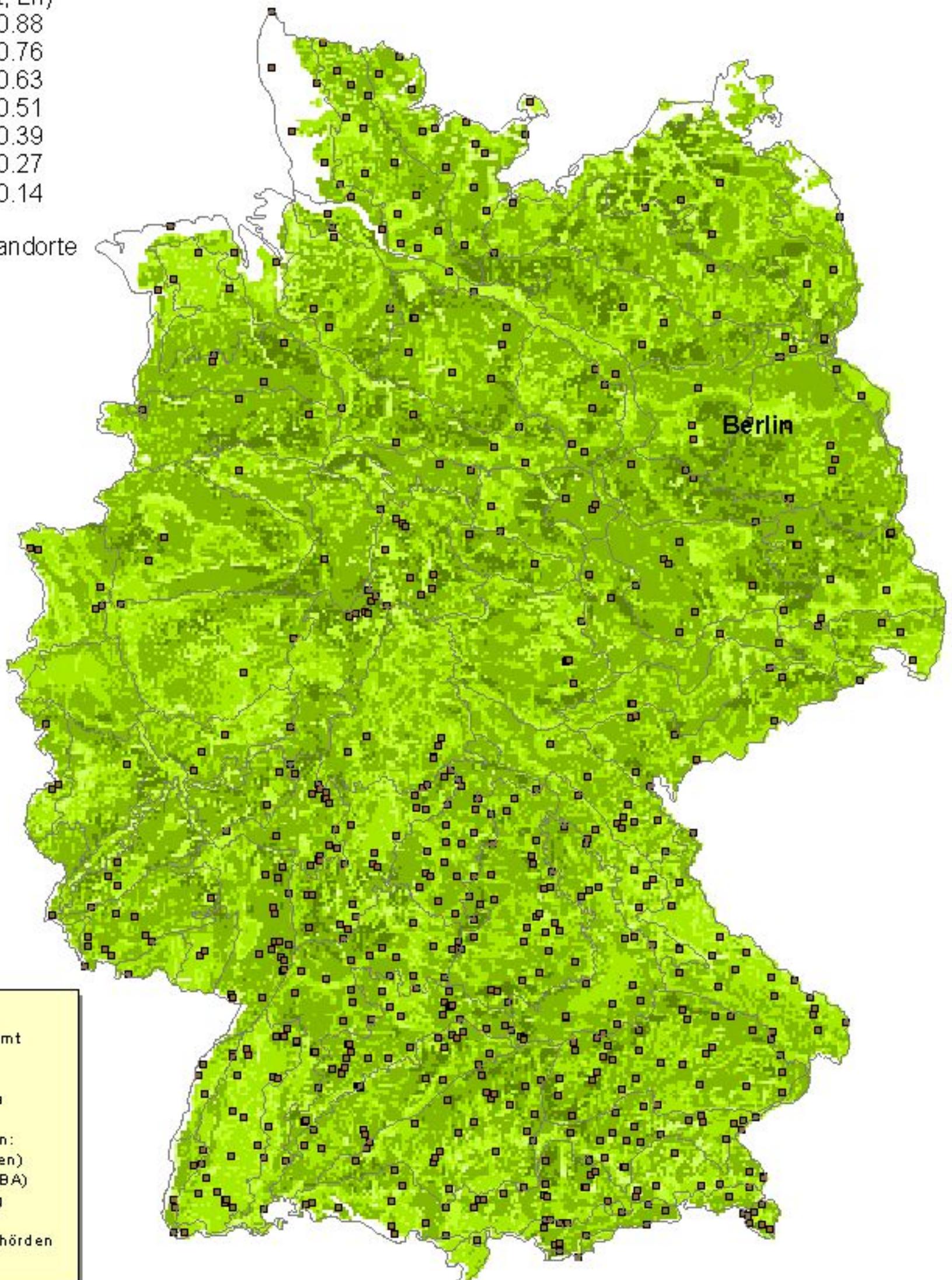


- administrative Grenzen
- Naturraumklassen (n. Meynen et al. 1962)

MNR (Rg, Bt, Ln)



■ BDF-Standorte



Copyright:  
Umweltbundesamt

Bearbeitung:  
IUW, HS Vechta

Datengrundlagen:  
BGR (Bodentypen)  
Landnutzung (UBA)  
Raumgliederung  
(HS Vechta)  
BDF (Umweltbehörden  
der Länder)

# Anhang B.5.9: RI der 20er-Raumgliederung (UBA PNV IX)

Hochschule Vechta  
Institut für Umweltnaturwissenschaften  
Abt. Landschaftsökologie



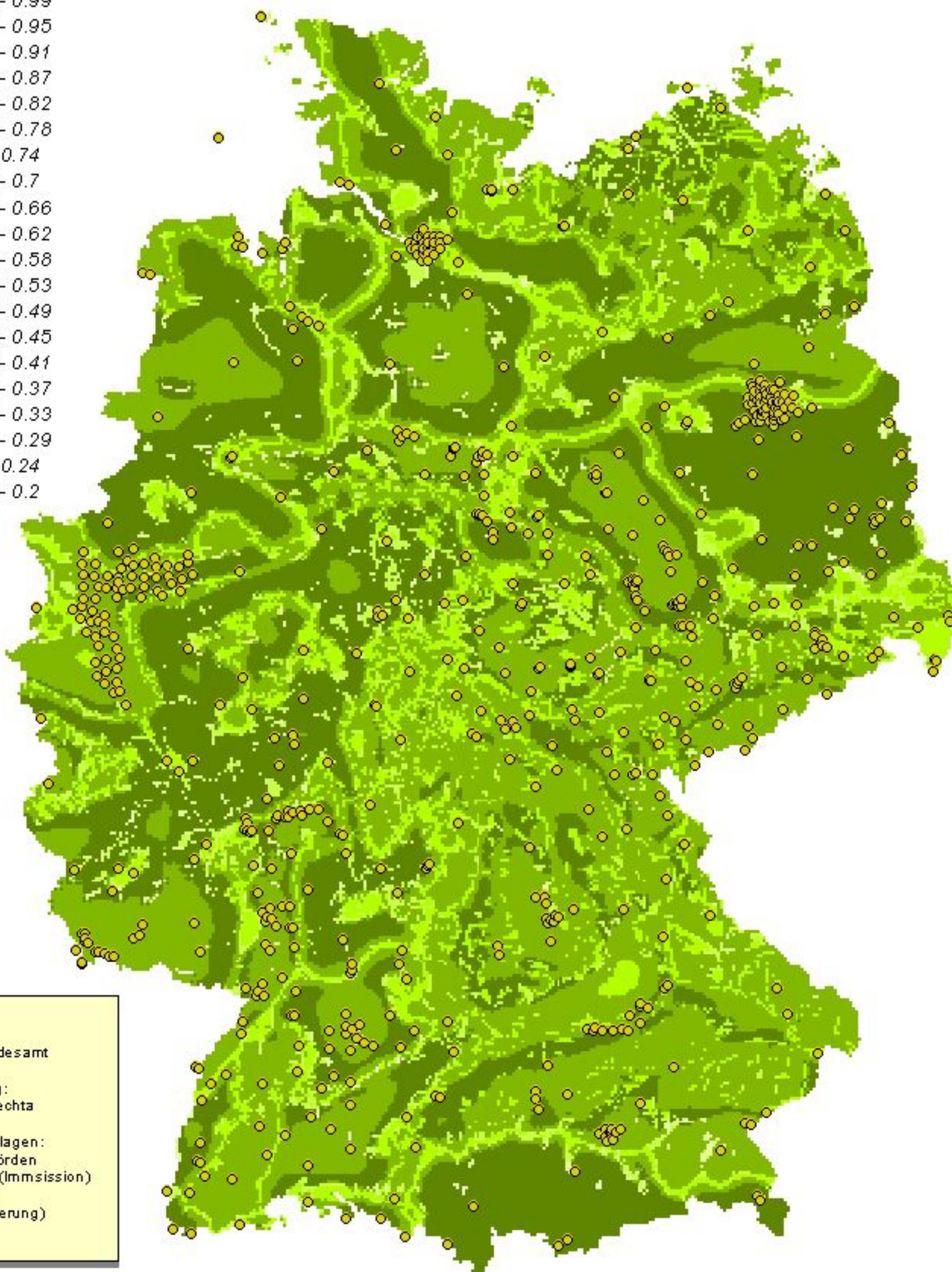
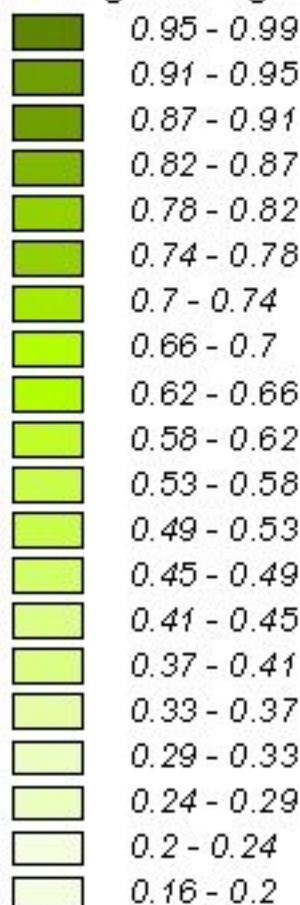
Projektleitung: Prof. Dr. W. Schröder

Bearbeitung: T. Eckstein, R. Pesch, G. Schmidt

● Immissionsmessstandort

RI-Werte

Raumgliederung



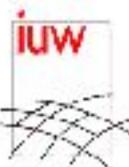
Copyright:  
Umweltbundesamt

Bearbeitung:  
IUW, HS Vechta

Datengrundlagen:  
Umweltbehörden  
der Länder (Immission)  
HS Vechta  
(Raumgliederung)

# Anhang B.5.10: Repräsentanzanalyse UB, SO<sub>2</sub>-Immission 1996 (480 Stationen)

Hochschule Vechta  
Institut für Umweltnaturwissenschaften  
Abt. Landschaftsökologie

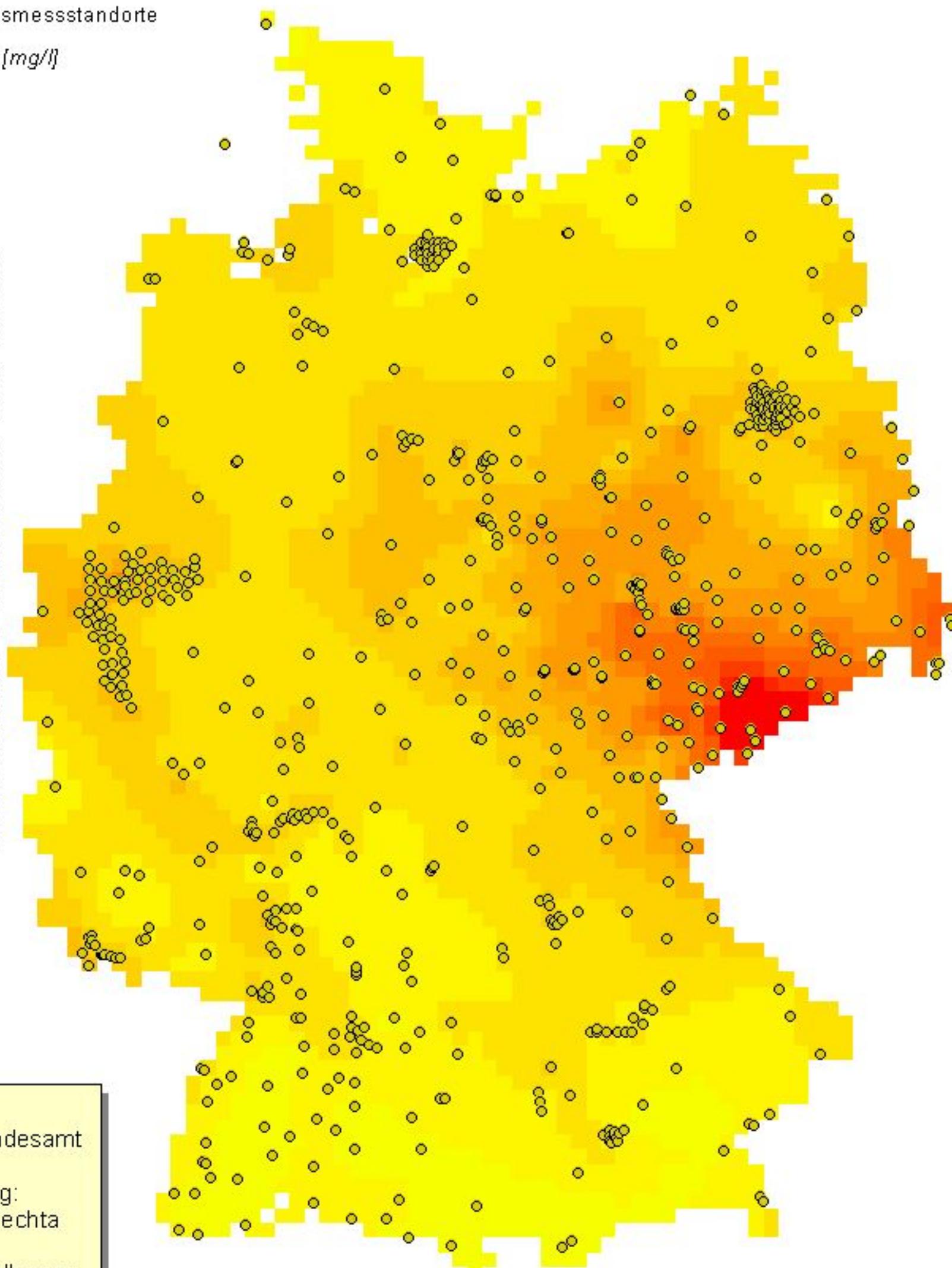
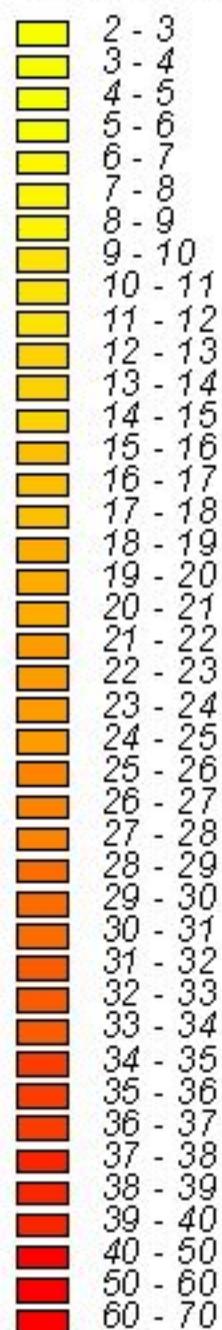


Projektleitung: Prof. Dr. Wilfried Schröder

Bearbeitung: T. Eckstein, R. Pesch, G. Schmidt

● Immissionsmessstandorte

SO<sub>2</sub>-Gehalt [mg/l]



Copyright:  
Umweltbundesamt

Bearbeitung:  
IUW, HS Vechta

Datengrundlagen:  
Umweltbehörden  
der Länder

# Anhang B.5.11: Repräsentanzanalyse UB, SO<sub>2</sub>-Immission 1996 (150 Stationen mit höchstem RI)

Hochschule Vechta  
Institut für Umweltnaturwissenschaften  
Abt. Landschaftsökologie

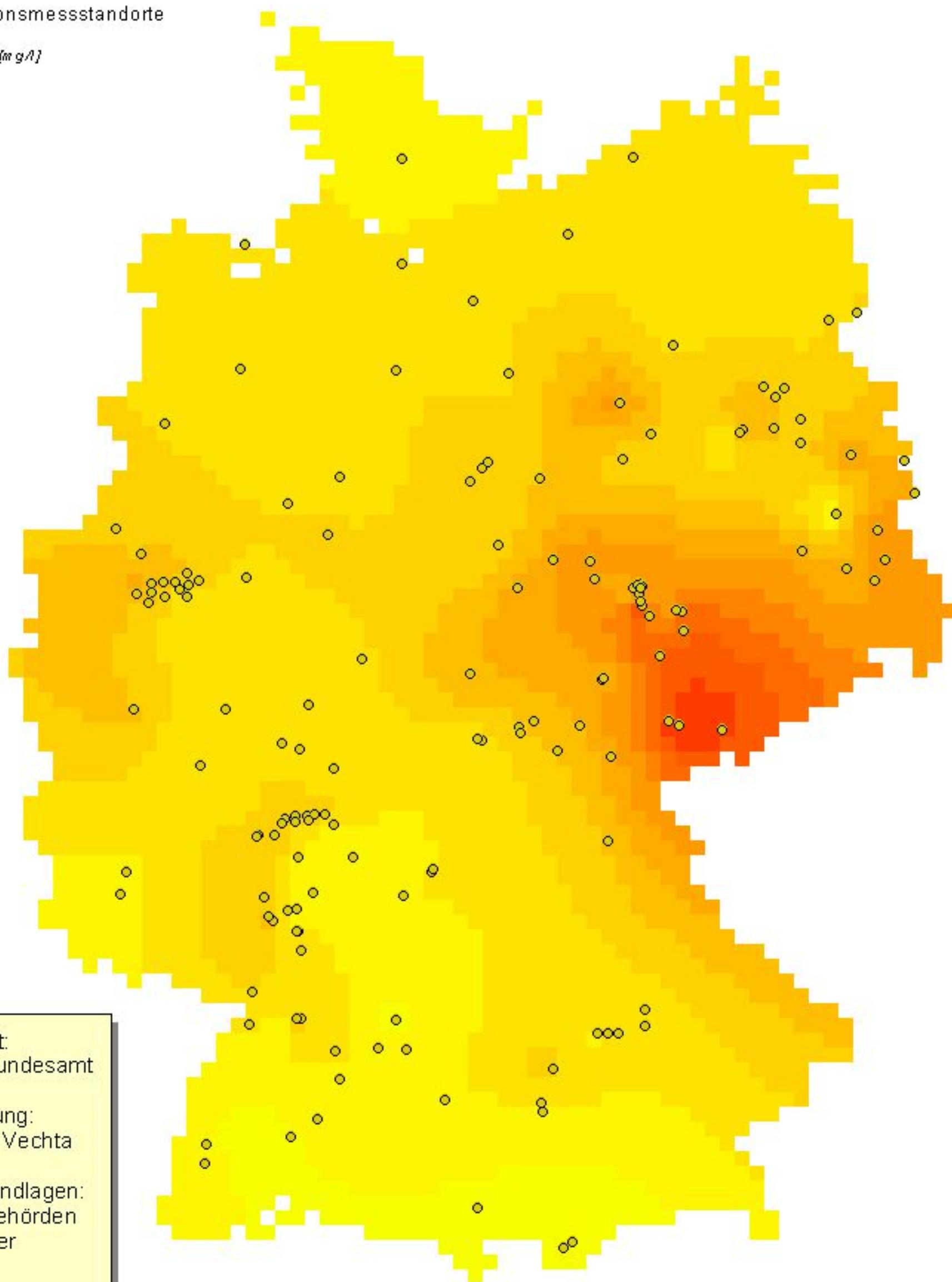
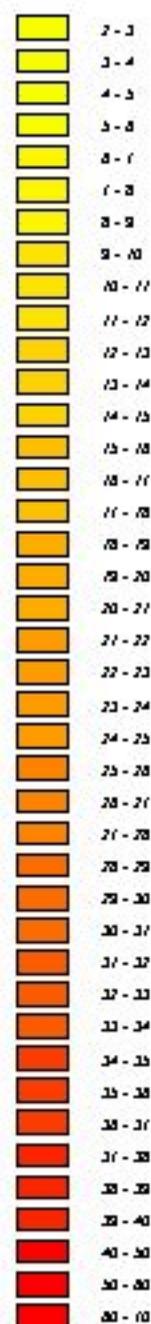


Projektleitung: Prof. Dr. Wilfried Schröder

Bearbeitung: T. Eckstein, R. Pesch, G. Schmidt

● Immissionsmessstandorte

SO<sub>2</sub>-Gehalt [mg/l]



Copyright:  
Umweltbundesamt

Bearbeitung:  
IUW, HS Vechta

Datengrundlagen:  
Umweltbehörden  
der Länder

# Anhang B.5.12: Kriging-Ergebnisse Moosmonitoring 1990/91

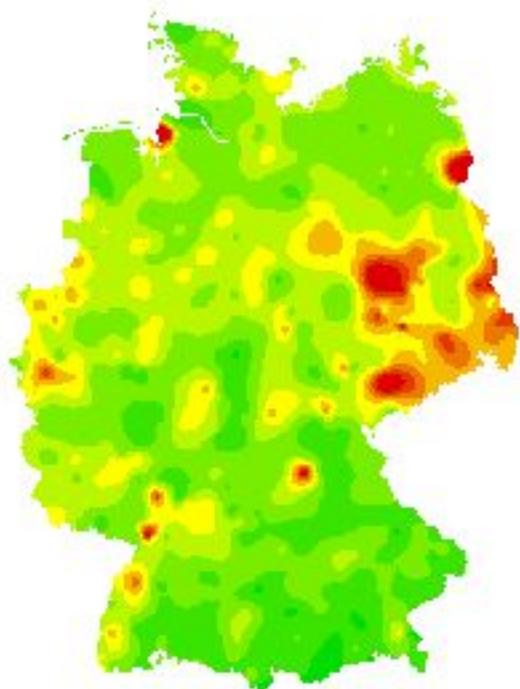
Hochschule Vechta  
Institut für Umweltschutz  
Abt. Landschaftsökologie



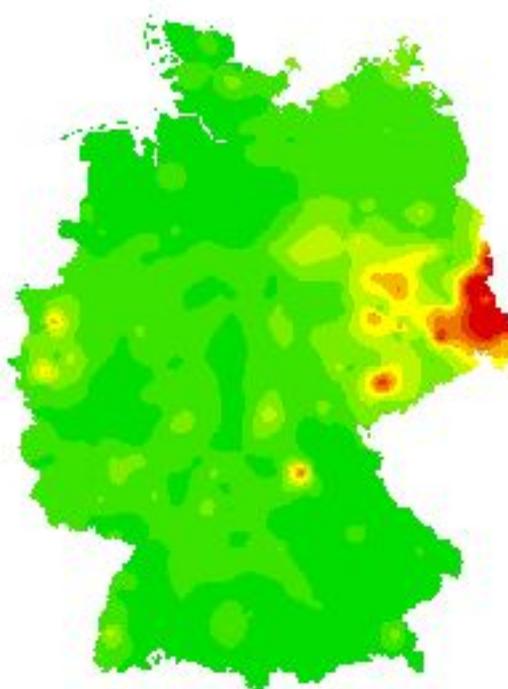
Projektleitung: Prof. Dr. Wilfried Schröder

Bearbeitung: T. Eckstein, R. Pesch, G. Schmitt

Vanadium



Eisen

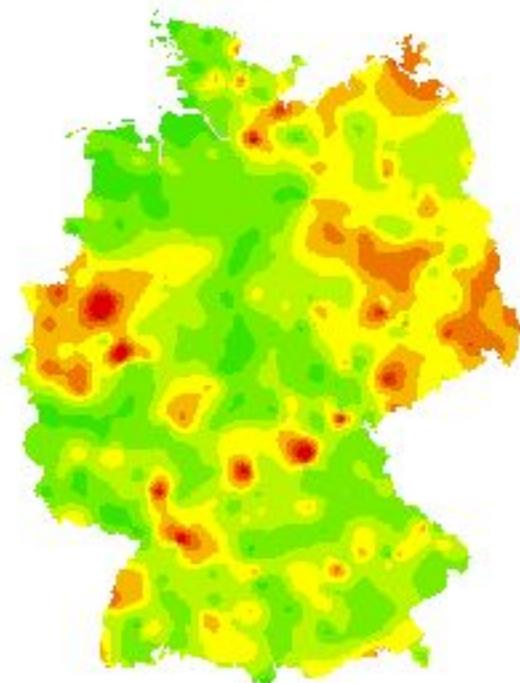


Copyright:  
Umweltbundesamt

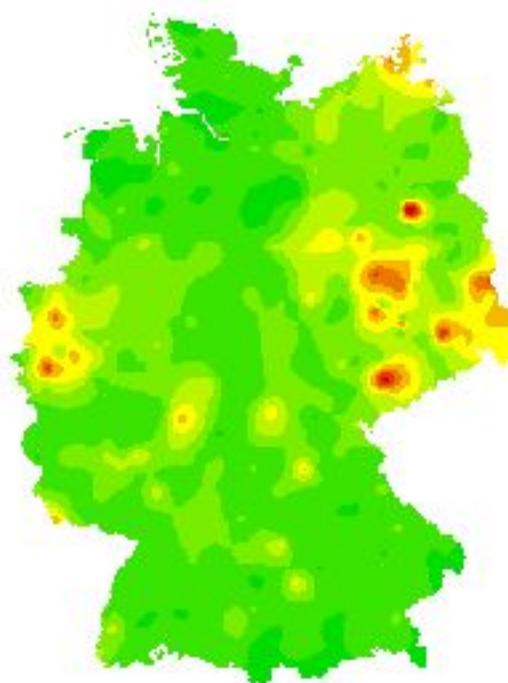
Bearbeitung:  
IUW, HS Vechta

Datengrundlagen:  
Umweltbundesamt

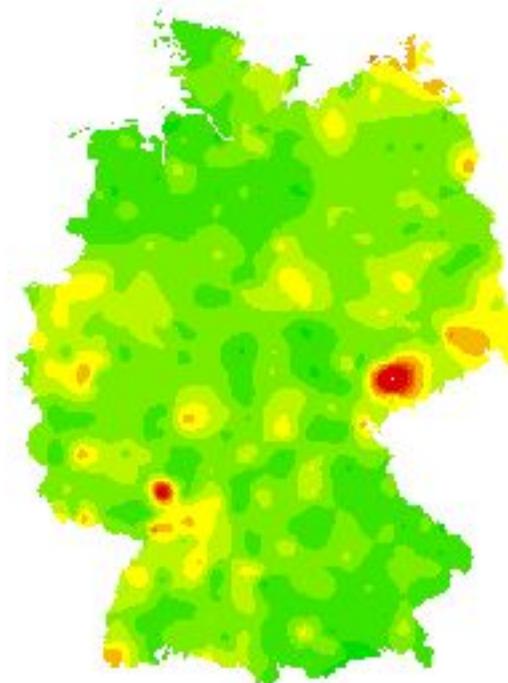
Kupfer



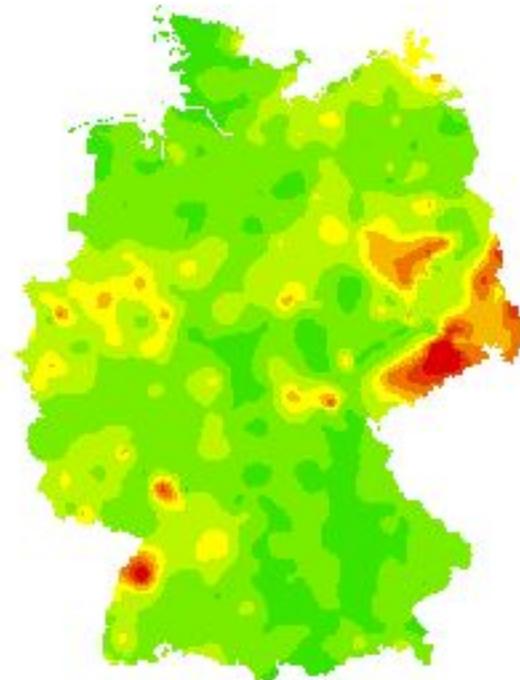
Chrom



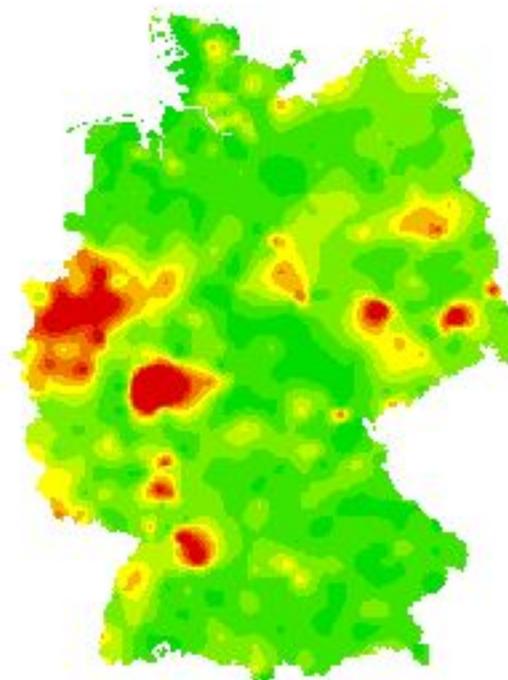
Nickel



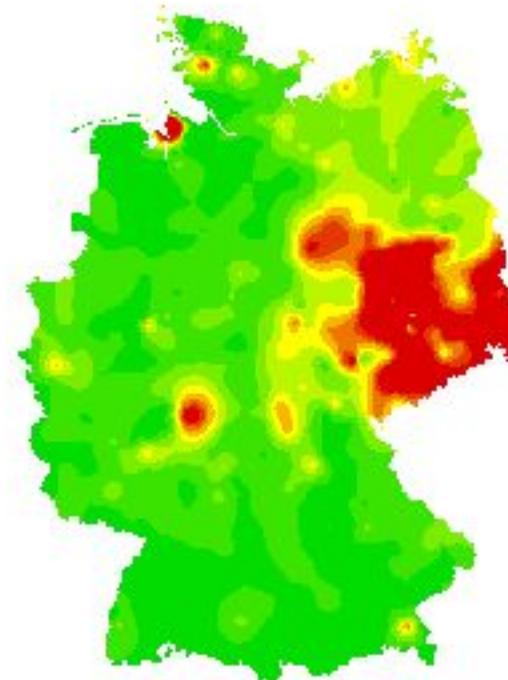
Blei



Zink



Titan



# ANHANG B.6

## Anwendungsszenarien

- B.6.1 Potenziell gefährdete Flächen: Szenario Eintrag von Schwermetallen ins Grundwasser
- B.6.2 Akut gefährdete Flächen (inkl. 2 km Buffer): Szenario Eintrag von Schwermetallen ins Grundwasser
- B.6.3 BDF-Standorte auf akut gefährdeten Flächen durch Eintrag von Schwermetallen ins Grundwasser
- B.6.4 Immissionsmessstandorte auf akut gefährdeten Flächen durch Eintrag von Schwermetallen ins Grundwasser
- B.6.5 Moosmonitoringstandorte auf akut gefährdeten Flächen durch Eintrag von Schwermetallen ins Grundwasser
- B.6.6 Grundwassermessstellen auf akut gefährdeten Flächen durch Eintrag von Schwermetallen ins Grundwasser
- B.6.7 Potenziell gefährdete Flächen: Szenario Eintrag von PSM in Oberflächengewässer
- B.6.8 Potenziell belastete Wassereinzugsgebiete in Deutschland
- B.6.9 Fließgewässerbeschaffenheitsmessstellen auf potenziell gefährdeten Flächen durch PSM-Eintrag in Oberflächengewässer

# Anhang B.6.1: Potenziell gefährdete Flächen: Szenario Eintrag von Schwermetallen ins Grundwasser

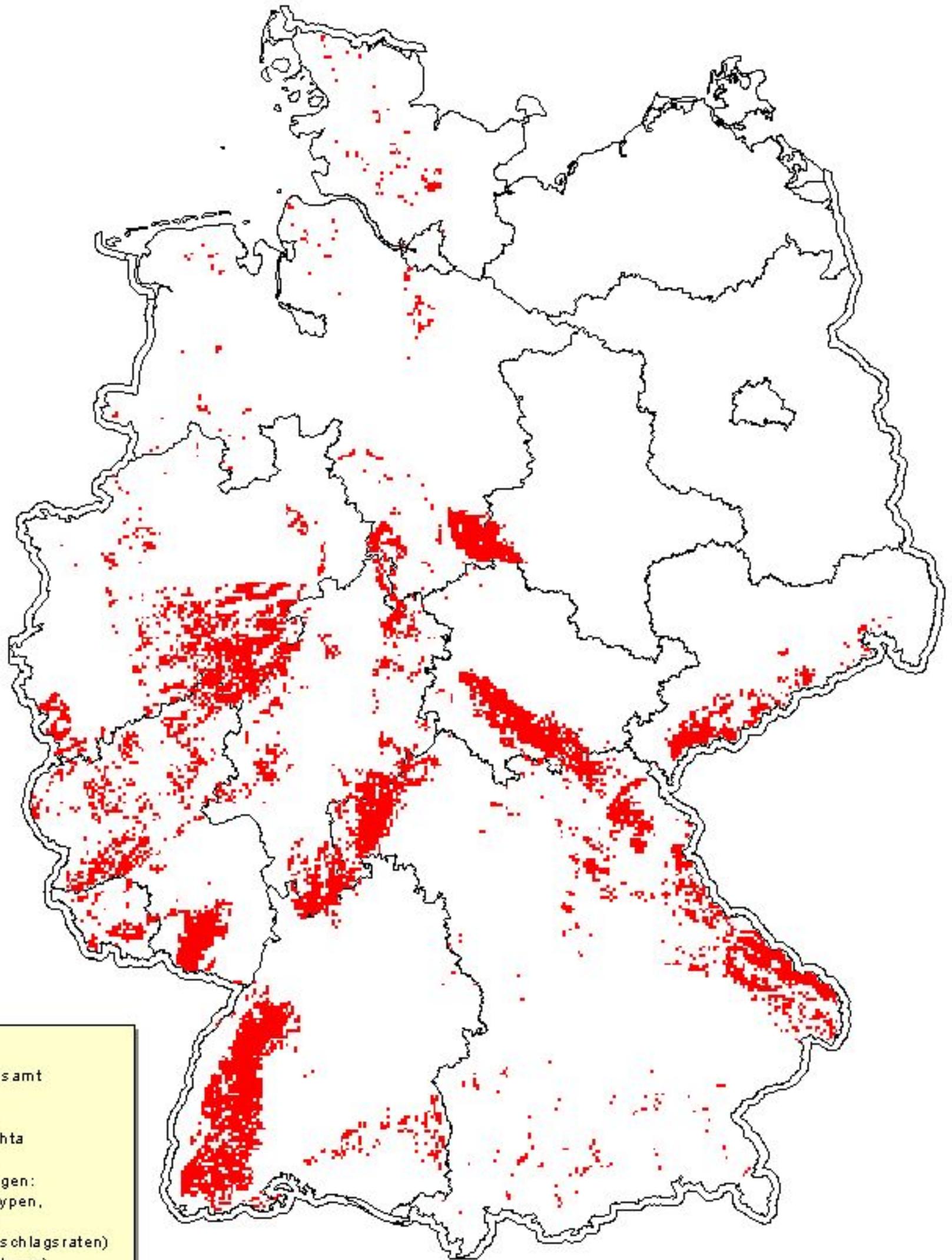
Hochschule Vechta  
Institut f. Umweltwissenschaften  
Abt. Landschaftsökologie

IUW

Projektleitung: Prof. Dr. W. Schröder

Bearbeitung: T. Eckstein, R. Pesch, G. Schmidt

-  **Ergebniss der Verschneidung**
- Bodentypen 1,6,7,12,16,17,25,29,30,31,33,34,57,59,60,61,63**
- Bodenarten 5, 6, 19**
- Jahresniederschlag > 800 mm**
- Landnutzungsformen Laub-, Nadel-, Mischwald, Wald/Sträucher**



Copyright:  
Umweltbundesamt

Bearbeitung:  
IUW, HS Vechta

Datengrundlagen:  
BGR (Bodentypen,  
Bodenarten)  
DWD (Niederschlagsraten)  
UBA (Landnutzung)

# Anhang B.6.2: Akut gefährdete Flächen (inkl. 2 km Buffer): Szenario Eintrag von Schwermetallen ins Grundwasser

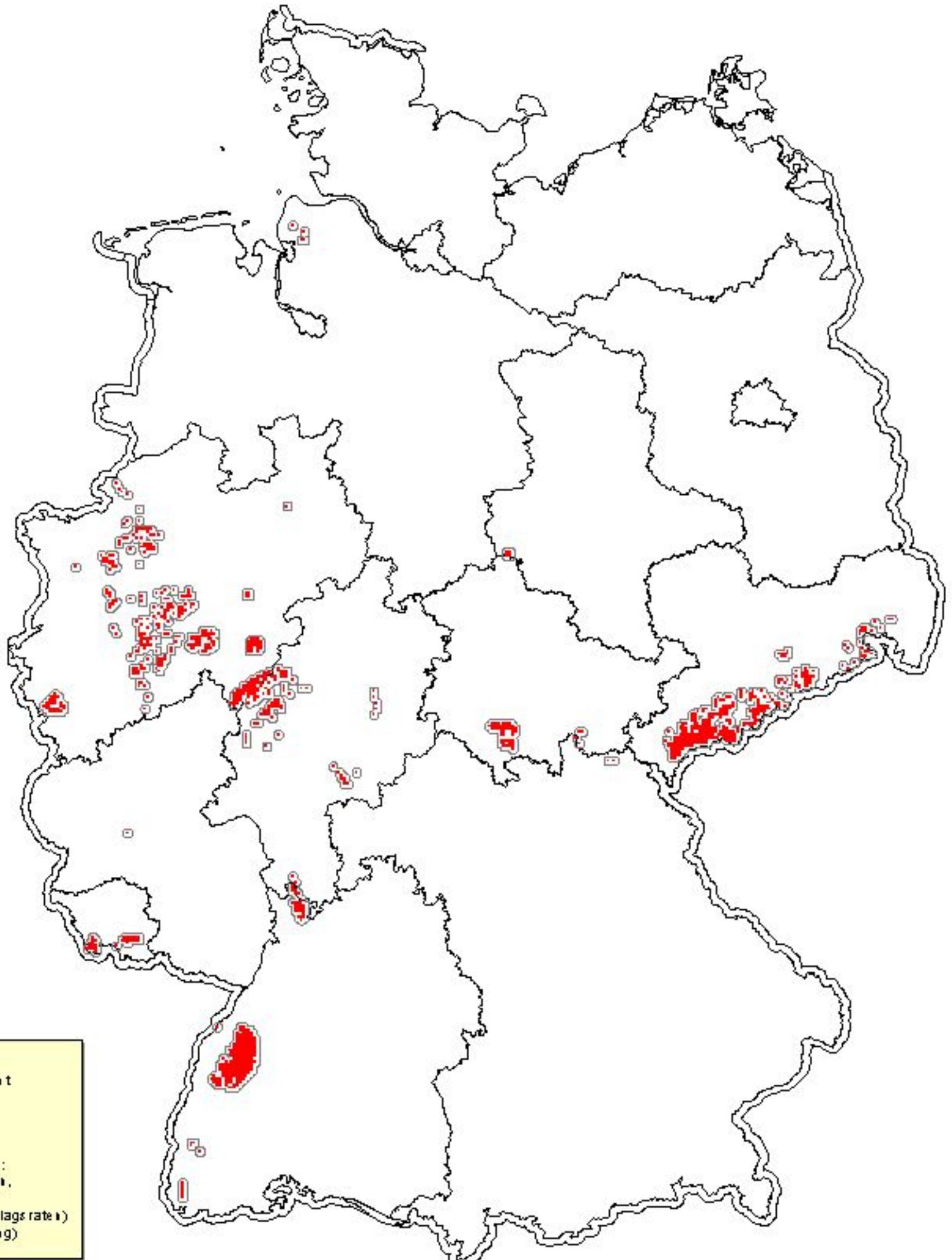
Hochschule Vechta  
Institut für Umweltnaturwissenschaften  
Abt. Landschaftsökologie

IUW

Projektleitung: Prof. Dr. W. Schröder

Bearbeitung: T. Eckstein, R. Peschl, G. Schmidt

-  **Ergebnis der Verschneidung:**  
**Bodentypen (1,6,7,12,16,17,25,29,30,31,33,34,57,59,60,61,63)**  
**Bodenarten 5, 6, 19**  
**Jahresniederschlag > 800 mm**  
**Landnutzungsformen Laub-, Nadel-, Mischwald, Wald/Sträucher**  
**Schwermetallbelastungsklassen 3,4 und 5 (Moosmonitoring 1990/91)**



Copyright:  
Umweltbundesamt

Bearbeitung:  
IUW, HS Vechta

Datengrundlagen:  
BGR (Bodentypen,  
Bodenarten)  
DWD (Niederschlagsrate)  
UBA (Landnutzung)

# Anhang B.6.3: BDF-Standorte auf akut gefährdeten Flächen durch Eintrag von Schwermetallen ins Grundwasser

Hochschule Vechta  
Institut für Umweltswissenschaften  
Abt. Landschaftsökologie

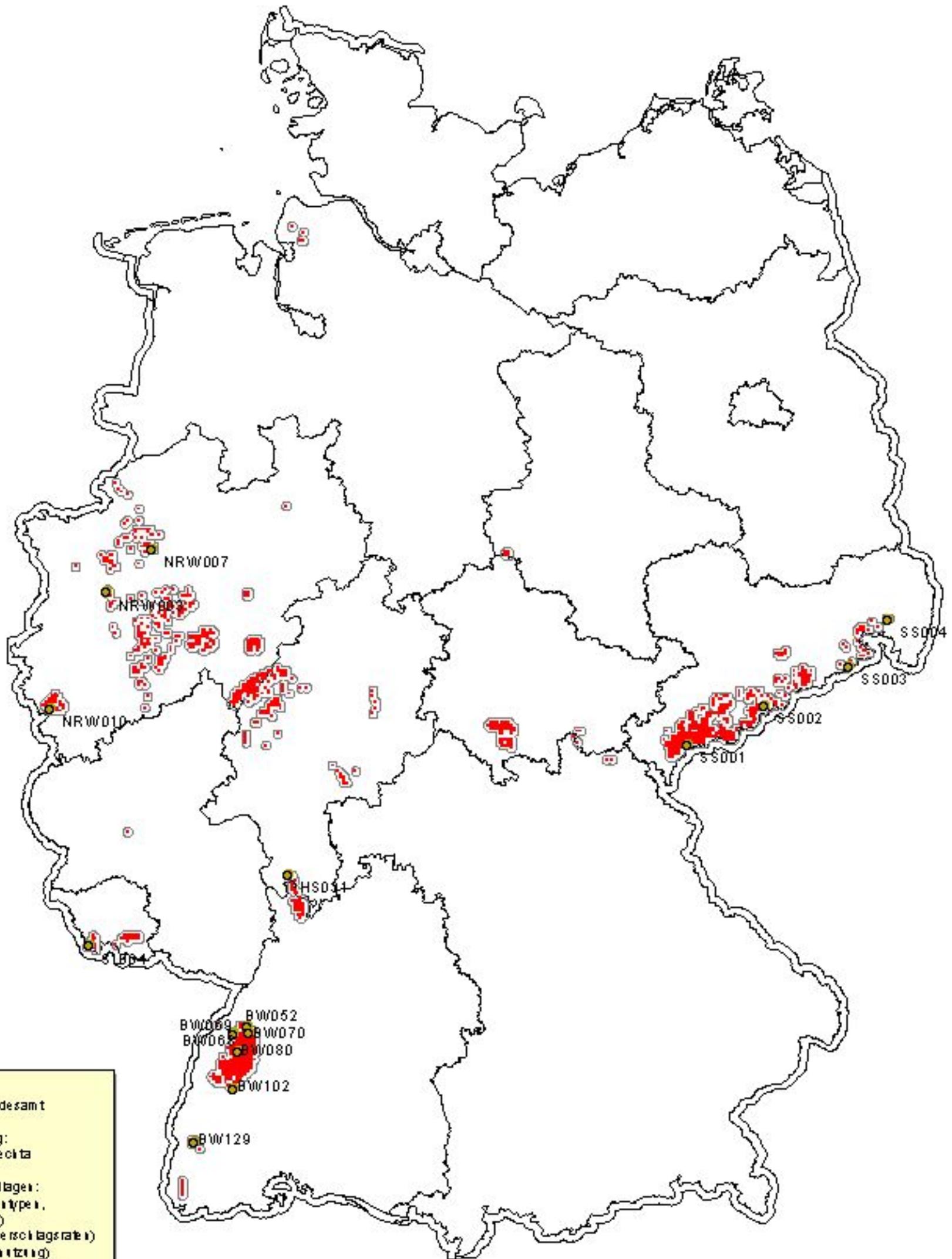
IUW



Projektleitung: Prof. Dr. W. Schröder

Bearbeitung: T. Eckstein, R. Pesch, G. Schmidt

-  akut gefährdete Gebiete durch Eintrag von Schwermetallen ins Grundwasser (inkl. 2 km Buffer)
-  Bodendauerbeobachtungsflächen



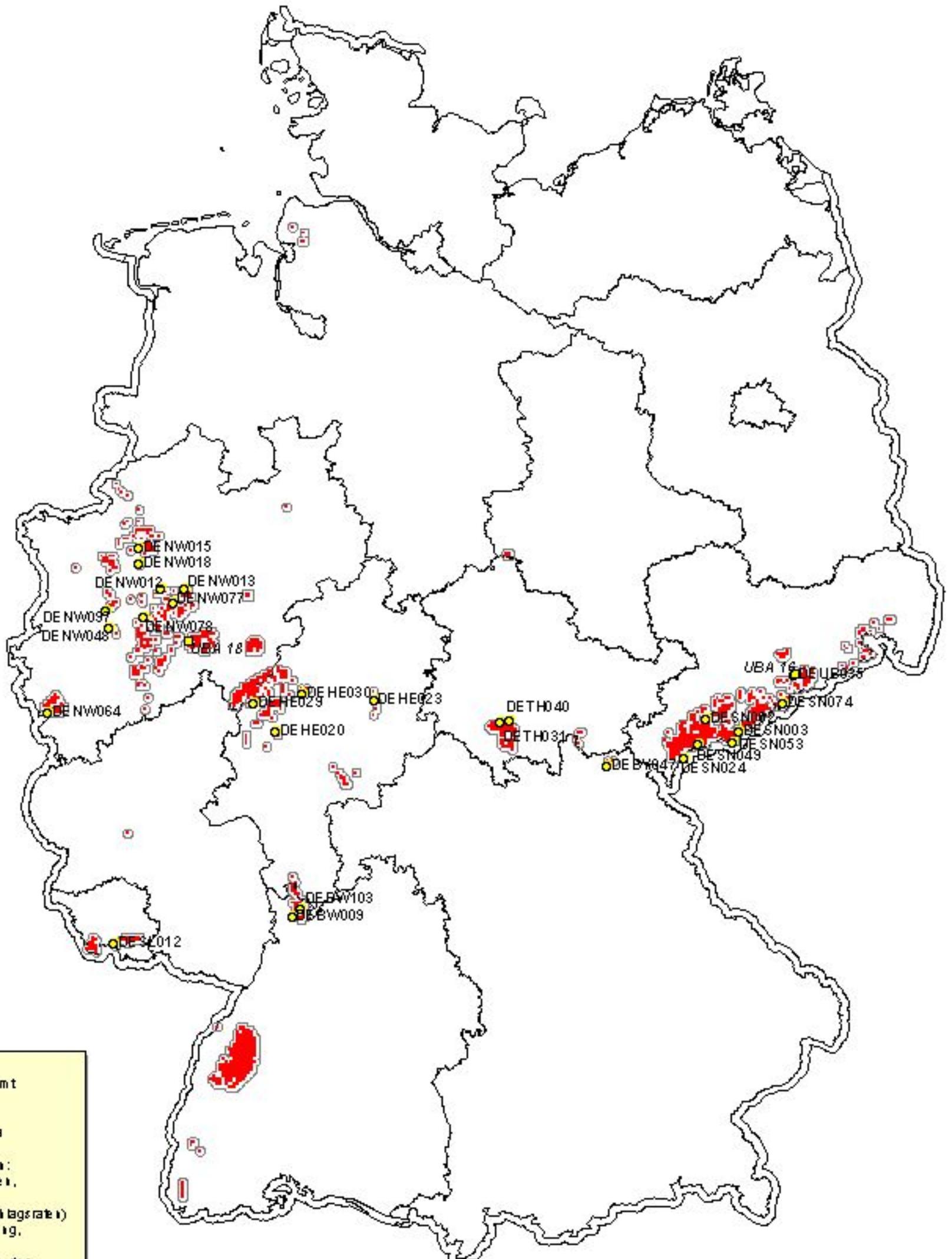
Copyright  
Umweltbundesamt

Bearbeitung:  
IUW, HS Vechta

Datengrundlagen:  
BGR (Bodentypen,  
Bodenkarte)  
DWD (Niederschlagsrate)  
UBA (Landnutzung)  
Umweltbundesamt der  
Länder (BDF)

# Anhang B.6.4: Immissionsmessstandorte auf akut gefährdeten Flächen durch Eintrag von Schwermetallen ins Grundwasser

- akut gefährdete Gebiete durch Eintrag von Schwermetallen ins Grundwasser (inkl. 2 km Buffer)
- Immissionsmessstandorte des UBA
- Immissionsmessstandorte der Länder



Copyright:  
 Umweltbundesamt

Bearbeitung:  
 IUW, HS Vechta

Datengrundlagen:  
 BGR (Bodenkartei,  
 Bodenkartei)  
 DWD (Niederschlagsrate)  
 UBA (Landsitzung,  
 Limmessnetz)  
 Umweltschäden der  
 Länder (mmlsba)

# Anhang B.6.5: Moosmonitoringstandorte auf akut gefährdeten Flächen durch Eintrag von Schwermetallen ins Grundwasser

Hochschule Vechta  
Institut für Umweltswissenschaften  
Abt. Landschaftsökologie

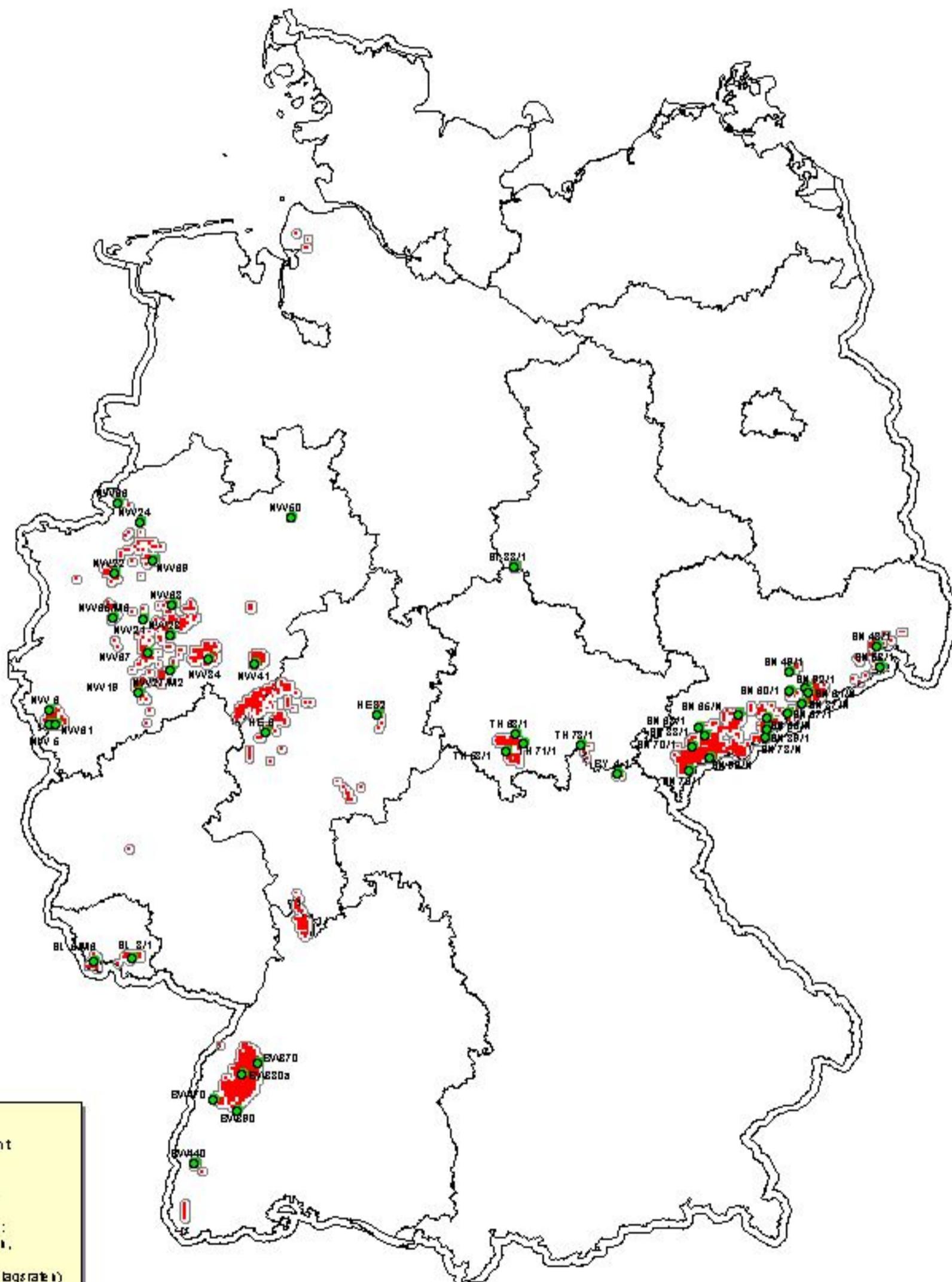


Projektleitung: Prof. Dr. W. Schröder

Bearbeitung: T. Eckstein, R. Pesch, G. Schmidt

akut gefährdete Gebiete durch Eintrag von Schwermetallen ins Grundwasser (inkl. 2 km Buffer)

Moosmonitoringstandorte 1995/96



Copyright:  
Umweltbundesamt

Bearbeitung:  
IUW, HS Vechta

Datengrundlagen:  
BGR (Bodentypen,  
Bodenkarte)  
DWD (Niederschlagsrate)  
UBA (Landsitzung,  
Moosmessnetz)

# Anhang B.6.6: Grundwassermessstellen auf akut gefährdeten Flächen durch Eintrag von Schwermetallen ins Grundwasser

Hochschule Veckta  
Institut für Umwelwissenschaften  
Abt. Landschaftsökologie

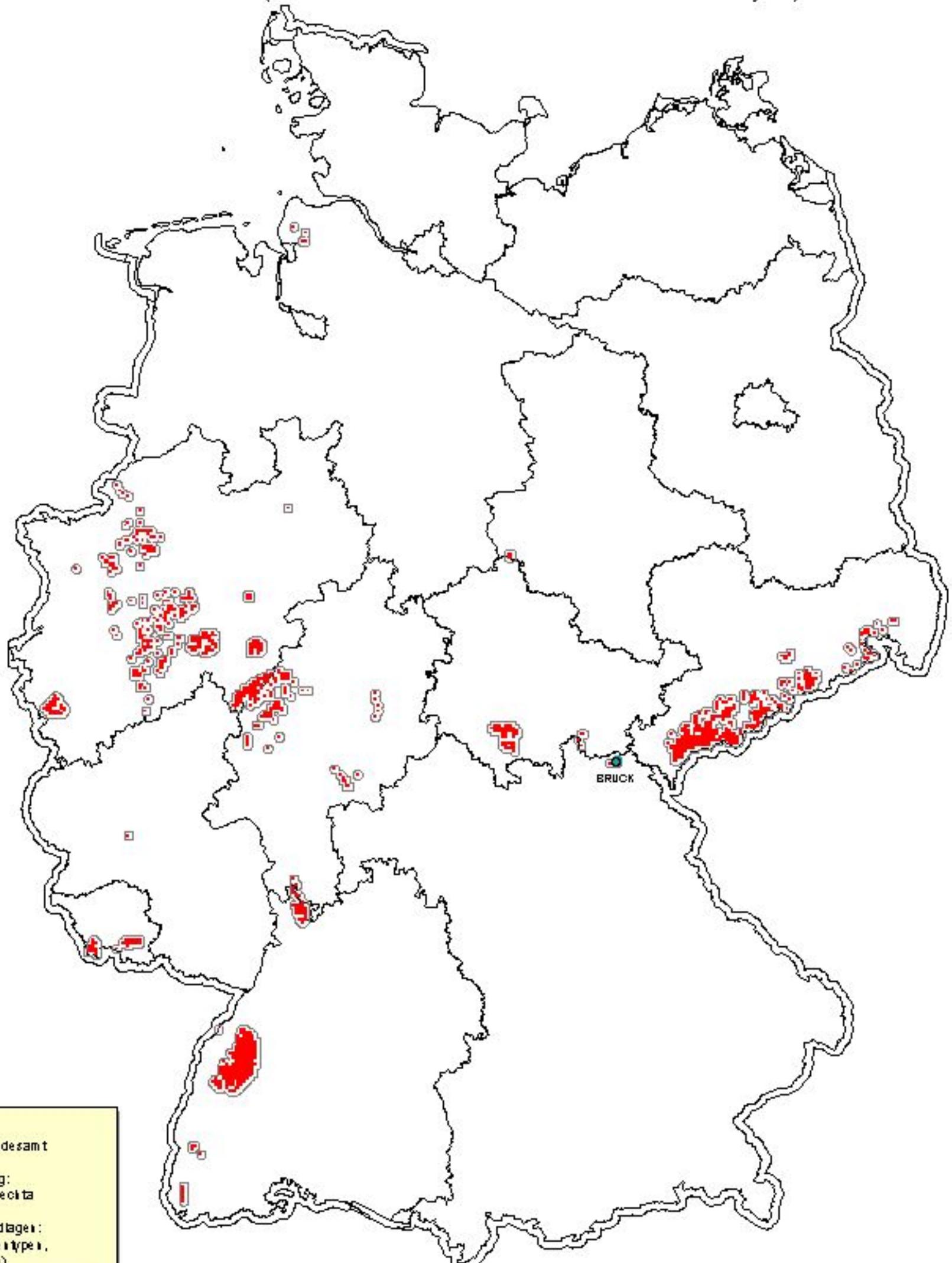
IUW



Projektleitung: Prof. Dr. W. Schröder

Bearbeitung: T. Eckstein, R. Pesch, G. Schmidt

-  akut gefährdete Gebiete durch Eintrag von Schwermetallen ins Grundwasser (inkl. 2 km Buffer)
-  Grundwassermessstellen (Grundwasserbeschaffenheitsmessnetz - LfW Bayern)



Copyright:  
Umweltbundesamt

Bearbeitung:  
IUW, HS Veckta

Datengrundlagen:  
BGR (Bodenkarte),  
Bodenkarte  
DWD (Niederschlagsrate)  
UBA (Landsitzung)  
LfW Bayern  
(Grundwassermess)

# Anhang B.6.7: Potenziell gefährdete Flächen: Szenario Eintrag von PSM in Oberflächengewässer

Hochschule Vechta  
Institut für Umweltnwissenschaften  
Abt. Landschaftsökologie



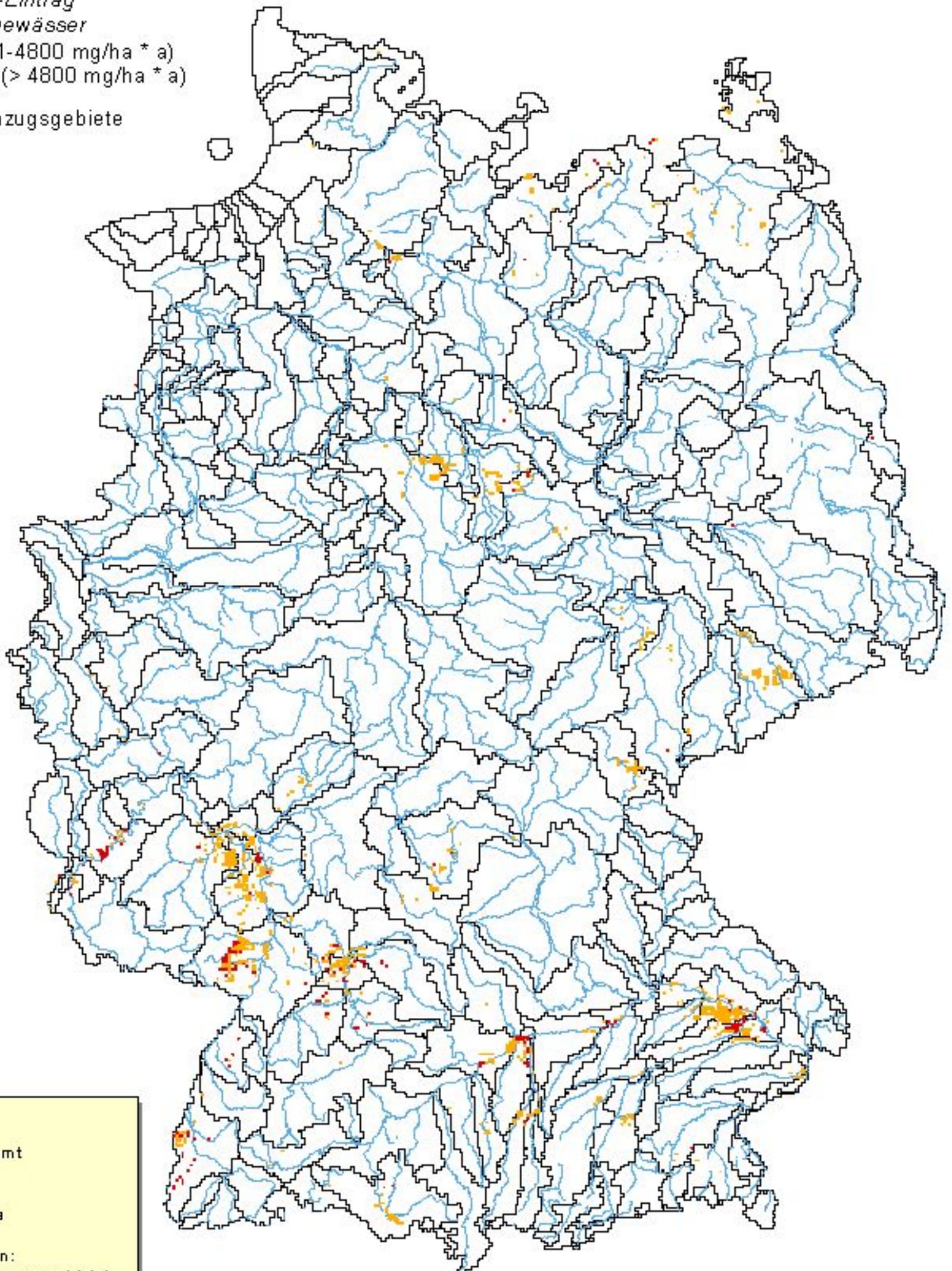
Projektleitung: Prof. Dr. W. Sclöder

Bearbeitung: T. Eckstein, R. Pesch, G. Schmidt

Flüsse

Gefährdungsstufen:  
Jährlicher PSM-Eintrag  
in Oberflächengewässer

- hoch (2401-4800 mg/ha \* a)
- sehr hoch (> 4800 mg/ha \* a)
- Wassereinzugsgebiete



Copyright:  
Umweltbundesamt

Bearbeitung:  
IUW, HS Vechta

Datengrundlagen:  
HAD (Wassereinzugsgebiete)  
UBA (PSM-Einträge)

# Anhang B.6.8: Potenziell belastete Wassereinzugsgebiete in Deutschland

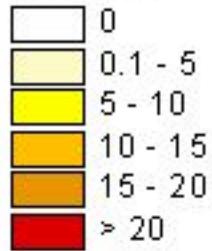
Hochschule Vechta  
Institut für Umweltsociologie  
Abt. Landschaftsökologie



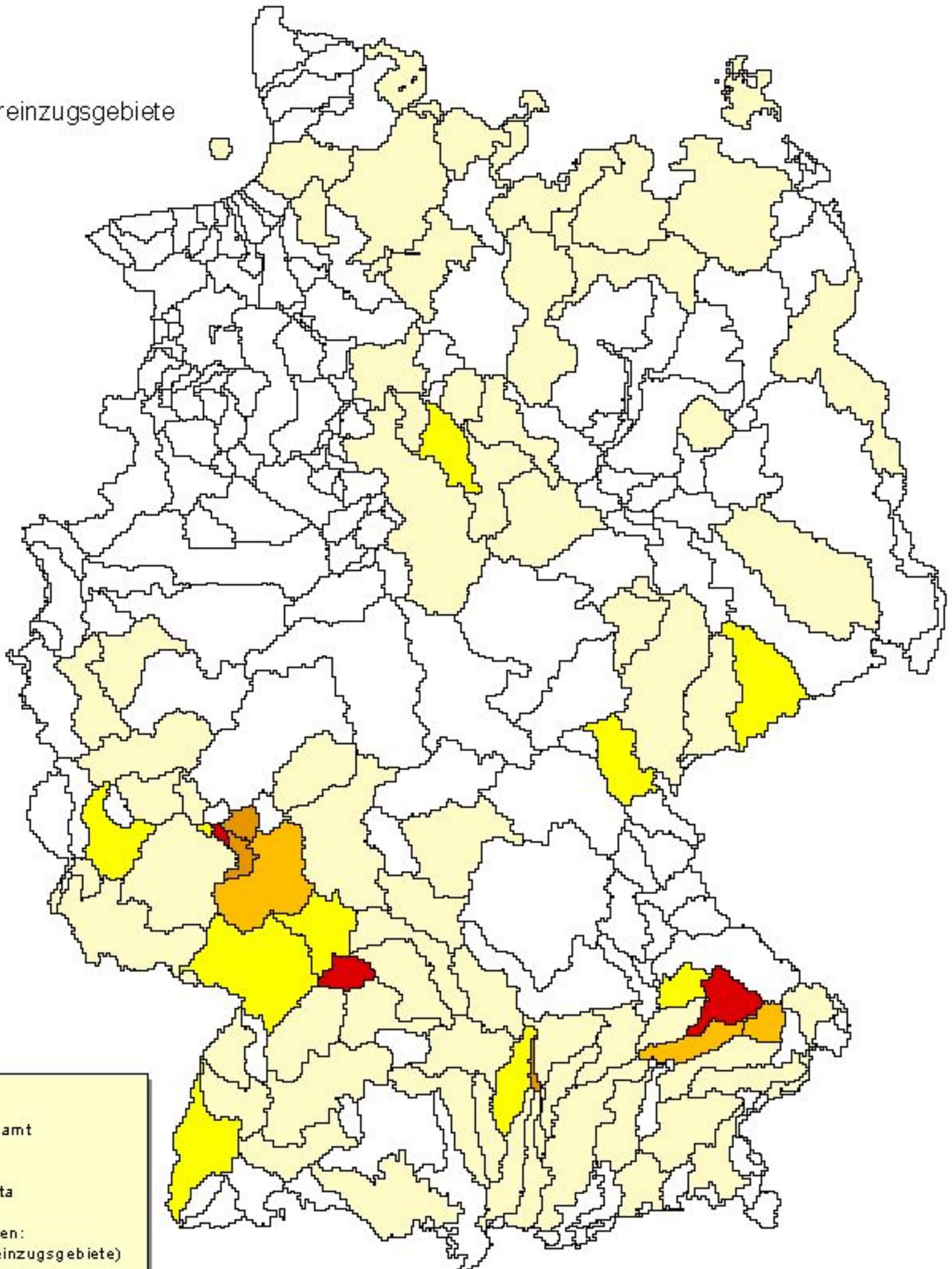
Projektleitung: Prof. Dr. W. Schröder

Bearbeitung: T. Eckstein, R. Pesch, G. Schmidt

Prozentualer Anteil der potenziell gefährdeten Flächen in den Wassereinzugsgebieten  
(Landnutzung 'Acker', jährlicher PSM-Eintrag in Oberflächengewässer > 2400 mg/ha)



Wassereinzugsgebiete



Copyright:  
Umweltbundesamt

Bearbeitung:  
IUW, HS Vechta

Datengrundlagen:  
HAD (Wassereinzugsgebiete)  
UBA (PSM-Einträge)

# Anhang B.6.9: Fließgewässerbeschaffenheitsmessstellen auf potenziell gefährdeten Flächen durch PSM-Eintrag in Oberflächengewässer

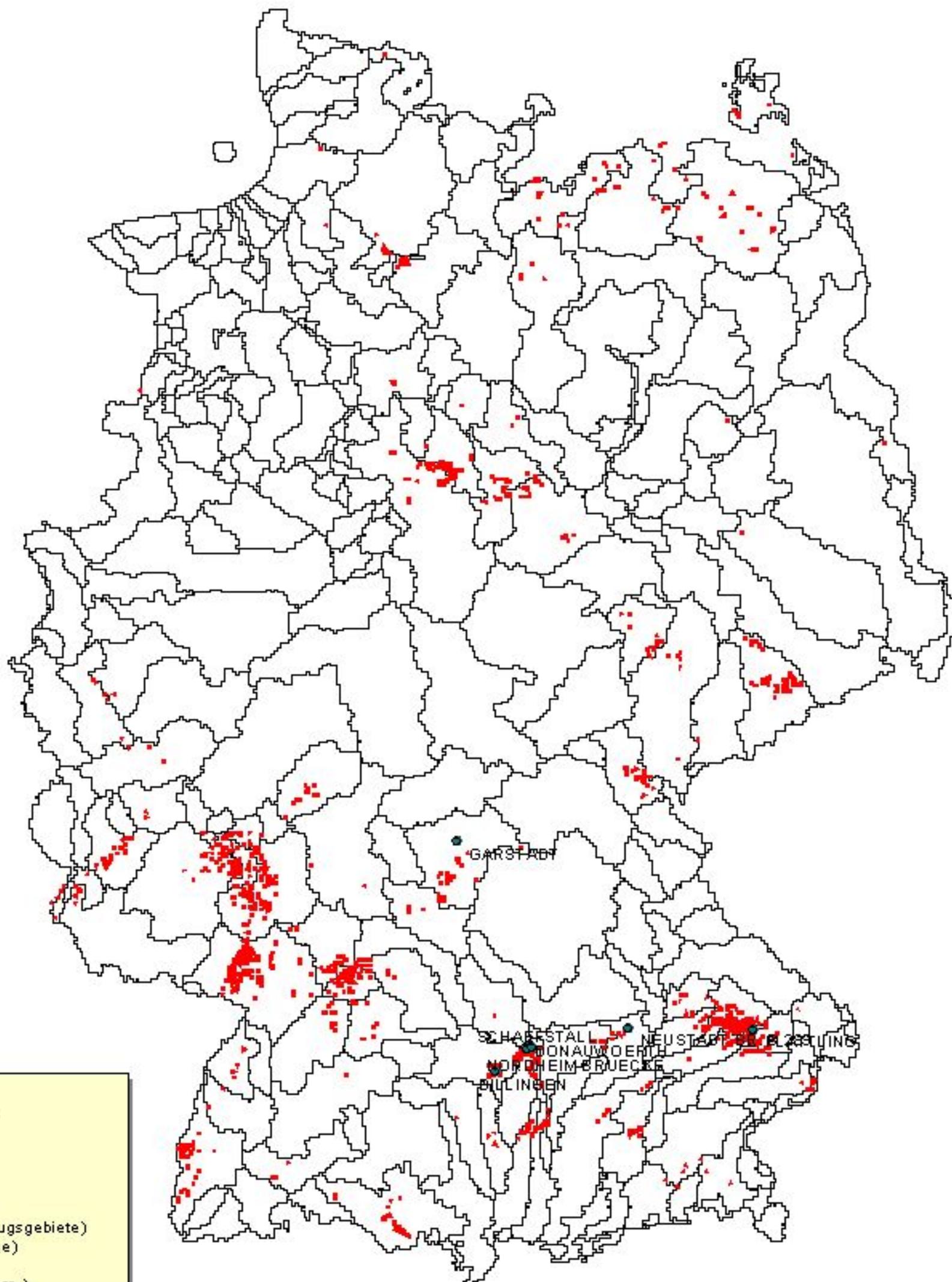
Hochschule Vechta  
Institut für Umweltnwissenschaften  
Abt. Landschaftsökologie



Projektleitung: Prof. Dr. W. Schröder

Bearbeitung: T. Eckstein, R. Pesch, G. Schmidt

-  Potenziell gefährdete Flächen: Szenario Eintrag von PSM in Oberflächengewässer
-  Messstellen Fließgewässerbeschaffenheit (LfW Bayern)
-  Wassereinzugsgebiete



Copyright:  
Umweltbundesamt

Bearbeitung:  
IUW, HS Vechta

Datengrundlagen:  
HAD (Wassereinzugsgebiete)  
UBA (PSM-Einträge)  
LfU Bayern  
(Grundwassermessn.)

## **ANHANG B.7**

**Ergebnis der Clusteranalyse der Mossmonitoring-  
Flächendaten 1990/91**

# Anhang B.7: Ergebnis der Clusteranalyse der Mossmonitoring-Flächendaten 1990/91

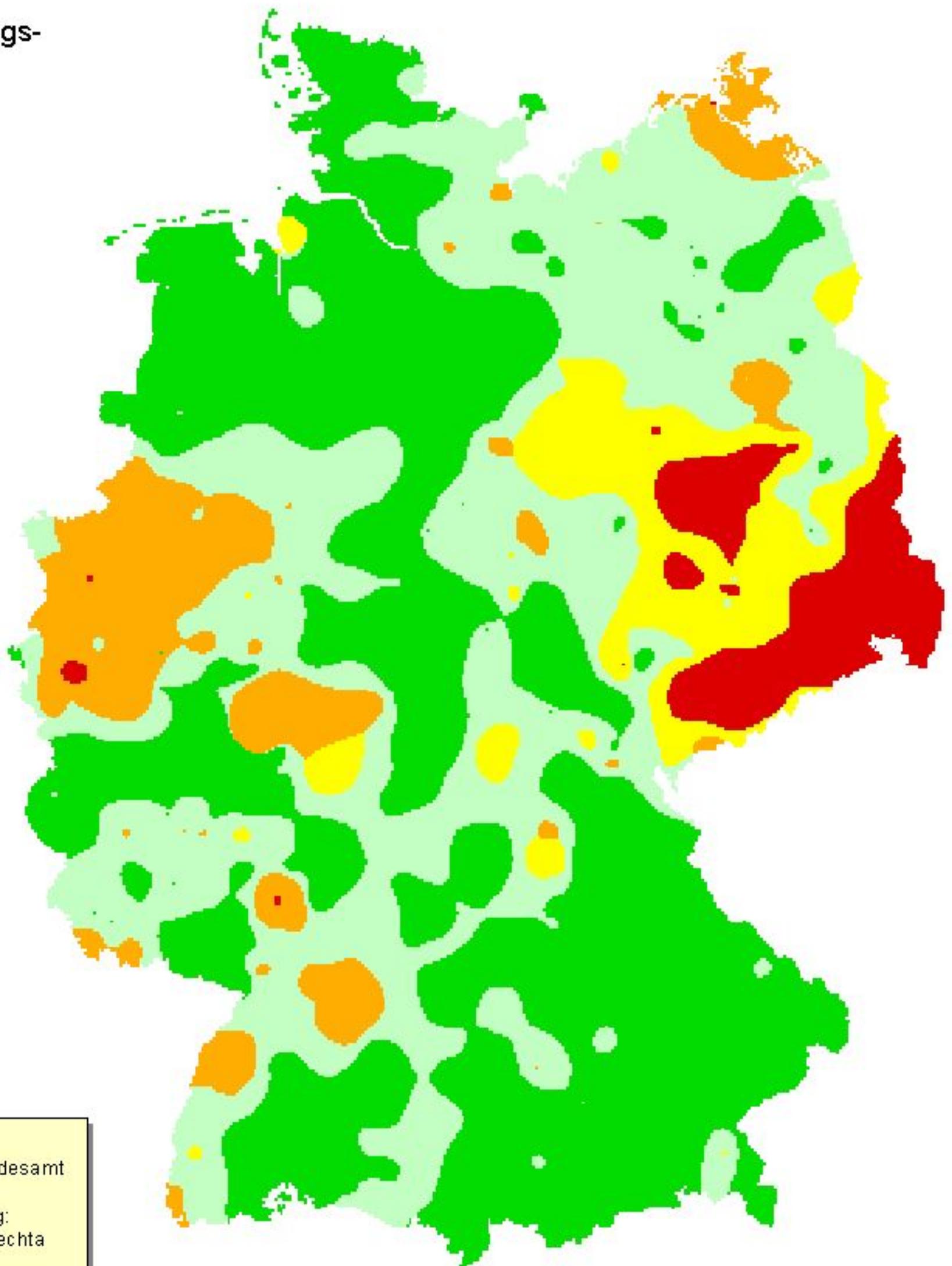
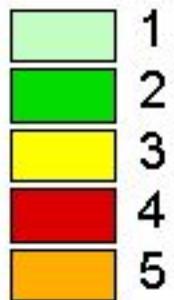
Hochschule Vechta  
Institut für Umweltnaturwissenschaften  
Abt. Landschaftsökologie



Projektleitung: Prof. Dr. W. Schröder

Bearbeitung: T. Eckstein, R. Pesch, G. Schmidt

## Belastungs- klassen



Copyright:  
Umweltbundesamt

Bearbeitung:  
IUW, HS Vechta

Datengrundlagen:  
UBA

## **ANHANG B.8**

**Landnutzung (CORINE Landcover)**

# Anhang B.8

## Landnutzung (Corine Landcover)

Hochschule Vechta  
 Institut für Umwelteinformatik  
 Abt. Landschaftsökologie



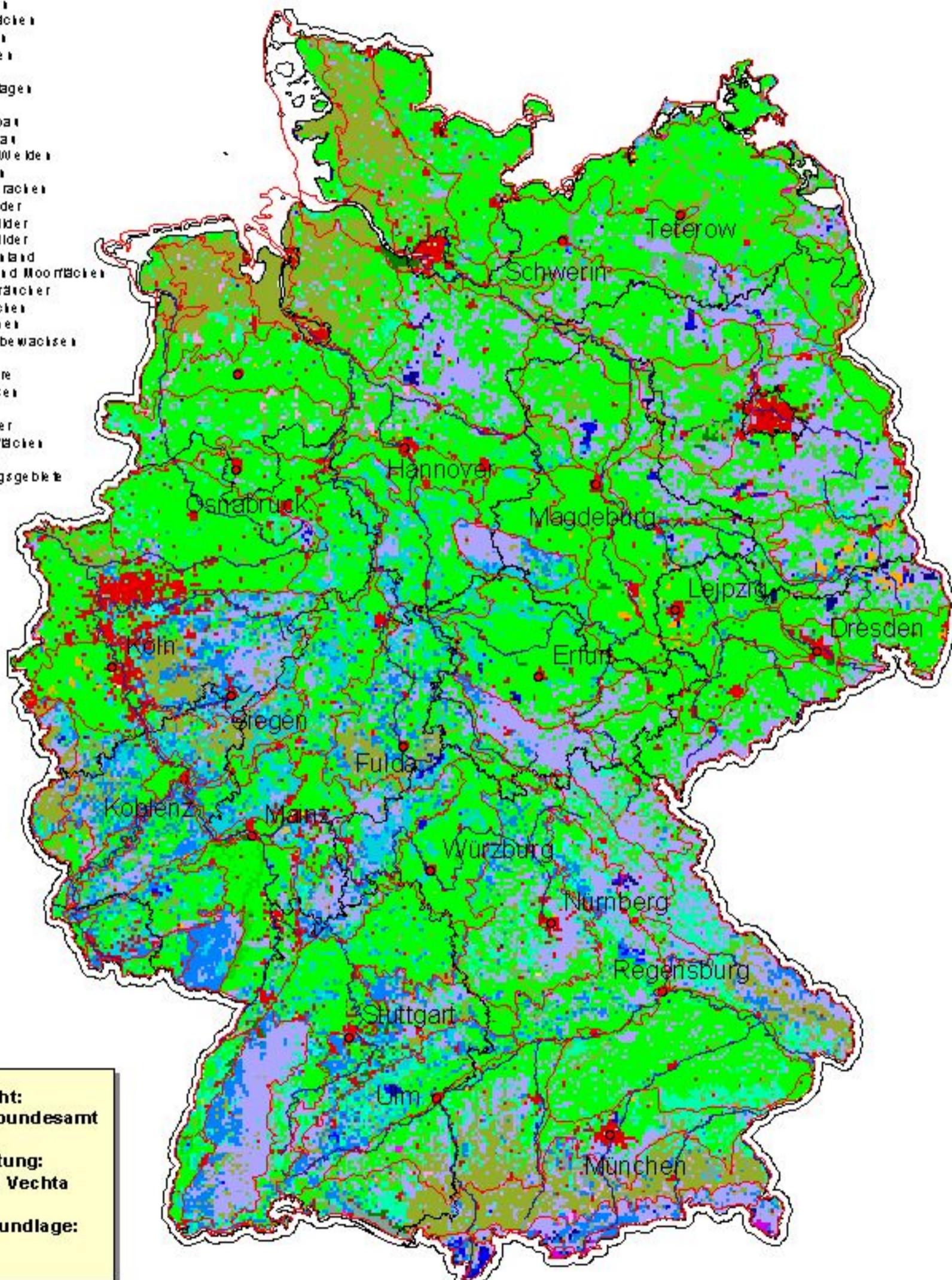
Projektleitung: Prof. Dr. W. Schölderer

Bearbeitung: T. Eckstein, R. Pesch, G. Schmidt

### Landnutzung

- dichte land bebaut
- W. bebaut
- Industrie/Böden
- Verkehrsnetz
- Häfen
- Flughäfen
- Abfallböden
- Deponien
- Baustellen
- Parks
- Sportanlagen
- Acker
- Weinbau
- Obstbau
- Weizen/Weiden
- Parzellen
- Acker+Grücker
- Laubwälder
- Nadelwälder
- Mischwälder
- nat. Grünland
- Heide- und Moorböden
- Wald/Sträucher
- Sandböden
- Feuchtböden
- spärlich bewachsen
- Sümpfe
- Torfmoore
- Salzwiesen
- Watt
- Gewässer
- Wasserböden
- Lagunen
- Meeresgebiete
- Meer

- Naturräume (n. Meynen et al. 1962)
- administrative Grenzen
- Flüsse



Copyright:  
 Umweltbundesamt

Bearbeitung:  
 IUW, HS Vechta

Datengrundlage:  
 UBA

## **ANHANG B.9**

### **Überschreitungsdaten Critical Loads**

B.9.1 Überschreitungsdaten Critical Loads Säure

B.9.2 Überschreitungsdaten Critical Loads Stickstoff

# Anhang B.9.1: Überschreitungsrate Critical Loads Säure

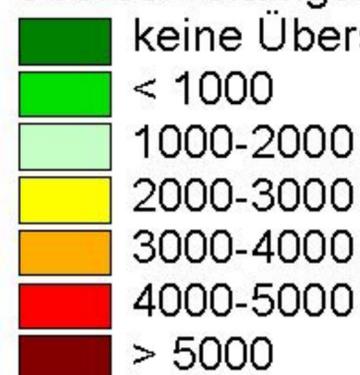
Hochschule Vechta  
Institut f. Umweltwissenschaften  
Abt. Landschaftsökologie



Projektleitung: Prof. Dr. W. Schröder

Bearbeitung: T. Eckstein, R. Pesch, G. Schmidt

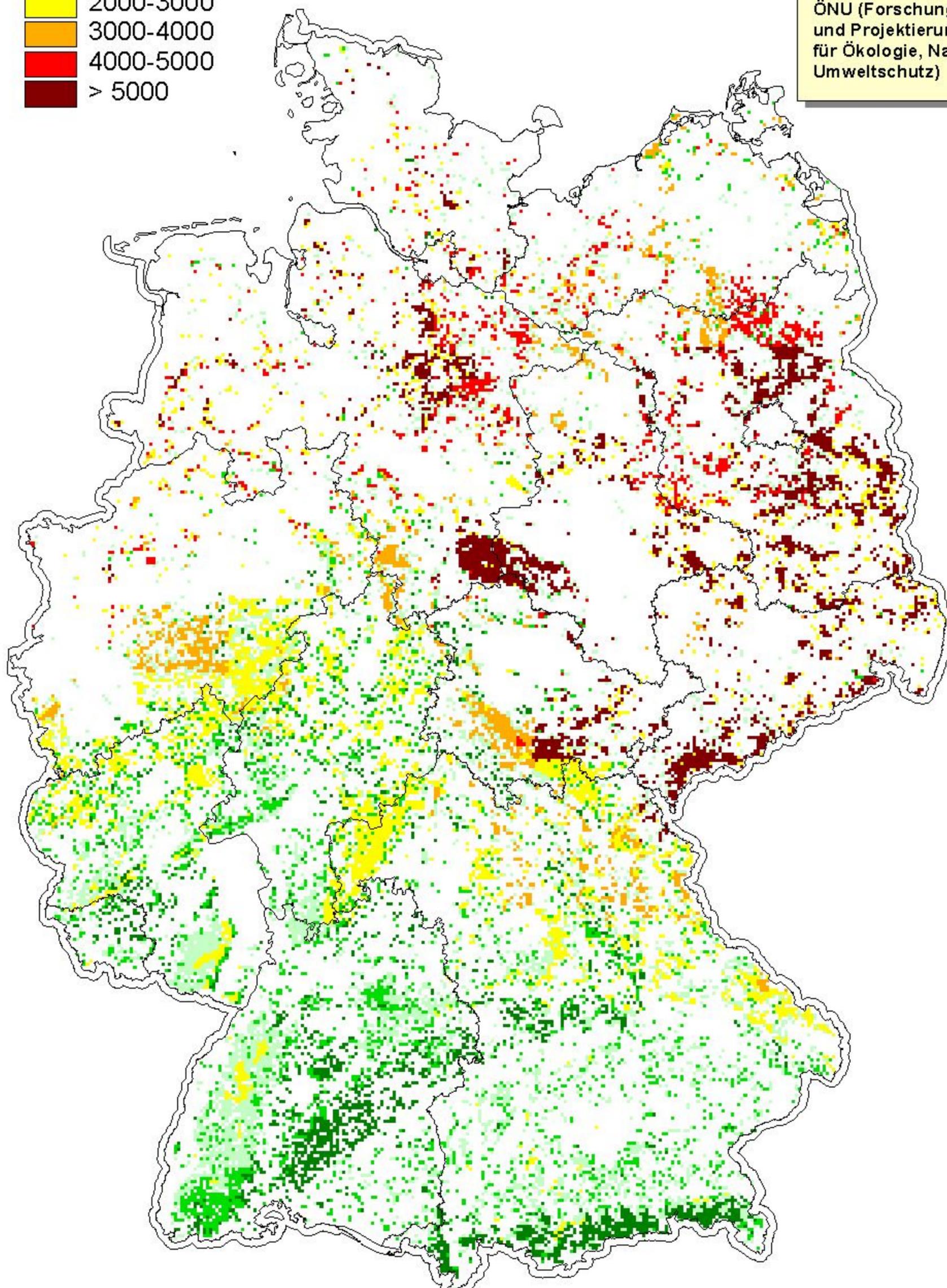
Administrative Grenzen  
Überschreitungsrate [Eq/ha\*a]



Copyright:  
Umweltbundesamt

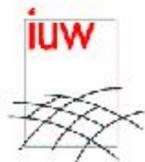
Bearbeitung:  
IUW, HS Vechta

Datengrundlage:  
ÖNU (Forschungs-, Beratungs-  
und Projektierungs-GmbH  
für Ökologie, Natur- und  
Umweltschutz)



# Anhang B.9.2: Überschreitungsraten Critical Loads Stickstoff

Hochschule Vechta  
Institut f. Umweltwissenschaften  
Abt. Landschaftsökologie



Projektleitung: Prof. Dr. W. Schröder

Bearbeitung: T. Eckstein, R. Pesch, G. Schmidt

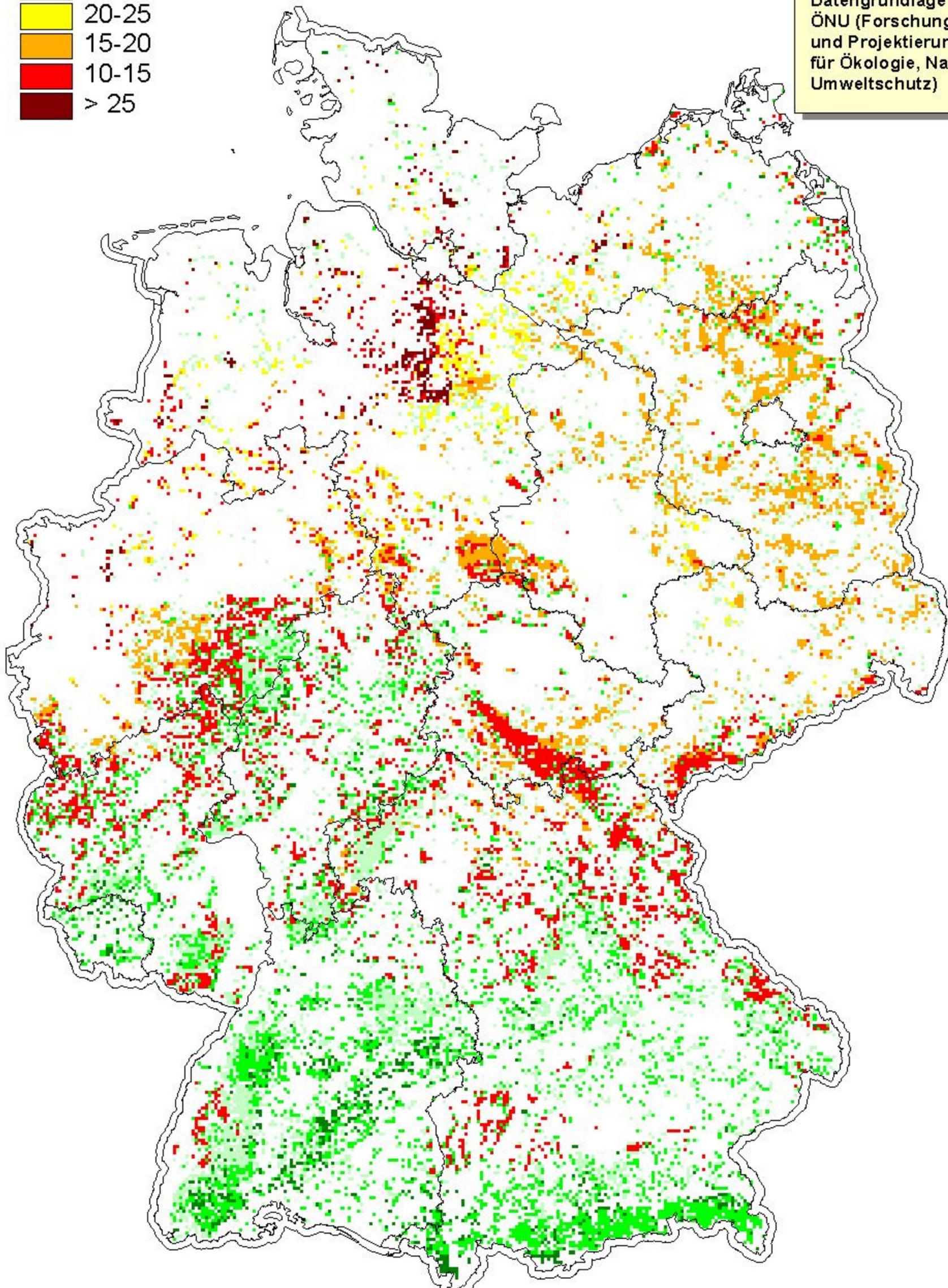
Administrative Grenzen  
Überschreitungsraten [Eq/ha\*a]



Copyright:  
Umweltbundesamt

Bearbeitung:  
IUW, HS Vechta

Datengrundlage:  
ÖNU (Forschungs-, Beratungs-  
und Projektierungs-GmbH  
für Ökologie, Natur- und  
Umweltschutz)



## **ANHANG B.10**

**Jährlicher Eintrag von PSM in Oberflächen-  
gewässer mit dem Oberflächenabfluss**

# Anhang B.1.10

## Kapillaranstieg (Basis: BÜK 1000)

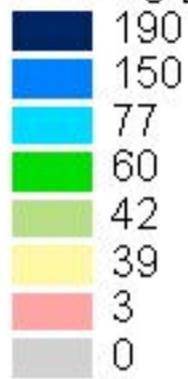
Hochschule Vechta  
 Institut für Umweltnwissenschaften  
 Abt. Landschaftsökologie



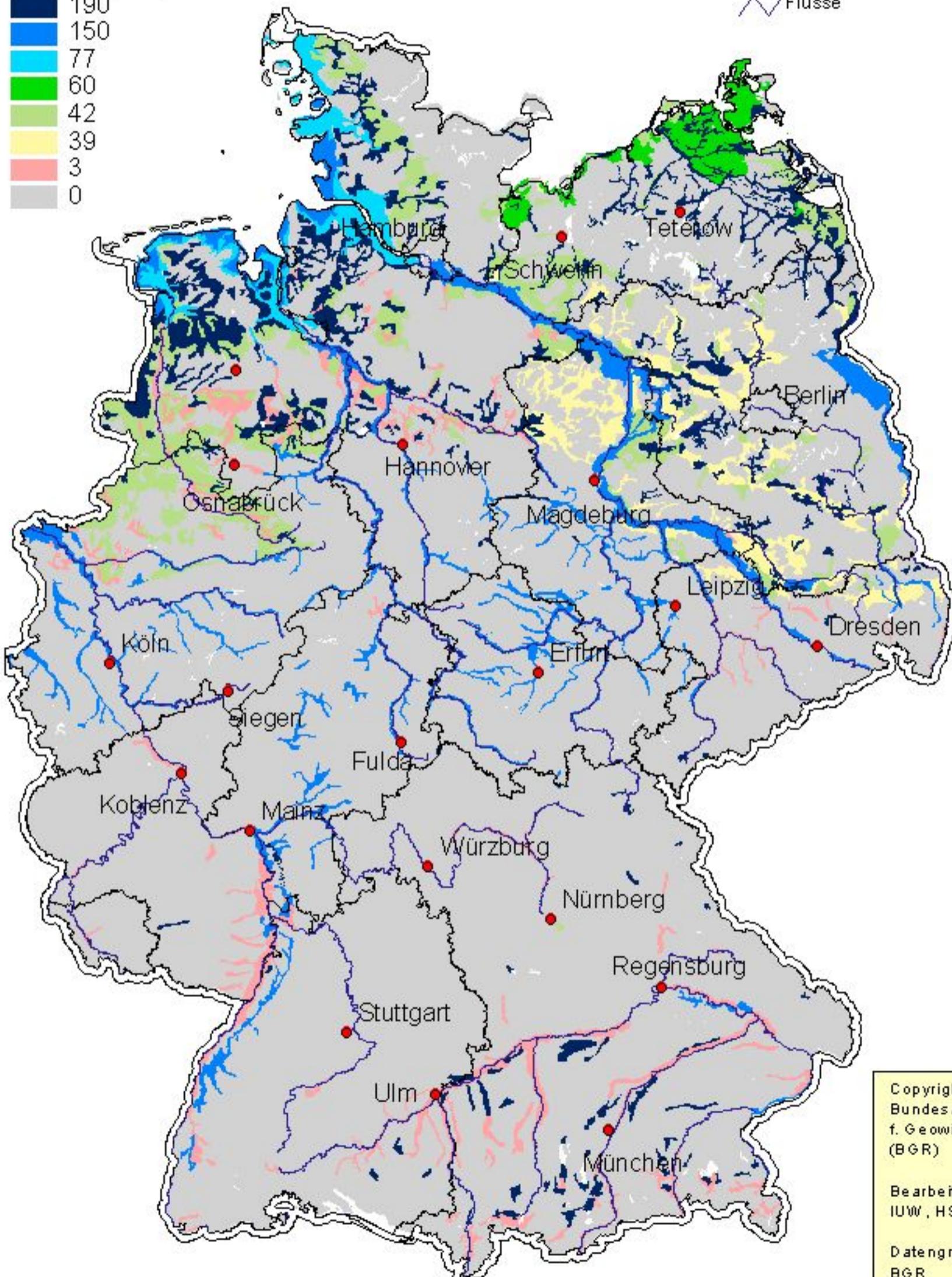
Projektleitung: Prof. Dr. W. Schröder

Bearbeitung: T. Eckstein, R. Pesch, G. Schmidt

Kapillarer  
 Aufstieg [mm]



- Naturräume (n. Meynen et al. 1962)
- administrative Grenzen
- Flüsse



Copyright:  
 Bundesanstalt  
 f. Geowissenschaften  
 (BGR)

Bearbeitung:  
 IUW, HS Vechta

Datengrundlage:  
 BGR

**Umweltforschungsplan  
des Bundesministers für Umwelt,  
Naturschutz und Reaktorsicherheit**

**Umweltprobenbank einschließlich Human- und Biomonitoring**

**Förderkennzeichen (UFOPLAN) 299 82 212 / 02**

**Konkretisierung des Umweltbeobachtungsprogrammes im Rahmen eines  
Stufenkonzeptes der Umweltbeobachtung des Bundes und der Länder  
Teilvorhaben 3**

**- ANHANGSTEIL -**

von

Prof. Dr. Winfried Schröder  
(Projektleiter)

Dipl.-Geol. Gunther Schmidt  
Dipl.-Geogr. Roland Pesch  
Dipl.-Math. Heidrun Matejka  
Dipl.-Geogr. Thorsten Eckstein  
(Bearbeiter/in)

Im Auftrag  
des Umweltbundesamtes

April 2001

## **Gliederung Anhangteil 1:**

	<b>Seite</b>
<b>A. Handbücher</b>	<b>4</b>
<b>A.1 Verfahrensgrundlagen</b>	<b>4</b>
A.1.1 Geographische Informationssysteme und Datenbanken	4
A.1.2 Statistische Verfahren	14
A.1.2.1 Nachbarschaftsanalyse	14
A.1.2.2 Geostatistik – Variogrammanalyse und Kriging	28
<b>A.2 Verfahrensdokumentation</b>	<b>31</b>
A.2.1 Das „Kochrezept“ (Befehlsabfolgen)	31
A.2.2 Erläuternde Dokumentation des „Kochrezepts“	41
A.2.2.1 Metadaten-Erhebung: Allgemeines zum ACCESS-Fragebogen	41
A.2.2.2 Metadaten-Erhebung: Dateneingabe und –verarbeitung im Fragebogen	43
A.2.2.2.1 Installation, erforderliche Dateien, Übersicht	43
A.2.2.2.2 Start des Fragebogenprogramms	44
A.2.2.2.3 Beantwortung eines Fragebogens	45
A.2.2.2.4 Auswertung von beantworteten Fragebögen	48
A.2.2.2.5 Zusammenführen von beantworteten Fragebögen (Import)	49
A.2.2.2.6 Vorbereiten der Daten für interne Abfragen und ArcView (Export)	50
A.2.2.2.7 Zusatzoption zum Zusammenführen (AntwortendeInclude)	50

A.2.2.2.8	Einfache Abfrage der Antwortdaten (AntwortendeVon-Antwort)	52
A.2.2.2.9	Export der Metadaten (Speichern unter)	53
A.2.2.3	Metadaten: Anbindung der Metadaten in ArcView	55
A.2.2.3.1	Die „UB Extensions“-Funktionen	55
A.2.2.3.2	Das „Linking-Tool“	55
A.2.2.3.3	Verknüpfung von Metadaten und Messnetzen	59
A.2.2.3.4	Verknüpfungsergebnisse	61
A.2.2.3.5	Auswertung mit MeSID	61
A.2.2.4	Landschaftsrepräsentanz	69
A.2.2.4.1	Durchführung der Auszählung in ArcView	70
A.2.2.4.2	Berechnung statistischer Maßzahlen in MS EXCEL	72
A.2.2.4.3	Weiterverarbeitung statistischer Ergebnisse im GIS	73
A.2.3	Das Abfrageformular „Kerndatensatz ↔ FB UB“	73

## **B. Karten und Diagramme**

### **B.1 Eingangsdaten für die Raumgliederungsvarianten**

B.1.1	Potenzielle Natürliche Vegetation (PNV)
B.1.2	Bodenart (Basis: BÜK 1000)
B.1.3	Digitales Höhenmodell (UNEP GRID)
B.1.4	Mittlere monatliche Lufttemperaturen (1961-1990)
B.1.5	Mittlere monatliche Niederschlagsverhältnisse (1961 – 1990)

- B.1.6 Mittlere monatliche Verdunstungsverhältnisse (1961 – 1990)
- B.1.7 Mittlere monatliche Sonnenscheindauer (1961 – 1990)
- B.1.8 Mittlere monatliche Globalstrahlungsraten (1981 – 2000)
- B.1.9 Nutzbare Feldkapazität im effektiven Wurzelraum (Basis: BÜK 1000)
- B.1.10 Kapillaranstieg (Basis: BÜK 1000)

## **B.2 Raumgliederungsvarianten**

### Varianten mit alten Klimadaten (vor dem Workshop im Juli 2000)

- B.2.1 UBA PNV I (Geologie, Höhe, N, T, SD) – 20 Kl.
- B.2.2 UBA PNV I (Geologie, Höhe, N, T, SD) – 80 Kl.
- B.2.3 UBA PNV II (Bodenarten, Höhe, N, T, SD) – 20 Kl.
- B.2.4 UBA PNV II (Bodenarten, Höhe, N, T, SD) – 78 Kl.
- B.2.5 UBA PNV III (Bodenarten, Höhe, N, T, V (neue Daten), SD) – 20 Kl.
- B.2.6 UBA PNV III (Bodenarten, Höhe, N, T, V (neue Daten), SD) – 77 Kl.
- B.2.7 UBA PNV IV (Bodenarten, Höhe, HJ-N, HJ-T, HJ-SD) - 20 Kl.
- B.2.8 UBA PNV IV (Bodenarten, Höhe, HJ-N, HJ-T, HJ-SD) - 81 Kl.

### Varianten mit neuen Klimadaten (nach dem Workshop im Juli 2000)

- B.2.9 UBA PNV V (nFk, kA, Höhe, N, T, SD) – 20 Kl.

- B.2.10 UBA PNV V (nFk, kA, Höhe, N, T, SD) – 79 Kl.
- B.2.11 UBA PNV VI (Bodenarten, Höhe, N, T, SD) – 20 Kl.
- B.2.12 UBA PNV VI (Bodenarten, Höhe, N, T, SD) – 77 Kl.
- B.2.13 UBA PNV VII (Bodenarten, Höhe, N, T, V, SD) – 20 Kl.
- B.2.14 UBA PNV VII (Bodenarten, Höhe, N, T, V, SD) – 77 Kl.
- B.2.15 UBA PNV VIII (nFk, kA, Höhe, N, T, V, SD) – 20 Kl.
- B.2.16 UBA PNV VIII (nFk, kA, Höhe, N, T, V, SD) – 81 Kl.
- B.2.17 UBA PNV IX (Bodenarten, Höhe, N, T, V, GS) – 20 Kl.
- B.2.18 UBA PNV IX (Bodenarten, Höhe, N, T, V, GS) – 21 Kl.
- B.2.19 UBA PNV IX (Bodenarten, Höhe, N, T, V, GS) – 21 Kl. inkl.  
Beschreibung
- B.2.20 UBA PNV IX (Bodenarten, Höhe, N, T, V, GS) – 73 Kl.

### **B.3 Ökoklassenbeschreibungen**

- B.3.1 CART-Bäume
- B.3.2 Histogramme (Bodenarten und Höhenangaben)
- B.3.3 Jahresgangkurven (Temperatur und Globalstrahlung)
- B.3.4 Jahresgangkurven (Verdunstung und Niederschlag)
- B.3.5 Diagramme Landnutzung – UBA PNV IX
- B.3.6 Überschreitungsraten Critical Loads Säure – UBA PNV IX
- B.3.7 Überschreitungsraten Critical Loads Stickstoff – UBA PNV IX

### **B.4 Messnetzübersicht**

- B.4.1 Gesamtübersicht des Länderrücklaufs

- B.4.2 Messnetzübersicht Rubrik „Boden“ (BDF)
- B.4.3 Messnetzübersicht Rubrik „Luft“
- B.4.4 Messnetzübersicht Rubrik „Wasser“
- B.4.5 Messnetzübersicht Rubrik „Bioindikation“
- B.4.5.1 Messnetzübersicht Rubrik ‚Bioindikation‘ – Moosmonitoring 1990/91)
- B.4.5.2 Messnetzübersicht Rubrik ‚Bioindikation‘ – Moosmonitoring 1995/96)
- B.4.5.3 Messnetzübersicht Rubrik ‚Bioindikation‘ – „ (Gesamtübersicht des Länderrücklaufs
- B.4.6 Messnetzübersicht Rubrik „Landschaft & Natur“

## **B.5 Landschaftsrepräsentanz**

- B.5.1 BDF auf Raumgliederung (UBA IX: 20er-Gliederung)
- B.5.2 Moosmonitoring 1995/96 auf Raumgliederung (UBA IX: 20er-Gliederung)
- B.5.3 Immissionsmessnetz auf Raumgliederung (UBA IX: 20er-Gliederung)
- B.5.4 Landschaftsrepräsentanz BDF
- B.5.5 Landschaftsrepräsentanz Moosmonitoring 1995/96
- B.5.6 Landschaftsrepräsentanz Immissionsmessnetz
- B.5.7 MNR-Indizes Bodentypen, 20er Raumgliederung, Landnutzung
- B.5.8 Bodendauerbeobachtungsflächen auf MNR-Karte
- B.5.9 RI der 20er-Raumgliederung (UBA IX)

- B.5.10 Repräsentanzanalyse UB, SO<sub>2</sub>-Immission 1996 (480 Stationen)
- B.5.11 Repräsentanzanalyse UB, SO<sub>2</sub>-Immission 1996 (150 Stationen)
- B.5.12 Kriging-Ergebnisse Moosmonitoring 1990/91

## **B.6 Anwendungsszenarien**

- B.6.1 Potenziell gefährdete Flächen: Szenario Eintrag von Schwermetallen ins Grundwasser
- B.6.2 Akut gefährdete Flächen (inkl. 2 km Buffer): Szenario Eintrag von Schwermetallen ins Grundwasser
- B.6.3 BDF-Standorte auf akut gefährdeten Flächen durch Eintrag von Schwermetallen ins Grundwasser
- B.6.4 Immissionsmessstandorte auf akut gefährdeten Flächen durch Eintrag von Schwermetallen ins Grundwasser
- B.6.5 Moosmonitoringstandorte auf akut gefährdeten Flächen durch Eintrag von Schwermetallen ins Grundwasser
- B.6.6 Grundwassermessstellen auf akut gefährdeten Flächen durch Eintrag von Schwermetallen ins Grundwasser
- B.6.7 Potenziell gefährdete Flächen: Szenario Eintrag von PSM in Oberflächengewässer
- B.6.8 Potenziell belastete Wassereinzugsgebiete in Deutschland
- B.6.9 Fließgewässerbeschaffenheitsmessstellen auf potenziell gefährdeten Flächen durch PSM-Eintrag in Oberflächengewässer

## **B.7 Ergebnis der Clusteranalyse der Mossmonitoring-Flächendaten 1990/91**

**B.8 Landnutzung (CORINE Landcover)**

**B.9 Überschreitungsraten Critical Loads**

B.9.1 Überschreitungsraten Critical Loads Säure

B.9.2 Überschreitungsraten Critical Loads Stickstoff

**B.10 Jährlicher Eintrag von PSM in Oberflächengewässer mit dem Oberflächenabfluss**

## **Gliederung Anhangteil 2:**

### **C. Tabellen**

#### **C.1 Übersichtstabelle Länderrücklauf**

#### **C.2 Übersichtstabelle Abgleich UB-Fragebogen mit dem Kerndatensatz**

#### **C.3 Landschaftsrepräsentanztabellen**

C.3.1 Bodendauerbeobachtungsflächen

C.3.2 Moosmonitoring 1995/96

C.3.3 Immissionsmessnetz

#### **C.4 Tabellenwerke zu Kap. 5.2.2 (MNR)**

C.4.1 Flächenanteile der Kombinationen  
Bodentyp/Raumklasse/Landnutzung

C.4.2 Häufigkeitsverteilung am Beispiel BDF

C.4.3 Rangfolgentabelle für BDF (Top 100)

C.4.4 Legenden

C.4.4.1 Bodentypen der BÜK 1000

C.4.4.2 Landnutzungstypen aus CORINE Landcover

**D. Sonstige Anlagen**

D.1 Fragebogenergänzung „GVO Monitoring“

**Umweltforschungsplan  
des Bundesministers für Umwelt,  
Naturschutz und Reaktorsicherheit**

**Umweltprobenbank einschließlich Human- und Biomonitoring**

**Förderkennzeichen (UFOPLAN) 299 82 212 / 02**

**Konkretisierung des Umweltbeobachtungsprogrammes im Rahmen eines  
Stufenkonzeptes der Umweltbeobachtung des Bundes und der Länder  
Teilvorhaben 3**

**ANHANGSTEIL 2:**

**ANHANG C: Tabellen**

**ANHANG D: Sonstige Anlagen**

von

Prof. Dr. Winfried Schröder  
(Projektleiter)

Dipl.-Geol. Gunther Schmidt  
Dipl.-Geogr. Roland Pesch  
Dipl.-Math. Heidrun Matejka  
Dipl.-Geogr. Thorsten Eckstein  
(Bearbeiter/in)

Im Auftrag  
des Umweltbundesamtes

April 2001

# ANHANG C

## Tabellen

- C.1 Übersichtstabelle Länderrücklauf
- C.2 Übersichtstabelle Abgleich UB-Fragebogen – Kerndatensatz
- C.3 Landschaftsrepräsentanztabellen
  - C.3.1 Landschaftsrepräsentanz BDF
  - C.3.2 Landschaftsrepräsentanz Moosmonitoring 1995/96
  - C.3.3 Landschaftsrepräsentanz Immissionsmessnetz
- C.4 Tabellenwerke zu Kap. 5.2.2 (MNR)
  - C.4.1 Flächenanteile der Kombinationen  
Bodentyp/Raumklasse/Landnutzung
  - C.4.2 Häufigkeitsverteilung am Beispiel BDF
  - C.4.3 Rangfolgentabelle für BDF (Top 100)
  - C.4.4 Legenden
    - C.4.4.1 Bodentypen der BÜK 1000
    - C.4.4.2 Landnutzungstypen aus CORINE  
Landcover

## **ANHANG C.1**

### **Übersichtstabelle Länderrücklauf**

Bundesland	Rubrik							Kontakt		Rücklauf
	Allg.	Bod.	Luft	Was.	Bio.	Umw.	Lan.	Institution	Ansprechpartner	Beschreibung der Meßnetze
Baden-Württemberg	*	*						Landesamt für Umweltschutz Baden Württemberg Postfach 210752 76157 Karlsruhe		Boden-Dauerbeobachtung
Bayern	*	*						Bayerisches Geologisches Landesamt Postfach 400346 80703 München	Herr Dr. Bernd Schilling (089) 1213-2764	1.) Boden-Dauerbeobachtungsflächen 2.) Routineprogramm im Rahmen des Strahlenschutzvorsorgegesetzes
Bayern	*	*						Bayerisches Landesamt für Bodenkultur und Pflanzenbau Postfach 1641 85316 Freising	Frau Christa Müller (08161) 71-4474	Boden-Dauerbeobachtungs-Flächen-Programm
Bayern	*		*					Bayerisches Landesamt für Umweltschutz Postfach 810129 81901 München	Frau C. Dielt (089) 9214-2593	Immissionsökologische Dauerbeobachtung (IMMOEK) - immissionsökologisches Meßnetz Nr. 2: Deposition
Bayern	*				*			Bayerisches Landesamt für Umweltschutz Postfach 810129 81901 München	Frau C. Dielt (089) 9214-2593	Immissionsökologische Dauerbeobachtung (IMMOEK) - immissionsökologisches Meßnetz Nr. 3: Dauerbeobachtungsstationen (DBS)
Bayern	*				*			Bayerisches Landesamt für Umweltschutz Postfach 810129 81901 München	Frau C. Dielt (089) 9214-2593	Immissionsökologische Dauerbeobachtung (IMMOEK) - Bioindikatornetz 'passives Biomonitoring' (Standortflechten, epiphytisches Moos, Flechte)
Bayern	*						*	Bayerisches Landesamt für Umweltschutz Postfach 810129 81901 München	Herr Dr. Eder (089) 9214-4578 Herr Botsch (089) 9214-4592	Geobotanische Dauerbeobachtung und Naturschutz Bayern
Bayern	*			*				Bayerisches Landesamt für Wasserwirtschaft, Postfach 190241 80602 München	Herr Schiller (089) 1210-1452	Unterschiedliche Beobachtungsprogramme: Beobachtungsprogramme Nr. 1/22 Beobachtungsprogramme Nr. 2 bis 3/21; Beobachtungsprogramme Nr. 4 bis 6/24; Beobachtungsprogramme Nr. 7 bis 8/25; Beobachtungsprogramme Nr. 9 bis 11/11; Beobachtungsprogramme Nr. 7 bis 8/25
Berlin	*	*						Senatsverwaltung für Stadtentwicklung, Umweltschutz und Technologie Am Köllnischen Park 3 10173 Berlin	Herr Goedecke (030) 2471- 2138	Boden-Dauerbeobachtung
Brandenburg	*	*						Landesumweltamt des Landes Brandenburg Postfach 601061 14410 Potsdam	Herr Schultz-Sternberg (0331) 2776-454	Boden-Dauerbeobachtung
Brandenburg	*		*					Landesumweltamt des Landes Brandenburg - Außenstelle Cottbus - Postfach 100765 03007 Cottbus	Herr Jursch (0355) 8762-143	Beobachtungsprogramm Luftqualität Brandenburg mit insgesamt vier Meßnetzen: Meßnetz Nr. 1: Telemetrisches Luftgütemeßnetz Brandenburg (TELUB) Meßnetz Nr. 2: Schwebstaub-Spurenstoffe (SSS) Meßnetz Nr. 3: Staubbiederschlag (SN) Meßnetz Nr. 4: Meßnetz zur Erfassung atmosphärischer Stoffeinträge im Land Brandenburg - Depositionsmeßnetz (ND)
Brandenburg				*				Landesumweltamt des Landes Brandenburg Referat IV5 Berliner Straße 21-25 14467 Potsdam	Frau Tobian (0331) 2323-282	Angaben zu: Beschaffenheit Fließgewässer, Standgewässer und Grundwasser, Abwasser
Brandenburg	*						*	Landesumweltamt des Landes Brandenburg Berliner Str. 21-25 14467 Potsdam	Herr Plücken (0331) 2323-282	Beobachtungsprogramme mit Schwerpunkt Artenschutz (Bestandsüberwachung, Trendanalysen, Gefährdungsursachenanalysen, Schutzkonzept)
Hamburg	*	*						Umweltbehörde Hamburg/GLA Postfach 261151 20501 Hamburg	Frau Irene Petscheles (040) 7880-2689	Boden-Dauerbeobachtung
Hamburg	*				*			Umweltbehörde Hamburg/ Fachamt für ökologische Forst- und Landwirtschaft Billsr. 64 20539 Hamburg	Frau Christine Franke 040-7880 2990/2628 @UBGW.FHHNET.DBP.DE	Baumartenrepräsentative Waldschadenserhebung
Hessen	*	*						Hessische Landesanstalt für Bodenforschung Liederberg 9 65193 Wiesbaden	Herr Emmerich (0611) 537-123	Boden-Dauerbeobachtung
Hessen	*		*					Hessisches Landesamt für Umwelt und Geologie Postfach 3209 65022 Wiesbaden	Herr Baltrusch (0611) 581-240	Luftmeßnetz Hessen (LUMEH) - Überwachung der Luftverunreinigungen nach § 44 BImSchG

Bundesland	Rubrik							Kontakt		Rücklauf
	Allg.	Bod.	Luft	Was.	Bio.	Umw.	Lan.	Institution	Ansprechpartner	
Hessen	*				*			Hessische Landesanstalt für Umwelt und Geologie Postfach 3209 65022 Wiesbaden	Herr Lohmann (0611) 581-435	Wirkungskataster: 1.) Weidelgrasmeßnetz 2.) IRMA-Meßnetz 3.) Sonderuntersuchungen
Hessen				*				Hessisches Landesamt für Umwelt und Geologie Postfach 32 09 65022 Wiesbaden	Hessisches Landesamt für Umwelt und Geologie Telefon: 0611-6939-0 http://www.hlug.de	1.) 3 Grundwassermeßnetze (Kleines, Mittleres und Großes Programm) 2.) 9 Oberflächengewässermeßnetze
Hessen							*	Hessisches Ministerium für Landwirtschaft, Forsten und Naturschutz Postfach 3127	Frau Dr. Kaiser (0611) 817-2462	Hessisches Landschaftspflegeprogramm (H-ep)
Mecklenburg-Vorpommern	*	*						Geologisches Landesamt Mecklenburg-Vorpommern Pampower Str. 66-68	Herr Dann (0385) 6433270	Boden-Dauerbeobachtung
Niedersachsen (incl. Bremen)	*	*						Niedersächsisches Landesamt für Bodenforschung Bodentechnologisches Institut Bremen Friedrich-Mißler-Str. 46/50 28211 Bremen	Dr. B. Kleefisch (0421) 20346 -0	Boden-Dauerbeobachtung (landwirtschaftliche Flächen in Niedersachsen)
Niedersachsen (incl. Bremen)								Nds. Landesamt fuer Bodenforschung (INLB) Sillweg 2 30655 Hannover	Dr. H. H. Voß 0511 / 643-3605	Boden-Dauerbeobachtung (forstwirtschaftliche Beobachtungsflächen in Niedersachsen)
Nordrhein-Westfalen	*	*						Landesumweltamt Nordrhein-Westfalen Postfach 102363 Wallneyerstr.6 45023 Essen	Herr F. Metzger (0201/79950)	Boden-Dauerbeobachtung
Rheinland-Pfalz								Geologisches Landesamt Emmeransstraße 36 55116 Mainz	Dr. E.-D. Spies 06131/232261	Bodendauerbeobachtung
Saarland	*	*						Landesamt für Umweltschutz Don-Bosco Str. 1 66119 Saarbrücken	Herr Dr. Fetzler (0681) 8500-157	Boden-Dauerbeobachtung
Saarland	*		*					Staatliches Institut für Gesundheit und Umwelt Maistatter Str. 17 66117 Saarbrücken	Herr Siegel 0681/5865-377	Immissions-Meßnetz-SAAR
Saarland	*			*				Staatliches Institut für Gesundheit und Umwelt Maistatterstr. 17 66117 Saarbrücken	Herr Dr. Luther 0681/5865 poststelle@sigu.x400.saarland.de	Einleitungsüberwachung (§ 139 Saarländisches Wassergesetz): Überwachung der Abwasserleiter gemäß § 7a, WHG und Abwassergesetz
Saarland	*					*		Ministerium für Umwelt, Energie und Verkehr Postfach 102461 66024 Saarbrücken	Herr Kriebe (0681) 501-4763	Biotoptkartierung Saarland
Sachsen	*	*						Sächsisches Landesamt für Forsten Bonnevitz Str. 34 01827 Graupa	Dr. H. Andreae Tel. 03501 / 542-277 / -244	Boden-Dauerbeobachtung
Sachsen	*						*	Sächsisches Landesamt für Umwelt und Geologie Wasastr. 50 01445 Radebeul	Frau Dr. Barth 03501/5420 (Dr. Raben: 03501/542244)	Boden-Dauerbeobachtung
Sachsen-Anhalt	*	*						Landesamt für Umweltschutz Sachsen-Anhalt Reideburger Str. 47-49 06116 Halle (Saale)	Herr Gutteck Tel. 0345/5704-0 Fax 0345/5704-190	Boden-Dauerbeobachtung
Schleswig-Holstein	*		*					Staatliches Umweltamt Itzehoe Oeltdorfer Str. 2 25524 Itzehoe	Herr Lehmann (04821) 662880	Lufthygienische Überwachung Schleswig-Holstein
Schleswig-Holstein	*	*						Landesamt für Natur und Umwelt Abt. Geologie Hamburger Chaussee 24220 Flintbeck	Dr Filipinski 04347704-552	Boden-Dauerbeobachtung
Thüringen	*	*						Thüringer Landesamt für Geologie Carl-August-Allee 8 99423 Weimar	Dr Gesang 03643 / 556-0	Boden-Dauerbeobachtung

Rücklauf					
Bundesland	Maßnetzdateien Zwei Möglichkeiten: a) als *.txt am Ablageort im Maßstellen-Ordner jeweils bei den einzelnen Institutionen b) als *.shp am Ablageort im GIS-Ordner unter Shapes	Fragebogendateien			Abschließende Anmerkungen
		Name	Antwortende	Pfad	
<b>Baden-Württemberg</b>	BW_LFU_Boden_Verdichtung.shp BW_LFU_Boden_Grundmessnetz.shp	FB_BY_LFU_Boden.mdb	BDF BW BDF Grund BW BDF Verdichtung BW	\\Länder_Rücklauf\Baden-Württemberg\Fragebogenrücklauf\LFU_Boden	Die drei Antwortenden erklären sich folgendermaßen: BDF BW enthält alle Antworten aus der Schnittmenge des Grundmessnetzes und des Verdichtungsmessnetzes; BDF Grund BW enthält alle Antworten, die <u>nur</u> für das Grundmessnetz zutreffen; BDF Verd BW enthält alle Antworten, die <u>nur</u> für das Verdichtungsmessnetz zutreffen
<b>Bayern</b>	1.) Bayern_GLA_Boden(Forst).txt 2.) Bayern_GLA_Boden(Radio).txt	FB_By_GLA_Boden.mdb	1.) BDF Forst Bayern 2.) BDF radiol. Bayern	\\Länder_Rücklauf\Bayern\Fragebogenrücklauf\GLA_Boden	
<b>Bayern</b>	Bayern_LPB_Boden(agrar).txt	FB_BY_LBP_Boden.mdb	BDF Agrar Bayern	\\Länder_Rücklauf\Bayern\Fragebogenrücklauf\LBP_Boden	
<b>Bayern</b>	Bayern_LFU_Luft_Depos.txt	FB_BY_LFU_Luft.mdb	1.) IMMOEK allg. Bayern 2.) IMMOEK Deposition Bayern	\\Länder_Rücklauf\Bayern\Fragebogenrücklauf\LFU_Luft	
<b>Bayern</b>	Bayern_LFU_BIO_DBS.txt	FB_BY_LFU_Bioind(DBS).mdb	1.) IMMOEK allg. Bayern 2.) IMMOEK DBS Bayern	\\Länder_Rücklauf\Bayern\Fragebogenrücklauf\LFU_Bioind_DBS	
<b>Bayern</b>	1.) Bayern_LFU_BIO_Flechte.txt 2.) Bayern_LFU_BIO_moos.txt	FB_BY_LFU_Bioindikation.mdb	1.) IMMOEK allg. Bayern 2.) IMMOEK Bioindik. Bayern	\\Länder_Rücklauf\Bayern\Fragebogenrücklauf\LFU_Bioind	
<b>Bayern</b>	nicht vorhanden	FB_BY_LFU_Landschaft.mdb	1.) Geobotan. Dauerbeob. Bayern 2.) Naturschutz Bayern	\\Länder_Rücklauf\Bayern\Fragebogenrücklauf\LFU_Landschaft	
<b>Bayern</b>	1.) Bayern_LFW_W_M122.txt 2.) Bayern_LFW_W_M9.11_Grundnetz.txt 3.) Bayern_LFW_W_M9.11_Verdnetz.txt 4.) Bayern_LFW_W_M10.11GW.txt 5.) Bayern_LFW_W_M4.24_4.25_Fließ.txt 6.) Bayern_LFW_W_M4.24_4.25_Seen.txt 7.) Bayern_LFW_W_M7_71.txt	FB_BY_LFW_Wasser.mdb	1.) BY_LFW_Allgemein 2.) BY_Wasserstand_und_Ablfluß_1/22 3.) BY_Wassertemperaturen_2/21 4.) BY_Niederschlagshöhe_3/21 5.) BY_Qualität_Fließgewässer_4/24 6.) BY_Qualität_Seen_5/24 7.) BY_Verz. Oberfl. Gew. 6/24	\\Länder_Rücklauf\Bayern\Fragebogenrücklauf\LFW_Wasser	Für die Programme 3, 6, 7, 11, 12 wurden keine Koordinaten übergeben, auch die Ausführungen im HGew enthielten keine Koordinatenangaben. Zum Maßnetz 4.24 (s. Bayern_LFW_W_M4.24_4.25_Fließ.txt) wurden aus dem HGew noch zusätzliche Attribute aufgenommen, die es erlauben die 7 untergeordneten Maßprogramme zu unterscheiden. Die Unterprogramme sind in der letzten Spalte der Maßnetztafel entsprechend unterer Auflistung mit a,b,c,d,e,f oder g gekennzeichnet.
<b>Berlin</b>	Bl_SISUT_Boden.txt	FB_Bl_SISUT_Boden.mdb	BL(SISUT)_BDF	\\Länder_Rücklauf\Berlin\Fragebogenrücklauf\SISUT_Boden	
<b>Brandenburg</b>	Brandbrg_boden(forst).shp Brandbrg_boden(agrar).shp	FB_BB_LUA_Boden.mdb	1.) Brbrg(LUA)_Boden_allg 2.) Brbrg(LUA)_Boden(Forst) 3.) Brbrg(LUA)_Boden(Agrar)	\\Länder_Rücklauf\Brandenburg\Fragebogenrücklauf\LUA_Boden	
<b>Brandenburg</b>	1.) Brandbrg_LUA_Luft(Telub).txt 2.) Brandbrg_LUA_Luft(Sss).txt 3.) Brandbrg_LUA_Luft(Sn).txt 4.) Brandbrg_LUA_Luft(Nd).txt	FB_BB_LUA_Luft.mdb	Brbrg(LUA)_Luft	\\Länder_Rücklauf\Brandenburg\Fragebogenrücklauf\LUA_Luft	
<b>Brandenburg</b>	nicht vorhanden	FB_BB_LUA_Wasser.mdb	1.) Brbrg(LUA)_ObwFließ 2.) Brbrg(LUA)_ObwSteh 3.) Brbrg(LUA)_AbW 4.) Brbrg(LUA)_GW	\\Länder_Rücklauf\Brandenburg\Fragebogenrücklauf\LUA_Wasser	keine Messnetztafel vorhanden
<b>Brandenburg</b>	nicht vorhanden	FB_BB_LUA_Landschaft.mdb	1.) Brbrg(LUA)_Landsch_allg 2.) Brbrg(LUA)_Landsch	\\Länder_Rücklauf\Brandenburg\Fragebogenrücklauf\LUA_Landschaft	keine Messnetztafel vorhanden
<b>Hamburg</b>	HH_GLA_Boden.txt	FB_HH_GLA_Boden.mdb	HH_GLA_Bdf	\\Länder_Rücklauf\Hamburg\Fragebogenrücklauf\GLA_Boden	
<b>Hamburg</b>	nicht vorhanden	FB_HH_UB_Bioind.mdb	HH_FoFL_Bioind	\\Länder_Rücklauf\Hamburg\Fragebogenrücklauf\UB_Bioind	
<b>Hessen</b>	He_LFB_Boden.txt	FB_HE_LFB_Boden.mdb	Hessen(LFB)_BDF	\\Länder_Rücklauf\Hessen\Fragebogenrücklauf\LFB_Boden	
<b>Hessen</b>	nicht vorhanden	FB_HE_LFU_Luft.mdb	1.) Hessen(LFU)_Luft_allg 2.) Hessen(LFU)_Luft	\\Länder_Rücklauf\Hessen\Fragebogenrücklauf\LFU_Luft	Keine Messnetztafel vorhanden

Rücklauf					
Bundesland	Messnetzdateien		Fragebogendateien		
<b>Hessen</b>	1.) He_LIU_Bio_WG.txt 2.) He_LIU_Bio_IRMA.txt 3.) He_LIU_Bio_Sonder.txt	FB_HE_LIU_Bioind.mdb	1.) Hessen(LIU)_Bio_allg 2.) Hessen(LIU)_Bio_Wg 3.) Hessen(LIU)_Bio_IRMA 4.) Hessen(LIU)_Bio_Sonder	.\Länder_RücklaufHessen\Fragebogenrücklauf\LIU_Bioind	
<b>Hessen</b>	nicht vorhanden	1.) FB_HE_Wasser_GW.mdb 2.) FB_HE_Wasser_OW.mdb	FB_HE_GW.mdb: 1.) Hessen_GW(klein) 2.) Hessen_GW(mittel) 3.) Hessen_GW(groß)  FB_HE_OW.mdb: 1.) Hessen_OW_Katl 2.) Hessen_OW_Katll 3.) Hessen_OW_RheiMai 4.) Hessen_OW_Wärme 5.) Hessen_OW_Alrrhein 6.) Hessen_OW_Seen 7.) Hessen_OW_WertUlst 8.) Hessen_OW_Last 9.) Hessen_OW_Schweb	.\Länder_RücklaufHessen\Fragebogenrücklauf\HE_Wasser	Die Fragebögen wurden von Frau Lehnigk (UBA) ausgefüllt. Keine Messnetzdatei vorhanden
<b>Hessen</b>	He_MLFN_Natur_HELP.txt	FB_HE_MLFN_Landschaft.mdb	Hessen(MLFN)_HELP	Länder_RücklaufHessen\Fragebogenrücklauf\MLFN_Landschaft	Von den in der Messnetztabelle enthaltenen 226 Datensätzen besitzen lediglich 161 Standortkoordinaten und sind somit in ein GIS visualisierbar. Keine Anbindung, da keine Fragebogendatei vorhanden
<b>Mecklenburg-Vorpommern</b>	MV_GLA_Boden.shp	FB_MV_GLA_Boden.mdb	MV(GLA)_BDF	.\Länder_RücklaufMecklenburg-Vorpommern\Fragebogenrücklauf\GLA_Boden	
<b>Niedersachsen (incl. Bremen)</b>	NS_NLIB_Boden.shp	FB_HB_NS_NLIB_Boden.mdb	NS-L(NLIB)_BDF  NS-F(NLIB)_BDF	.\Länder_RücklaufNiedersachsen\Fragebogenrücklauf\NLB_Boden	In der Messnetztabelle NS_NLIB_Boden.shp befinden sich sowohl die BDF-L als auch die BDF-F Standorte.
<b>Nordrhein-Westfalen</b>	NW_LUA_Boden.shp	FB_NW_LUA_Boden.mdb	NW(LUA)_BDF	.\Länder_RücklaufNordrhein_Westfalen\Fragebogenrücklauf\LUA_Boden	
<b>Rheinland-Pfalz</b>	rp_gla_boden.txt	FB_RP_GLA_Boden(Forst).mdb	RP(GLA)_BDF	.\Länder_RücklaufRheinland_Pfalz\Fragebogenrücklauf	
<b>Saarland</b>	SI_LIU_Boden.txt	FB_SL_LIU_Boden.mdb	Saarl(d)LIU)_BDF	.\Länder_RücklaufSaarland\Fragebogenrücklauf\LIU_Boden	
<b>Saarland</b>	SI_SIGU_Luft.txt	FB_SL_SIGU_Luft.mdb	Saarl(d)SIGU)_Luft	.\Länder_RücklaufSaarland\Fragebogenrücklauf\SIGU_Luft	
<b>Saarland</b>	nicht vorhanden	FB_SL_SIGU_Wasser.mdb	Saarl(d)SIGU)_Wasser	.\Länder_RücklaufSaarland\Fragebogenrücklauf\SIGU_Wasser	keine Messnetztabelle vorhanden
<b>Saarland</b>	nicht vorhanden	FB_SL_MUEV_Landschaft.mdb	Saarl(d)MUEV)_Landschaft	.\Länder_RücklaufSaarland\Fragebogenrücklauf\MUEV_Natur	keine Messnetztabelle vorhanden
<b>Sachsen</b>	sa_slfg_boden_forst.shp	FB_SA_SLFG_LUG_Boden.mdb	Sa_SLFG_Forst_BDF	.\Länder_RücklaufSachsen\Fragebogenrücklauf\LIUG_Boden	
<b>Sachsen</b>	sa_lug_boden_agrar.shp	FB_SA_SLFG_LUG_Boden.mdb	SA_LUG_Landw_BDF	.\Länder_RücklaufSachsen\Fragebogenrücklauf\LIUG_Boden	
<b>Sachsen-Anhalt</b>	SAA_LIU_Boden.shp	FB_SAA_LIU_Boden.mdb	SAA(LIU)_BDF	.\Länder_RücklaufSachsen-Anhalt\Fragebogenrücklauf	
<b>Schleswig-Holstein</b>	SH_SIUAI_Luft.txt	FB_SH_SIUAI_Luft.mdb	SH(SIUAI)_Luft	.\Länder_RücklaufSchleswig-Holstein\Fragebogenrücklauf\SIUAI_Luft	
<b>Schleswig-Holstein</b>	SH_LANU_Boden.txt	FB_SH_LANU_Boden.mdb	SH_LANU_BDF	.\Länder_RücklaufSchleswig-Holstein\Fragebogenrücklauf\LANU_Boden	
<b>Thüringen</b>	TH_TLG_Boden.txt	FB_TH_TLG_Boden.mdb	TH_BDF_Forst TH_BDF_Agrar TH_BDF_Sonder	.\Länder_RücklaufThüringen\Fragebogenrücklauf	Es sind weder BDF-Forst-Standorte noch BDF-Sonderstandorte in der Messnetzdatei ausgewiesen.

Bundesland	Stand der GIS-Arbeiten					
	Projektdatei	Name des Views	Anbindung	Layout	Anzahl der Meßstandorte in den Meßprogrammen	Name Output-Datei
<b>Baden-Württemberg</b>	baden_wuerttemberg_ub.apr	BadenWürttemberg_LandesamtFürUmweltschutz_Boden	X	X	179 (Grund.) 149 (Verd.)	bw_lfu_G.dbf bw_lfu_V.dbf
<b>Bayern</b>	bayern_ub.apr	Bayern_Geologisches Landesamt_Boden	X	X	63	By_gla_o.dbf
<b>Bayern</b>	bayern_ub.apr	Bayern_Landesamt für Bodenkultur und Pflanzenbau_Boden	X	X	133	By_lbp_o.dbf
<b>Bayern</b>	bayern_ub.apr	Bayern_Landesamt für Umweltschutz_Deposition	X	X	25	By_lfuDp.dbf
<b>Bayern</b>	bayern_ub.apr	Bayern_Landesamt für Umweltschutz_Dauerbeobachtungsflächen	X	X	8	By_lfuBS.dbf
<b>Bayern</b>	bayern_ub.apr	Bayern_Landesamt für Umweltschutz_Bioindikation	X	X	486	By_lfuFM.dbf
<b>Bayern</b>	bayern_ub.apr					1.) By_lfuNS.dbf (Naturschutz), 2.) By_lfuGB.dbf (Geobotanik)
<b>Bayern</b>	bayern_ub.apr	Bayern_Landesamt für Wasserwirtschaft_Wasser	X	X	2226	By_lfw_o.dbf
<b>Berlin</b>	berlin_ub.apr	Berlin_Senatsverwaltung für Stadtentwicklung, Umweltschutz und Technologie _BDF-Standorte	X	X	3	Bl_bdf_o.dbf
<b>Brandenburg</b>	brandenburg_ub.apr	Brandenburg_Landesumweltamt_Boden	X	X	36	Bb_luabb.dbf (bb = boden, bodendauerbeobachtungsfläche)
<b>Brandenburg</b>	brandenburg_ub.apr	Brandenburg_Landesumweltamt_Luft	X	X	64	BB_lua_l.dbf (! = Luft)
<b>Brandenburg</b>	brandenburg_ub.apr					
<b>Brandenburg</b>	brandenburg_ub.apr					BB_luald.dbf (ld = Landschaft)
<b>Hamburg</b>	hamburg_ub.apr	Geologisches Landesamt_Bodendauerbeobachtungsflächen	X	X	3	hhgla_o.dbf
<b>Hamburg</b>						
<b>Hessen</b>	hessen_ub.apr	Hessen_Hessische Landesanstalt für Bodenforschung_Boden	X	X	51	He_lfb_o.dbf
<b>Hessen</b>	hessen_ub.apr					

Bundesland	Stand der GIS-Arbeiten					
	Projektdatei	Name des Views	Anbindung	Layout	Anzahl der Meßstandorte	Name Output-Datei
Hessen	hessen_ub.apr	Hessen_Hessische Landesanstalt für Umwelt_Biindikation	X	X	14	He_lfu_o.dbf
Hessen	hessen_ub.apr			X		
Hessen	hessen_ub.apr	Hessen_Hessisches Ministerium für Landwirtschaft, Forsten und Naturschutz_Landschaftspflegeprogramm(Help)	X	X	226	He_help_o.dbf
Mecklenburg-Vorpommern	mecklenburg_vorpommern_ub.apr	Bodendauerbeobachtung_GLA	X	X	8	MV_GLA_o.dbf
Niedersachsen (incl. Bremen)	niedersachsen_ub.apr	NLB-Niedersächsisches Landesamt für Bodenforschung - BDF	X	X	20	ndnlfb_o.dbf
			X	X	29	
Nordrhein-Westfalen	nordrhein-westfalen_ub.apr	NRW_Landesumweltamt_Boden	X	X	12	nwlua_o.dbf
Rheinland-Pfalz	rheinland-pfalz_ub.apr	Rheinland-Pfalz_Geologisches Landesamt_Boden	X	X	16	rlgla_o.dbf
Saarland	saarland_ub.apr	Saarland_Landesamt für Umweltschutz_Boden	X	X	11	Sl_lgu_o.dbf
Saarland	saarland_ub.apr	Saarland_Staatliches Institut für Gesundheit und Umwelt_Luft	X	X	16	Sl_lfu_o.dbf
Saarland						
Saarland						
Sachsen	Sachsen_ub.apr	BDF_Standorte_Sachsen	X	X	6	Sa_dbf_o.dbf
Sachsen	Sachsen_ub.apr	BDF_Standorte_Sachsen	X	X	12	Sa_dbf_o.dbf
Sachsen-Anhalt	sachsen-anhalt_ub.apr	Sachsen-Anhalt_Landesamt für Umweltschutz_Boden	X	X	18	SAA_LfUo.dbf
Schleswig-Holstein	schleswig-holstein_ub.apr	Schleswig-Holstein_Staatliches Umweltamt Itzehoe_Luft	X	X	20	Sh_uai_o.dbf
Schleswig-Holstein	schleswig-holstein_ub.apr	Schleswig-Holstein_LANU_BDF	X	X		Sh_dbf_o.dbf
Thüringen	thueringen_ub.apr	Thüringen_BDF	X	X		Th_bfd_o.dbf

## **ANHANG C.2**

**Übersichtstabelle Abgleich UB-Fragebogen - Kerndatensatz**

Überschrift	Acronym	Definition	im FB enthalten	FB Teil von KDS	KDS Teil von FB	Parameter in FB angebar unter "sonstiges" oder "andere"	Gleicher Themenkompl ex(*)	im FB nicht enthalten	FB-Nr.	Kategorie
Topographie	MHOE	Meereshöhe	X						28, 87	2
Topographie	NEIG	Neigungsstufe	X						29, 90, 235	2
Topographie	EXPOS	Exposition	X						30, 89	2
Topographie	HL	Hanglaengen	X						235	2
Gesteine	GEOL	Benennung von Boden und Fels		X					37-51, 91-96	2
Gesteine	GEOLKF	kF-Wert des Gesteins	X						120	2
Nutzung	NUTZ	Nutzungstyp	X						31, 104, 236	2
Luftinhaltsstoffe, Gasfoermige Bestandteile, anorganische Einzelparameter	IMMNOX	NOx in der Luft	X						16	3
Luftinhaltsstoffe, Gasfoermige Bestandteile, anorganische Einzelparameter	IMMNH3	NH3 in der Luft	X						24	3
Luftinhaltsstoffe, Gasfoermige Bestandteile, anorganische Einzelparameter	IMM2O	N2O in der Luft	X							
Luftinhaltsstoffe, Gasfoermige Bestandteile, anorganische Einzelparameter	IMMSO2	SO2 in der Luft	X						10	3
Luftinhaltsstoffe, Gasfoermige Bestandteile, anorganische Einzelparameter	IMMCH4	CH4 in der Luft			X				32, 34, 42	3
Luftinhaltsstoffe, Gasfoermige Bestandteile, anorganische Einzelparameter	IMMCO2	CO2 in der Luft						X		
Luftinhaltsstoffe, Gasfoermige Bestandteile, anorganische Einzelparameter	IMMCO	CO in der Luft	X						20	3
Luftinhaltsstoffe, Gasfoermige Bestandteile, anorganische Einzelparameter	IMMO3	O3 in der Luft	X						26	3
Luftinhaltsstoffe, Gasfoermige Bestandteile, anorganische Gruppenparameter	IMMPAN	PAN in der Luft	X						28	3
Luftinhaltsstoffe, Gasfoermige Bestandteile, organische Gruppenparameter	IMMVOC	NMVOC in der Luft (Nicht-Methan-Kohlenwasserstoffe)			X				40	3
Luftinhaltsstoffe, Gasfoermige Bestandteile, Schwebstaub nur nach Emittentanalyse	IMMST	Schwebstaub gesamt	X						58	3
Luftinhaltsstoffe, Gasfoermige Bestandteile, Schwebstaub nur nach Emittentanalyse, anorganische Einzelparameter	IMMSTSM	Schwermetalle und metalloide Elemente im Schwebstaub		X					60, 62	3
Luftinhaltsstoffe, Gasfoermige Bestandteile, Schwebstaub nur nach Emittentanalyse, anorganische Einzelparameter	IMMSTNA	Na+ im Schwebstaub					X		58	3
Luftinhaltsstoffe, Gasfoermige Bestandteile, Schwebstaub nur nach Emittentanalyse, anorganische Einzelparameter	IMMSTK	K+ im Schwebstaub					X		58	3



Überschrift	Acronym	Definition	im FB enthalten	FB Teil von KDS	KDS Teil von FB	Parameter in FB angebbbar unter "sonstiges" oder "andere"	Gleicher Themenkompl ex(*)	im FB nicht enthalten	FB-Nr.	Kategorie
Luftinhaltsstoffe, anorganische Einzelparameter	DEPP	Pges (entspricht PO4-P) im Niederschlagswasser bzw. im Stammabfluss und in der Kronentraufe	X						52	4
Luftinhaltsstoffe, anorganische Einzelparameter	DEPSO4	SO4-S im Niederschlagswasser bzw. im Stammabfluss und in der Kronentraufe	X						64	4
Luftinhaltsstoffe, anorganische Einzelparameter	DEPNA	Na+ im Niederschlagswasser bzw. im Stammabfluss und in der Kronentraufe			X				70	4
Luftinhaltsstoffe, anorganische Einzelparameter	DEPCA	Ca2+ im Niederschlagswasser bzw. im Stammabfluss und in der Kronentraufe			X				67	4
Luftinhaltsstoffe, anorganische Einzelparameter	DEPMG	Mg2+ im Niederschlagswasser bzw. im Stammabfluss und in der Kronentraufe			X				67	4
Luftinhaltsstoffe, anorganische Einzelparameter	DEPK	K+ im Niederschlagswasser bzw. im Stammabfluss und in der Kronentraufe			X				70	4
Luftinhaltsstoffe, anorganische Einzelparameter	DEPAL	Al3+ im Niederschlagswasser bzw. im Stammabfluss und in der Kronentraufe	X						106	4
Luftinhaltsstoffe, anorganische Einzelparameter	DEPFE	Fe2+ im Niederschlagswasser bzw. im Stammabfluss und in der Kronentraufe	X						73	4
Luftinhaltsstoffe, anorganische Einzelparameter	DEPMN	Mn2+ im Niederschlagswasser bzw. im Stammabfluss und in der Kronentraufe	X						76	4
Luftinhaltsstoffe, anorganische Einzelparameter	DEPCL	Cl- im Niederschlagswasser bzw. im Stammabfluss und in der Kronentraufe	X						61	4
Luftinhaltsstoffe, anorganische Einzelparameter	DEPF	F- im Niederschlagswasser bzw. im Stammabfluss und in der Kronentraufe			X				93, 94	3
Luftinhaltsstoffe, anorganische Einzelparameter	DEPCR	Gesamtgehalt an Cr im Staubniederschlag					X		52	3
Luftinhaltsstoffe, anorganische Einzelparameter	DEPNI	Gesamtgehalt an Ni im Staubniederschlag					X		52	3
Luftinhaltsstoffe, anorganische Einzelparameter	DEPCU	Gesamtgehalt an Cu im Staubniederschlag					X		52	3
Luftinhaltsstoffe, anorganische Einzelparameter	DEPZN	Gesamtgehalt an Zn im Staubniederschlag					X		52	3
Luftinhaltsstoffe, anorganische Einzelparameter	DEPAS	Gesamtgehalt an As im Staubniederschlag					X		52	3
Luftinhaltsstoffe, anorganische Einzelparameter	DEPPB	Gesamtgehalt an Pb im Staubniederschlag			X				54	3
Luftinhaltsstoffe, anorganische Einzelparameter	DEPCD	Gesamtgehalt an Cd im Staubniederschlag			X				54	3

Überschrift	Acronym	Definition	im FB enthalten	FB Teil von KDS	KDS Teil von FB	Parameter in FB angebar unter "sonstiges" oder "andere"	Gleicher Themenkompl ex(*)	im FB nicht enthalten	FB-Nr.	Kategorie
Luftinhaltsstoffe, anorganische Einzelparameter	DEPHG	Gesamtgehalt an Hg im Staubniederschlag					X		52	3
Luftinhaltsstoffe, organische Summenparameter	DEPTOC	TOC im Niederschlagswasser bzw. im Stammabfluss und in der Kronentraufe	X						109	4
Wetter und Waermehaushalt, Niederschlag und Luftfeuchte	NGINT	Intensitaet der Niederschlaege			X				81	3
Wetter und Waermehaushalt, Niederschlag und Luftfeuchte	NGGES	Gesamtniederschlag			X				81	3
Wetter und Waermehaushalt, Niederschlag und Luftfeuchte	NGNEBEL	Nebeltage (Anzahl)						X		
Wetter und Waermehaushalt, Niederschlag und Luftfeuchte	SNOH2O	Wasseraequivalent der Schneedecke						X		
Wetter und Waermehaushalt, Niederschlag und Luftfeuchte	SNOHOE	Hoehe der Schneedecke						X		
Wetter und Waermehaushalt, Niederschlag und Luftfeuchte	SNODAU	Dauer der Schneebedeckung						X		
Wetter und Waermehaushalt, Niederschlag und Luftfeuchte	RLF	relative Luftfeuchte (2 m)			X				15	5
Wetter und Waermehaushalt, Strahlung	SEUVB	UV-B-Strahlung						X		
Wetter und Waermehaushalt, Strahlung	SESONN	tatsaechliche Sonnenscheindauer						X		
Wetter und Waermehaushalt, Strahlung	SEGLO	Globalstrahlung						X		
Wetter und Waermehaushalt, Lufttemperatur	LT	Lufttemperatur (2 m)			X				15, 71	5
Wetter und Waermehaushalt, Wind	WINDR	Windrichtung/Windrose (10 m Hoehe)			X				15	5
Wetter und Waermehaushalt, Wind	WINDV	Windgeschwindigkeit (10 m Hoehe)			X				15	5
Wetter und Waermehaushalt, Luftdruck	BAR	Luftdruck			X	X			15	5
Wetter und Waermehaushalt, Bodenwaermehaushalt	BOT	Bodentemperatur (in 5 und 50 cm Bodentiefe)						X		
Wetter und Waermehaushalt, Bodenwaermehaushalt	BOTZ	Bodentemperatur (zusaetzlich in 10 und 100 cm Bodentiefe)						X		
Boden, Pedologische Erfassung	BOTYP	Horizontabfolge mit Angabe der Tiefe/ Maechtigkeit: Bodentyp, inkl. Bodenausgangsgestein		X					37, 38-40, 51, 95-96	2
Boden, Pedologische Erfassung	BOART	Bodenart, Korngroessen-verteilung		X					41, 94, 118, 240	2
Boden, Pedologische Erfassung	BOTORF	Torfart			X				41	2
Boden, Pedologische Erfassung	BOTZER	Zersetzungsstufe von Torfen						X		



Überschrift	Acronym	Definition	im FB enthalten	FB Teil von KDS	KDS Teil von FB	Parameter in FB angebar unter "sonstiges" oder "andere"	Gleicher Themenkompl ex(*)	im FB nicht enthalten	FB-Nr.	Kategorie
Boden, Stoffliche Charakterisierung: Bodenfestphase, chemisch-physikalische Grundparameter, anorganische Einzelparameter	<b>BOFNH4</b>	NH4-N in der Bodenfestphase			<b>X</b>				175	2
Boden, Stoffliche Charakterisierung: Bodenfestphase, chemisch-physikalische Grundparameter, anorganische Einzelparameter	<b>BOFNO3</b>	NO3-N in der Bodenfestphase			<b>X</b>				175	2
Boden, Stoffliche Charakterisierung: Bodenfestphase, chemisch-physikalische Grundparameter, anorganische Einzelparameter	<b>BOFP</b>	Pges (Koenigswasser) in der Bodenfestphase (in 9 Flussaeure)			<b>X</b>				177, 156, 152	2
Boden, Stoffliche Charakterisierung: Bodenfestphase, chemisch-physikalische Grundparameter, anorganische Einzelparameter	<b>BOFPCAL</b>	Pges (CAL, pflanzenver-fuegbar) in der Bodenfestphase			<b>X</b>				177, 156, 152	2
Boden, Stoffliche Charakterisierung: Bodenfestphase, chemisch-physikalische Grundparameter, anorganische Einzelparameter	<b>BOFS</b>	Sges in der Bodenfestpha-se			<b>X</b>				157	2
Boden, Stoffliche Charakterisierung: Bodenfestphase, chemisch-physikalische Grundparameter, anorganische Einzelparameter	<b>BOFNA</b>	Na+ in der Bodenfestpha-se			<b>X</b>				156	2
Boden, Stoffliche Charakterisierung: Bodenfestphase, chemisch-physikalische Grundparameter, anorganische Einzelparameter	<b>BOFK</b>	K+ in der Bodenfestphase			<b>X</b>				152, 156	2
Boden, Stoffliche Charakterisierung: Bodenfestphase, chemisch-physikalische Grundparameter, anorganische Einzelparameter	<b>BOFCA</b>	Ca2+ in der Bodenfestpha-se			<b>X</b>				156	2
Boden, Stoffliche Charakterisierung: Bodenfestphase, chemisch-physikalische Grundparameter, anorganische Einzelparameter	<b>BOFMG</b>	Mg2+ in der Bodenfestpha-se	<b>X</b>						154, 156	2
Boden, Stoffliche Charakterisierung: Bodenfestphase, chemisch-physikalische Grundparameter, anorganische Einzelparameter	<b>BOFAL</b>	Al3+ in der Bodenfestpha-se			<b>X</b>				156	2
Boden, Stoffliche Charakterisierung: Bodenfestphase, chemisch-physikalische Grundparameter, anorganische Einzelparameter	<b>BOFFE</b>	Fe2+ in der Bodenfestpha-se			<b>X</b>				156	2
Boden, Stoffliche Charakterisierung: Bodenfestphase, chemisch-physikalische Grundparameter, anorganische Einzelparameter	<b>BOFMN</b>	Mn2+ in der Bodenfestphase	<b>X</b>						181	2
Boden, Stoffliche Charakterisierung: Bodenfestphase, chemisch-physikalische Grundparameter, anorganische Einzelparameter	<b>BOFCL</b>	Cl- in der Bodenfestphase						<b>X</b>		
Boden, Stoffliche Charakterisierung: Bodenfestphase, chemisch-physikalische Grundparameter, anorganische Einzelparameter	<b>BOFFED</b>	dithionitloesliches Fe in der Bodenfestphase	<b>X</b>						163	2
Boden, Stoffliche Charakterisierung: Bodenfestphase, chemisch-physikalische Grundparameter, anorganische Einzelparameter	<b>BOFALD</b>	dithionitloesliches Al in der Bodenfestphase			<b>X</b>				192	2

Überschrift	Acronym	Definition	im FB enthalten	FB Teil von KDS	KDS Teil von FB	Parameter in FB angebar unter "sonstiges" oder "andere"	Gleicher Themenkompl ex(*)	im FB nicht enthalten	FB-Nr.	Kategorie
Boden, Stoffliche Charakterisierung: Bodenfestphase, chemisch-physikalische Grundparameter, anorganische Einzelparameter	<b>BOFMND</b>	dithionitloesliches Mn in der Bodenfestphase			<b>X</b>				192	2
Boden, Stoffliche Charakterisierung: Bodenfestphase, chemisch-physikalische Grundparameter, anorganische Einzelparameter	<b>BOFFE0</b>	oxalatloesliches Fe in der Bodenfestphase	<b>X</b>						161	2
Boden, Stoffliche Charakterisierung: Bodenfestphase, chemisch-physikalische Grundparameter, anorganische Einzelparameter	<b>BOFALO</b>	oxalatloesliches Al in der Bodenfestphase			<b>X</b>				190	2
Boden, Stoffliche Charakterisierung: Bodenfestphase, chemisch-physikalische Grundparameter, anorganische Einzelparameter	<b>BOFMNO</b>	oxalatloesliches Mn in der Bodenfestphase			<b>X</b>				190	2
Boden, Stoffliche Charakterisierung: Bodenfestphase, chemisch-physikalische Grundparameter, anorganische Einzelparameter	<b>BOFCR</b>	Gesamtgehalt von Cr in der Bodenfestphase			<b>X</b>				146, 165	2
Boden, Stoffliche Charakterisierung: Bodenfestphase, chemisch-physikalische Grundparameter, anorganische Einzelparameter	<b>BOFNI</b>	Gesamtgehalt von Ni in der Bodenfestphase			<b>X</b>				146, 165	2
Boden, Stoffliche Charakterisierung: Bodenfestphase, chemisch-physikalische Grundparameter, anorganische Einzelparameter	<b>BOFCU</b>	Gesamtgehalt von Cu in der Bodenfestphase			<b>X</b>				146, 165	2
Boden, Stoffliche Charakterisierung: Bodenfestphase, chemisch-physikalische Grundparameter, anorganische Einzelparameter	<b>BOFZN</b>	Gesamtgehalt von Zn in der Bodenfestphase			<b>X</b>				146, 165	2
Boden, Stoffliche Charakterisierung: Bodenfestphase, chemisch-physikalische Grundparameter, anorganische Einzelparameter	<b>BOFAS</b>	Gesamtgehalt von As in der Bodenfestphase			<b>X</b>				157, 146, 165	2
Boden, Stoffliche Charakterisierung: Bodenfestphase, chemisch-physikalische Grundparameter, anorganische Einzelparameter	<b>BOFPB</b>	Gesamtgehalt von Pb in der Bodenfestphase			<b>X</b>				146, 165	2
Boden, Stoffliche Charakterisierung: Bodenfestphase, chemisch-physikalische Grundparameter, anorganische Einzelparameter	<b>BOFCD</b>	Gesamtgehalt von Cd in der Bodenfestphase			<b>X</b>				146, 165	2
Boden, Stoffliche Charakterisierung: Bodenfestphase, chemisch-physikalische Grundparameter, anorganische Einzelparameter	<b>BOFHG</b>	Gesamtgehalt von Hg in der Bodenfestphase			<b>X</b>				146, 165	2
Boden, Stoffliche Charakterisierung: Bodenfestphase, chemisch-physikalische Grundparameter, anorganische Einzelparameter	<b>BOFSCR</b>	mobiler und weniger mobiler Anteile von Cr in der Bodenfestphase					<b>X</b>		146, 165	2
Boden, Stoffliche Charakterisierung: Bodenfestphase, chemisch-physikalische Grundparameter, anorganische Einzelparameter	<b>BOFSNI</b>	mobiler und weniger mobiler Anteile von Ni in der Bodenfestphase					<b>X</b>		146, 165	2
Boden, Stoffliche Charakterisierung: Bodenfestphase, chemisch-physikalische Grundparameter, anorganische Einzelparameter	<b>BOFSCU</b>	mobiler und weniger mobiler Anteile von Cu in der Bodenfestphase					<b>X</b>		146, 165	2

Überschrift	Acronym	Definition	im FB enthalten	FB Teil von KDS	KDS Teil von FB	Parameter in FB angebar unter "sonstiges" oder "andere"	Gleicher Themenkompl ex(*)	im FB nicht enthalten	FB-Nr.	Kategorie
Boden, Stoffliche Charakterisierung: Bodenfestphase, chemisch-physikalische Grundparameter, anorganische Einzelparameter	<b>BOFSZN</b>	mobiler und weniger mobiler Anteile von Zn in der Bodenfestphase					<b>X</b>		146, 165	2
Boden, Stoffliche Charakterisierung: Bodenfestphase, chemisch-physikalische Grundparameter, anorganische Einzelparameter	<b>BOFSAS</b>	mobiler und weniger mobiler Anteile von As in der Bodenfestphase					<b>X</b>		146, 165	2
Boden, Stoffliche Charakterisierung: Bodenfestphase, chemisch-physikalische Grundparameter, anorganische Einzelparameter	<b>BOFSPB</b>	mobiler und weniger mobiler Anteile von Pb in der Bodenfestphase					<b>X</b>		146, 165	2
Boden, Stoffliche Charakterisierung: Bodenfestphase, chemisch-physikalische Grundparameter, anorganische Einzelparameter	<b>BOFSCD</b>	mobiler und weniger mobiler Anteile von Cd in der Bodenfestphase					<b>X</b>		146, 165	2
Boden, Stoffliche Charakterisierung: Bodenfestphase, chemisch-physikalische Grundparameter, anorganische Einzelparameter	<b>BOFSHG</b>	mobiler und weniger mobiler Anteile von Hg in der Bodenfestphase					<b>X</b>		146, 165	2
Boden, Stoffliche Charakterisierung: Bodenfestphase, chemisch-physikalische Grundparameter, organische Summen- und Gruppenparameter	<b>BOFEOX</b>	EOX in der Bodenfestphase					<b>X</b>		204	2
Boden, Stoffliche Charakterisierung: Bodenfestphase, chemisch-physikalische Grundparameter, organische Summen- und Gruppenparameter	<b>BOFMKW</b>	MKW in der Bodenfestphase					<b>X</b>		204	2
Boden, Stoffliche Charakterisierung: Bodenfestphase, chemisch-physikalische Grundparameter, organische Summen- und Gruppenparameter	<b>BOFPAK</b>	PAK16 in der Bodenfestphase			<b>X</b>				202	2
Boden, Stoffliche Charakterisierung: Bodenfestphase, chemisch-physikalische Grundparameter, organische Summen- und Gruppenparameter	<b>BOFPCB</b>	PCB6 in der Bodenfestphase			<b>X</b>				196	2
Boden, Stoffliche Charakterisierung: Bodenfestphase, chemisch-physikalische Grundparameter, organische Summen- und Gruppenparameter	<b>BOFDIOX</b>	Dioxine und Furane in der Bodenfestphase					<b>X</b>		204	2
Boden, Stoffliche Charakterisierung: Bodenfestphase, chemisch-physikalische Grundparameter, organische Summen- und Gruppenparameter	<b>BOFBENZ</b>	Benzop(a)pyren in der Bodenfestphase					<b>X</b>		204	2
Boden, Stoffliche Charakterisierung: Bodenfestphase, chemisch-physikalische Grundparameter, organische Summen- und Gruppenparameter	<b>BOFHCB</b>	HCB in der Bodenfestphase					<b>X</b>		204	2

Überschrift	Acronym	Definition	im FB enthalten	FB Teil von KDS	KDS Teil von FB	Parameter in FB angebar unter "sonstiges" oder "andere"	Gleicher Themenkompl ex(*)	im FB nicht enthalten	FB-Nr.	Kategorie
Boden, Stoffliche Charakterisierung: Bodenfestphase, chemisch-physikalische Grundparameter, organische Summen- und Gruppenparameter	<b>BOFHCH</b>	HCH-Gemisch in der Bodenfestphase					<b>X</b>		204	2
Boden, Stoffliche Charakterisierung: Bodenfestphase, chemisch-physikalische Grundparameter, organische Summen- und Gruppenparameter	<b>BOFPCP</b>	PCP in der Bodenfestphase					<b>X</b>		204	2
Boden, Stoffliche Charakterisierung: Bodenfestphase, chemisch-physikalische Grundparameter, organische Summen- und Gruppenparameter	<b>BOFPSM</b>	PSM/HPLC in der Bodenfestphase					<b>X</b>		204	2
Boden, Stoffliche Charakterisierung: Bodenfestphase, chemisch-physikalische Grundparameter, organische Summen- und Gruppenparameter	<b>BOLT</b>	Temperatur in der Bodenloesung					<b>X</b>		187	2
Boden, Stoffliche Charakterisierung: Bodenfestphase, chemisch-physikalische Grundparameter, organische Summen- und Gruppenparameter	<b>BOLEL</b>	Elektrische Leitfaehigkeit der Bodenloesung					<b>X</b>		150, 187	2
Boden, Stoffliche Charakterisierung: Bodenfestphase, chemisch-physikalische Grundparameter, organische Summen- und Gruppenparameter	<b>BOLPH</b>	pH-Wert der Bodenloesung I (in der Gleichgewichtsbodenloesung)			<b>X</b>				92	5
Boden, Stoffliche Charakterisierung: Bodenfestphase, chemisch-physikalische Grundparameter, anorganische Einzelparameter	<b>BOLNH4</b>	NH4-N in der Bodenloesung			<b>X</b>				185	2
Boden, Stoffliche Charakterisierung: Bodenfestphase, chemisch-physikalische Grundparameter, anorganische Einzelparameter	<b>BOLNO3</b>	NO3-N in der Bodenloesung			<b>X</b>				186	2
Boden, Stoffliche Charakterisierung: Bodenfestphase, chemisch-physikalische Grundparameter, anorganische Einzelparameter	<b>BOLNO2</b>	NO2-N in der Bodenloesung			<b>X</b>				186	2
Boden, Stoffliche Charakterisierung: Bodenfestphase, chemisch-physikalische Grundparameter, anorganische Einzelparameter	<b>BOLN</b>	Nges in der Bodenloesung			<b>X</b>				186	2
Boden, Stoffliche Charakterisierung: Bodenfestphase, chemisch-physikalische Grundparameter, anorganische Einzelparameter	<b>BOLPO4</b>	o-PO4-P in der Bodenloesung			<b>X</b>				186	2
Boden, Stoffliche Charakterisierung: Bodenfestphase, chemisch-physikalische Grundparameter, anorganische Einzelparameter	<b>BOLP</b>	Pges in der Bodenloesung			<b>X</b>				186	2
Boden, Stoffliche Charakterisierung: Bodenfestphase, chemisch-physikalische Grundparameter, anorganische Einzelparameter	<b>BOLSO4</b>	SO4-S in der Bodenloesung			<b>X</b>				186	2

Überschrift	Acronym	Definition	im FB enthalten	FB Teil von KDS	KDS Teil von FB	Parameter in FB angebar unter "sonstiges" oder "andere"	Gleicher Themenkompl ex(*)	im FB nicht enthalten	FB-Nr.	Kategorie
Boden, Stoffliche Charakterisierung: Bodenfestphase, chemisch-physikalische Grundparameter, anorganische Einzelparameter	<b>BOLS2</b>	S2- in der Bodenloesung			<b>X</b>				186	2
Boden, Stoffliche Charakterisierung: Bodenfestphase, chemisch-physikalische Grundparameter, anorganische Einzelparameter	<b>BOLS</b>	Sges in der Bodenloesung			<b>X</b>				186	2
Boden, Stoffliche Charakterisierung: Bodenfestphase, chemisch-physikalische Grundparameter, anorganische Einzelparameter	<b>BOLNA</b>	Na+ in der Bodenloesung			<b>X</b>				185	2
Boden, Stoffliche Charakterisierung: Bodenfestphase, chemisch-physikalische Grundparameter, anorganische Einzelparameter	<b>BOLK</b>	K+ in der Bodenloesung			<b>X</b>				185	2
Boden, Stoffliche Charakterisierung: Bodenfestphase, chemisch-physikalische Grundparameter, anorganische Einzelparameter	<b>BOLCA</b>	Ca2+ in der Bodenloesung			<b>X</b>				185	2
Boden, Stoffliche Charakterisierung: Bodenfestphase, chemisch-physikalische Grundparameter, anorganische Einzelparameter	<b>BOLMG</b>	Mg2+ in der Bodenloesung			<b>X</b>				185	2
Boden, Stoffliche Charakterisierung: Bodenfestphase, chemisch-physikalische Grundparameter, anorganische Einzelparameter	<b>BOLAL</b>	Al3+ in der Bodenloesung			<b>X</b>				185	2
Boden, Stoffliche Charakterisierung: Bodenfestphase, chemisch-physikalische Grundparameter, anorganische Einzelparameter	<b>BOLFE</b>	Fe2+ in der Bodenloesung			<b>X</b>				185	2
Boden, Stoffliche Charakterisierung: Bodenfestphase, chemisch-physikalische Grundparameter, anorganische Einzelparameter	<b>BOLMN</b>	Mn2+ in der Bodenloesung			<b>X</b>				185	2
Boden, Stoffliche Charakterisierung: Bodenfestphase, chemisch-physikalische Grundparameter, anorganische Einzelparameter	<b>BOLCL</b>	Cl- in der Bodenloesung			<b>X</b>				186	2
Boden, Stoffliche Charakterisierung: Bodenfestphase, chemisch-physikalische Grundparameter, anorganische Einzelparameter	<b>BOLCR</b>	Gesamtgehalt von Cr in der Bodenloesung			<b>X</b>				186	2
Boden, Stoffliche Charakterisierung: Bodenfestphase, chemisch-physikalische Grundparameter, anorganische Einzelparameter	<b>BOLNI</b>	Gesamtgehalt von Ni in der Bodenloesung			<b>X</b>				186	2
Boden, Stoffliche Charakterisierung: Bodenfestphase, chemisch-physikalische Grundparameter, anorganische Einzelparameter	<b>BOLCU</b>	Gesamtgehalt von Cu in der Bodenloesung			<b>X</b>				186	2
Boden, Stoffliche Charakterisierung: Bodenfestphase, chemisch-physikalische Grundparameter, anorganische Einzelparameter	<b>BOLZN</b>	Gesamtgehalt von Zn in der Bodenloesung			<b>X</b>				186	2
Boden, Stoffliche Charakterisierung: Bodenfestphase, chemisch-physikalische Grundparameter, anorganische Einzelparameter	<b>BOLAS</b>	Gesamtgehalt von As in der Bodenloesung			<b>X</b>				186	2

Überschrift	Acronym	Definition	im FB enthalten	FB Teil von KDS	KDS Teil von FB	Parameter in FB angebar unter "sonstiges" oder "andere"	Gleicher Themenkomplex(*)	im FB nicht enthalten	FB-Nr.	Kategorie
Boden, Stoffliche Charakterisierung: Bodenfestphase, chemisch-physikalische Grundparameter, anorganische Einzelparameter	<b>BOLPB</b>	Gesamtgehalt von Pb in der Bodenloesung			<b>X</b>				186	2
Boden, Stoffliche Charakterisierung: Bodenfestphase, chemisch-physikalische Grundparameter, anorganische Einzelparameter	<b>BOLCD</b>	Gesamtgehalt von Cd in der Bodenloesung			<b>X</b>				186	2
Boden, Stoffliche Charakterisierung: Bodenfestphase, chemisch-physikalische Grundparameter, anorganische Einzelparameter	<b>BOLHG</b>	Gesamtgehalt von Hg in der Bodenloesung			<b>X</b>				186	2
Boden, Bodenmikrobiologie	<b>BOBBIO</b>	Mikrobielle Biomasse im Boden	<b>X</b>						212	2
Boden, Bodenmikrobiologie	<b>BOBAKT</b>	Mikrobielle Aktivitaet im Boden		<b>X</b>					214-219	2
Boden, Bodenmesofauna	<b>FAUBODR</b>	Regenwuermer	<b>X</b>						226	2
Boden, Bodenmesofauna	<b>FAUBODS</b>	Springschwaenze	<b>X</b>						228	2
Grundwasser, Grundwasserkoerper	<b>GWEZG</b>	Groesse und Form des unterirdischen Einzugsgebietes			<b>X</b>				3	4
Grundwasser, Grundwasserkoerper	<b>GWR</b>	Stroemungsrichtung des Grundwassers						<b>X</b>		
Grundwasser, Grundwasserkoerper	<b>GWLE</b>	Art des Grundwasserleiters (Lockergestein oder festgestein)					<b>X</b>		2	4
Grundwasser, Grundwasserkoerper	<b>GWST</b>	Art der Grundwasserstauer					<b>X</b>		2	4
Grundwasser, Grundwasserkoerper	<b>GWAQ</b>	Maechtigkeit des Grundwasserleiters						<b>X</b>		
Grundwasser, Grundwasserkoerper	<b>GWENTN</b>	Grundwasserentnahmen			<b>X</b>				4	4
Grundwasser, Grundwasserkoerper	<b>GWEIN</b>	Grundwassereinspeisungen			<b>X</b>				4	4
Grundwasser, Grundwasserkoerper	<b>GWH</b>	Grundwasser(flur)abstand						<b>X</b>		
Grundwasser, Grundwasserbeschaffenheit, chemisch-physikalische Grundparameter	<b>GWCT</b>	Grundwassertemperatur	<b>X</b>						17	4
Grundwasser, Grundwasserbeschaffenheit, chemisch-physikalische Grundparameter	<b>GWCLF</b>	elektrische Leitfaehigkeit des Grundwassers	<b>X</b>						29	4
Grundwasser, Grundwasserbeschaffenheit, chemisch-physikalische Grundparameter	<b>GWCPH</b>	pH-Wert des Grundwassers	<b>X</b>						23	4
Grundwasser, Grundwasserbeschaffenheit, chemisch-physikalische Grundparameter	<b>GWCSBK</b>	Saeure- und Basenkapazitaet: KS 4,3 und KB 8,2 des Grundwassers	<b>X</b>						39	4
Grundwasser, Grundwasserbeschaffenheit, chemisch-physikalische Grundparameter	<b>GWCREd</b>	Redoxpotential (Eo) des Grundwassers	<b>X</b>						26	4
Grundwasser, Grundwasserbeschaffenheit, chemisch-physikalische Grundparameter	<b>GWCO2</b>	Sauerstoffgehalt des Grundwassers	<b>X</b>						34	4
Grundwasser, Grundwasserbeschaffenheit, chemisch-physikalische Grundparameter	<b>GWCFILT</b>	abfilterbare Stoffe im Grundwasser						<b>X</b>		



Überschrift	Acronym	Definition	im FB enthalten	FB Teil von KDS	KDS Teil von FB	Parameter in FB angebar unter "sonstiges" oder "andere"	Gleicher Themenkompl ex(*)	im FB nicht enthalten	FB-Nr.	Kategorie
Grundwasser, Grundwasserbeschaffenheit, chemisch-physikalische Grundparameter, anorganische Einzelparameter	<b>GWCCl</b>	Cl- im Grundwassers	<b>X</b>						61	4
Grundwasser, Grundwasserbeschaffenheit, chemisch-physikalische Grundparameter, anorganische Einzelparameter	<b>GWCCR</b>	Gesamtgehalt von Cr im Grundwasser	<b>X</b>						82	4
Grundwasser, Grundwasserbeschaffenheit, chemisch-physikalische Grundparameter, anorganische Einzelparameter	<b>GWcNI</b>	Gesamtgehalt von Ni im Grundwasser	<b>X</b>						88	4
Grundwasser, Grundwasserbeschaffenheit, chemisch-physikalische Grundparameter, anorganische Einzelparameter	<b>GWCCU</b>	Gesamtgehalt von Cu im Grundwasser	<b>X</b>						85	4
Grundwasser, Grundwasserbeschaffenheit, chemisch-physikalische Grundparameter, anorganische Einzelparameter	<b>GWcZN</b>	Gesamtgehalt von Zn im Grundwasser	<b>X</b>						91	4
Grundwasser, Grundwasserbeschaffenheit, chemisch-physikalische Grundparameter, anorganische Einzelparameter	<b>GWcAS</b>	Gesamtgehalt von As im Grundwasser	<b>X</b>						103	4
Grundwasser, Grundwasserbeschaffenheit, chemisch-physikalische Grundparameter, anorganische Einzelparameter	<b>GWcPB</b>	Gesamtgehalt von Pb im Grundwasser	<b>X</b>						94	4
Grundwasser, Grundwasserbeschaffenheit, chemisch-physikalische Grundparameter, anorganische Einzelparameter	<b>GWCCD</b>	Gesamtgehalt von Cd im Grundwasser	<b>X</b>						97	4
Grundwasser, Grundwasserbeschaffenheit, chemisch-physikalische Grundparameter, anorganische Einzelparameter	<b>GWCHG</b>	Gesamtgehalt von Hg im Grundwasser	<b>X</b>						100	4
Grundwasser, Grundwasserbeschaffenheit, chemisch-physikalische Grundparameter, organische Summen- und Gruppenparameter	<b>GWCTOC</b>	TOC im Grundwassers oder alternativ BSB5/KMnO4-Verbrauch	<b>X</b>						109	4
Grundwasser, Grundwasserbeschaffenheit, chemisch-physikalische Grundparameter, organische Summen- und Gruppenparameter	<b>GWCAOX</b>	AOX im Grundwassers	<b>X</b>						121	4
Grundwasser, Grundwasserbeschaffenheit, chemisch-physikalische Grundparameter, organische Summen- und Gruppenparameter	<b>GWcPOX</b>	POX im Grundwassers	<b>X</b>						123	4
Grundwasser, Grundwasserbeschaffenheit, chemisch-physikalische Grundparameter, organische Summen- und Gruppenparameter	<b>GWCMKW</b>	MKW im Grundwassers			<b>X</b>				135	4
Grundwasser, Grundwasserbeschaffenheit, chemisch-physikalische Grundparameter, organische Summen- und Gruppenparameter	<b>GWcBTEX</b>	BTEX im Grundwassers	<b>X</b>						130	4
Grundwasser, Grundwasserbeschaffenheit, chemisch-physikalische Grundparameter, organische Summen- und Gruppenparameter	<b>GWcPAK</b>	PAK16 im Grundwassers			<b>X</b>				127	4

Überschrift	Acronym	Definition	im FB enthalten	FB Teil von KDS	KDS Teil von FB	Parameter in FB angebbbar unter "sonstiges" oder "andere"	Gleicher Themenkompl ex(*)	im FB nicht enthalten	FB-Nr.	Kategorie
Grundwasser, Grundwasserbeschaffenheit, chemisch-physikalische Grundparameter, organische Summen- und Gruppenparameter	<b>GWPCB</b>	PCB6 im Grundwassers			<b>X</b>				135	4
Grundwasser, Grundwasserbeschaffenheit, chemisch-physikalische Grundparameter, organische Summen- und Gruppenparameter	<b>GWCPM</b>	PSM/HPLC im Grundwassers			<b>X</b>				133, 135	4
Grundwasser, Grundwasserbeschaffenheit, chemisch-physikalische Grundparameter, organische Summen- und Gruppenparameter	<b>GWCLHKW</b>	LHKW im Grundwassers	<b>X</b>						113	4
Grundwasser, Grundwasserbeschaffenheit, chemisch-physikalische Grundparameter, organische Summen- und Gruppenparameter	<b>GWCHCH</b>	HCH im Grundwasser			<b>X</b>				135	4
Grundwasser, Grundwasserbeschaffenheit, chemisch-physikalische Grundparameter, organische Summen- und Gruppenparameter	<b>GWCHCB</b>	HCB im Grundwasser			<b>X</b>				135	4
Fliessgewaesser, Struktur von Fliessgewaessern, Uebersichtskartierung	<b>FGKRUM</b>	Kruemmungstyp						<b>X</b>		
Fliessgewaesser, Struktur von Fliessgewaessern, Uebersichtskartierung	<b>FGLAUF</b>	Laufstyp						<b>X</b>		
Fliessgewaesser, Struktur von Fliessgewaessern, Uebersichtskartierung	<b>FGREG</b>	Regimety (Gewaesser mit ganzjaehriger oder zeitwei-ser Wasserfuehrung)						<b>X</b>		
Fliessgewaesser, Struktur von Fliessgewaessern, Uebersichtskartierung	<b>FGUFER</b>	Uferverbau (verbaute Uferlaenge)					<b>X</b>		5	4
Fliessgewaesser, Struktur von Fliessgewaessern, Uebersichtskartierung	<b>FGQBAU</b>	Querbauwerke					<b>X</b>		5, 6	4
Fliessgewaesser, Struktur von Fliessgewaessern, Uebersichtskartierung	<b>FGABF</b>	Abflussregelung, Rueck-stau					<b>X</b>		6	4
Fliessgewaesser, Struktur von Fliessgewaessern, Uebersichtskartierung	<b>FGTIEF</b>	Tiefenerosion						<b>X</b>		
Fliessgewaesser, Struktur von Fliessgewaessern, Uebersichtskartierung	<b>FGHW</b>	Hochwasserschutzbauwerke					<b>X</b>		5, 6	4
Fliessgewaesser, Struktur von Fliessgewaessern, Uebersichtskartierung	<b>FGAUS</b>	Ausuferungsmoeglichkeiten						<b>X</b>		
Fliessgewaesser, Struktur von Fliessgewaessern, Uebersichtskartierung	<b>FGSOHL</b>	Sohlensubstrat					<b>X</b>		2	4
Fliessgewaesser, Struktur von Fliessgewaessern, Uebersichtskartierung	<b>FGKEZG</b>	Groesse und Form des Gewaessereinzugsgebietes			<b>X</b>				3	4
Fliessgewaesser, Struktur von Fliessgewaessern, Uebersichtskartierung	<b>FGKZU</b>	Zufluss (Menge) aus Nebengewassern						<b>X</b>		
Fliessgewaesser, Struktur von Fliessgewaessern, Uebersichtskartierung	<b>FGKTYP</b>	Gewaessertyp	<b>X</b>						1	4
Fliessgewaesser, Struktur von Fliessgewaessern, Uebersichtskartierung	<b>FGKBREIT</b>	Gerinnebreite						<b>X</b>		
Fliessgewaesser, Struktur von Fliessgewaessern, Uebersichtskartierung	<b>FGKKRUM</b>	Kruemmungserosion						<b>X</b>		

Überschrift	Acronym	Definition	im FB enthalten	FB Teil von KDS	KDS Teil von FB	Parameter in FB angebar unter "sonstiges" oder "andere"	Gleicher Themenkompl ex(*)	im FB nicht enthalten	FB-Nr.	Kategorie
Fliessgewaesser, Struktur von Fliessgewaessern, Uebersichtskartierung	<b>FGKLBAN</b>	Laengsbaenke						<b>X</b>		
Fliessgewaesser, Struktur von Fliessgewaessern, Uebersichtskartierung	<b>FGKSTRU</b>	Besondere Laufstrukturen						<b>X</b>		
Fliessgewaesser, Struktur von Fliessgewaessern, Uebersichtskartierung	<b>FGKROHR</b>	Verrohrung					<b>X</b>		5	4
Fliessgewaesser, Struktur von Fliessgewaessern, Uebersichtskartierung	<b>FGKQBANK</b>	Querbaenke						<b>X</b>		
Fliessgewaesser, Struktur von Fliessgewaessern, Uebersichtskartierung	<b>FGKSTRO</b>	Stroemungsdiversitaet						<b>X</b>		
Fliessgewaesser, Struktur von Fliessgewaessern, Uebersichtskartierung	<b>FGKTI</b>	Tiefenvarianz						<b>X</b>		
Fliessgewaesser, Struktur von Fliessgewaessern, Uebersichtskartierung	<b>FGKPROF</b>	Profiltyp						<b>X</b>		
Fliessgewaesser, Struktur von Fliessgewaessern, Uebersichtskartierung	<b>FGKPROTI</b>	Profiltiefe						<b>X</b>		
Fliessgewaesser, Struktur von Fliessgewaessern, Uebersichtskartierung	<b>FGKEROS</b>	Breitenerosion						<b>X</b>		
Fliessgewaesser, Struktur von Fliessgewaessern, Uebersichtskartierung	<b>FGKBRVAR</b>	Breitenvarianz						<b>X</b>		
Fliessgewaesser, Struktur von Fliessgewaessern, Uebersichtskartierung	<b>FGKDURCH</b>	Durchlaesse					<b>X</b>		5	4
Fliessgewaesser, Struktur von Fliessgewaessern, Uebersichtskartierung	<b>FGKSOBAU</b>	Sohlenverbau					<b>X</b>		5	4
Fliessgewaesser, Struktur von Fliessgewaessern, Uebersichtskartierung	<b>FGKSUB</b>	Substratdiversitaet					<b>X</b>		2	4
Fliessgewaesser, Struktur von Fliessgewaessern, Uebersichtskartierung	<b>FGKSOBES</b>	bes. Sohlenstrukturen					<b>X</b>		2	4
Fliessgewaesser, Struktur von Fliessgewaessern, Uebersichtskartierung	<b>FGKUFVEG</b>	Uferbewuchs			<b>X</b>				163	4
Fliessgewaesser, Struktur von Fliessgewaessern, Uebersichtskartierung	<b>FGKUFBES</b>	besondere Uferstrukturen						<b>X</b>		
Fliessgewaesser, Abfluss und Fliessgeschwindigkeit	<b>FGV</b>	Fliessgeschwindigkeit an der Messstelle			<b>X</b>				163	4
Fliessgewaesser, Abfluss und Fliessgeschwindigkeit	<b>FGABFL</b>	Abfluss						<b>X</b>		
Fliessgewaesser, Beschaffenheit von Fliessgewaessern: Wasserkoeper und Schwebstoffe	<b>FGEINZA</b>	Anzahl von Einleitungen					<b>X</b>		4	4
Fliessgewaesser, Beschaffenheit von Fliessgewaessern: Wasserkoeper und Schwebstoffe	<b>FGEINLA</b>	Lage von Einleitungen					<b>X</b>		4	4
Fliessgewaesser, Beschaffenheit von Fliessgewaessern: Wasserkoeper und Schwebstoffe	<b>FGEINTYP</b>	Typ von Einleitungen					<b>X</b>		4	4

Überschrift	Acronym	Definition	im FB enthalten	FB Teil von KDS	KDS Teil von FB	Parameter in FB angebar unter "sonstiges" oder "andere"	Gleicher Themenkompl ex(*)	im FB nicht enthalten	FB-Nr.	Kategorie
Fliessgewaesser, Beschaffenheit von Fliessgewaessern: Wasserkoeper und Schwebstoffe, chemisch-physikalische Grundparameter	FGWHAE	Gesamthaerte des Fliess-gewaessers						X		
Fliessgewaesser, Beschaffenheit von Fliessgewaessern: Wasserkoeper und Schwebstoffe, chemisch-physikalische Grundparameter	FGWT	Wassertemperatur des Fliessgewaessers	X						17	4
Fliessgewaesser, Beschaffenheit von Fliessgewaessern: Wasserkoeper und Schwebstoffe, chemisch-physikalische Grundparameter	FGWEL	elektrische Leitfaehigkeit des Fliessgewaessers	X						29	4
Fliessgewaesser, Beschaffenheit von Fliessgewaessern: Wasserkoeper und Schwebstoffe, chemisch-physikalische Grundparameter	FGWPH	pH-Wert des Fliessgewaessers	X						23	4
Fliessgewaesser, Beschaffenheit von Fliessgewaessern: Wasserkoeper und Schwebstoffe, chemisch-physikalische Grundparameter	FGWSBK	Saeure- und Basenkapazitaet: KS 4,3 und KB 8,2 des Fliessgewaessers	X						39	4
Fliessgewaesser, Beschaffenheit von Fliessgewaessern: Wasserkoeper und Schwebstoffe, chemisch-physikalische Grundparameter	FGWO2	Sauerstoffgehalt des Fliessgewaessers	X						34	4
Fliessgewaesser, Beschaffenheit von Fliessgewaessern: Wasserkoeper und Schwebstoffe, chemisch-physikalische Grundparameter	FGWCLO	Chlorophyll-a-Gehalt des Fliessgewaessers						X		
Fliessgewaesser, Beschaffenheit von Fliessgewaessern: Wasserkoeper und Schwebstoffe, chemisch-physikalische Grundparameter	FWCFILT	abfiltrierbare Stoffe im Fliessgewaessers						X		
Fliessgewaesser, Beschaffenheit von Fliessgewaessern: Wasserkoeper und Schwebstoffe, chemisch-physikalische Grundparameter, anorganische Einzelparameter	FGWFE	Fe2+ im Wasserkoeper des Fliessgewaessers	X						73	4
Fliessgewaesser, Beschaffenheit von Fliessgewaessern: Wasserkoeper und Schwebstoffe, chemisch-physikalische Grundparameter, anorganische Einzelparameter	FGWNO3	NO3-N im Wasserkoeper des Fliessgewaessers	X						48	4
Fliessgewaesser, Beschaffenheit von Fliessgewaessern: Wasserkoeper und Schwebstoffe, chemisch-physikalische Grundparameter, anorganische Einzelparameter	FGWNO2	NO2-N im Wasserkoeper des Fliessgewaessers	X						45	4

Überschrift	Acronym	Definition	im FB enthalten	FB Teil von KDS	KDS Teil von FB	Parameter in FB angebar unter "sonstiges" oder "andere"	Gleicher Themenkompl ex(*)	im FB nicht enthalten	FB-Nr.	Kategorie
Fliessgewaesser, Beschaffenheit von Fliessgewaessern: Wasserkoeper und Schwebstoffe, chemisch-physikalische Grundparameter, anorganische Einzelparameter	FGWNH4	NH4-N im Wasserkoeper des Fliessgewaessers			X				42	4
Fliessgewaesser, Beschaffenheit von Fliessgewaessern: Wasserkoeper und Schwebstoffe, chemisch-physikalische Grundparameter, anorganische Einzelparameter	FGWN	Nges im Wasserkoeper des Fliessgewaessers	X						51	4
Fliessgewaesser, Beschaffenheit von Fliessgewaessern: Wasserkoeper und Schwebstoffe, chemisch-physikalische Grundparameter, anorganische Einzelparameter	FGWP	Pges im Wasserkoeper des Fliessgewaessers	X						52	4
Fliessgewaesser, Beschaffenheit von Fliessgewaessern: Wasserkoeper und Schwebstoffe, chemisch-physikalische Grundparameter, anorganische Einzelparameter	FGWSO4	SO4-S im Wasserkoeper des Fliessgewaessers	X						64	4
Fliessgewaesser, Beschaffenheit von Fliessgewaessern: Wasserkoeper und Schwebstoffe, chemisch-physikalische Grundparameter, anorganische Einzelparameter	FGWCL	Cl- im Wasserkoeper des Fliessgewaessers	X						61	4
Fliessgewaesser, Beschaffenheit von Fliessgewaessern: Wasserkoeper und Schwebstoffe, chemisch-physikalische Grundparameter, anorganische Einzelparameter	FGWCR	Gesamtgehalt von Cr in den Schwebstoffen des Fliessgewaessers	X						82	4
Fliessgewaesser, Beschaffenheit von Fliessgewaessern: Wasserkoeper und Schwebstoffe, chemisch-physikalische Grundparameter, anorganische Einzelparameter	FGWNI	Gesamtgehalt von Ni in den Schwebstoffen des Fliessgewaessers	X						88	4
Fliessgewaesser, Beschaffenheit von Fliessgewaessern: Wasserkoeper und Schwebstoffe, chemisch-physikalische Grundparameter, anorganische Einzelparameter	FGWCU	Gesamtgehalt von Cu in den Schwebstoffen des Fliessgewaessers	X						85	4
Fliessgewaesser, Beschaffenheit von Fliessgewaessern: Wasserkoeper und Schwebstoffe, chemisch-physikalische Grundparameter, anorganische Einzelparameter	FGWZN	Gesamtgehalt von Zn in den Schwebstoffen des Fliessgewaessers	X						91	4
Fliessgewaesser, Beschaffenheit von Fliessgewaessern: Wasserkoeper und Schwebstoffe, chemisch-physikalische Grundparameter, anorganische Einzelparameter	FGWAS	Gesamtgehalt von As in den Schwebstoffen des Fliessgewaessers	X						103	4
Fliessgewaesser, Beschaffenheit von Fliessgewaessern: Wasserkoeper und Schwebstoffe, chemisch-physikalische Grundparameter, anorganische Einzelparameter	FGWPB	Gesamtgehalt von Pb in den Schwebstoffen des Fliessgewaessers	X						94	4

Überschrift	Acronym	Definition	im FB enthalten	FB Teil von KDS	KDS Teil von FB	Parameter in FB angebar unter "sonstiges" oder "andere"	Gleicher Themenkompl ex(*)	im FB nicht enthalten	FB-Nr.	Kategorie
Fliessgewaesser, Beschaffenheit von Fliessgewaessern: Wasserkoeper und Schwebstoffe, chemisch-physikalische Grundparameter, anorganische Einzelparameter	<b>FGWCD</b>	Gesamtgehalt von Cd in den Schwebstoffen des Fliessgewaessers	<b>X</b>						97	4
Fliessgewaesser, Beschaffenheit von Fliessgewaessern: Wasserkoeper und Schwebstoffe, chemisch-physikalische Grundparameter, anorganische Einzelparameter	<b>FGWHG</b>	Gesamtgehalt von Hg in den Schwebstoffen des Fliessgewaessers	<b>X</b>						100	4
Fliessgewaesser, Beschaffenheit von Fliessgewaessern: Wasserkoeper und Schwebstoffe, chemisch-physikalische Grundparameter, organische Summen- und Gruppenparameter	<b>FGWTOC</b>	TOC (CSB) im Fliessgewaesser oder alternativ: BSB5/KMnO4-Verbrauch		<b>X</b>					32, 109	4
Fliessgewaesser, Beschaffenheit von Fliessgewaessern: Wasserkoeper und Schwebstoffe, chemisch-physikalische Grundparameter, organische Summen- und Gruppenparameter	<b>FGWAOX</b>	AOX im Fliessgewaesser	<b>X</b>						121	4
Fliessgewaesser, Beschaffenheit von Fliessgewaessern: Wasserkoeper und Schwebstoffe, chemisch-physikalische Grundparameter, organische Summen- und Gruppenparameter	<b>FGWPOX</b>	POX im Fliessgewaesser	<b>X</b>						123	4
Fliessgewaesser, Beschaffenheit von Fliessgewaessern: Wasserkoeper und Schwebstoffe, chemisch-physikalische Grundparameter, organische Summen- und Gruppenparameter	<b>FGWLHKW</b>	LHKW im Fliessgewaesser	<b>X</b>						113	4
Fliessgewaesser, Beschaffenheit von Fliessgewaessern: Wasserkoeper und Schwebstoffe, chemisch-physikalische Grundparameter, organische Summen- und Gruppenparameter	<b>FGWBTEX</b>	BTEX im Fliessgewaesser	<b>X</b>						130	4
Fliessgewaesser, Beschaffenheit von Fliessgewaessern: Wasserkoeper und Schwebstoffe, chemisch-physikalische Grundparameter, organische Summen- und Gruppenparameter	<b>FGWEDTA</b>	synthetische Komplex-bidner (u.a. EDTA) im Fliessgewaesser	<b>X</b>						119	4
Fliessgewaesser, Beschaffenheit von Fliessgewaessern: Wasserkoeper und Schwebstoffe, chemisch-physikalische Grundparameter, organische Summen- und Gruppenparameter	<b>FGWTENS</b>	Tenside (insbesondere bei kleinen Gewaessern) im Fliessgewaesser					<b>X</b>		135	4



Überschrift	Acronym	Definition	im FB enthalten	FB Teil von KDS	KDS Teil von FB	Parameter in FB angebar unter "sonstiges" oder "andere"	Gleicher Themenkompl ex(*)	im FB nicht enthalten	FB-Nr.	Kategorie
Fliessgewaesser, Beschaffenheit von Fliessgewaessern: Sediment bei Fliessgewaessern mit Schlick- o. Muddesediment (gemaess FGGSOHL), anorganische Einzelparameter	<b>FGSPB</b>	Gesamtgehalt von Pb im Fliessgewaessersediment	<b>X</b>						146, 165	2
Fliessgewaesser, Beschaffenheit von Fliessgewaessern: Sediment bei Fliessgewaessern mit Schlick- o. Muddesediment (gemaess FGGSOHL), anorganische Einzelparameter	<b>FGSCD</b>	Gesamtgehalt von Cd im Fliessgewaessersediment	<b>X</b>						146, 165	2
Fliessgewaesser, Beschaffenheit von Fliessgewaessern: Sediment bei Fliessgewaessern mit Schlick- o. Muddesediment (gemaess FGGSOHL), anorganische Einzelparameter	<b>FGSHG</b>	Gesamtgehalt von Hg im Fliessgewaessersediment	<b>X</b>						146, 165	2
Fliessgewaesser, Beschaffenheit von Fliessgewaessern: Sediment bei Fliessgewaessern mit Schlick- o. Muddesediment (gemaess FGGSOHL), organische Summen- und Gruppenparameter	<b>FGSPAK</b>	PAK16 im Fliessgewaessersediment			<b>X</b>				202	2
Fliessgewaesser, Beschaffenheit von Fliessgewaessern: Sediment bei Fliessgewaessern mit Schlick- o. Muddesediment (gemaess FGGSOHL), organische Summen- und Gruppenparameter	<b>FGSEOX</b>	EOX im Fliessgewaessersediment			<b>X</b>				204	2
Fliessgewaesser, Beschaffenheit von Fliessgewaessern: Sediment bei Fliessgewaessern mit Schlick- o. Muddesediment (gemaess FGGSOHL), organische Summen- und Gruppenparameter	<b>FGSMKW</b>	MKW im Fliessgewaessersediment			<b>X</b>				204	2
Fliessgewaesser, Beschaffenheit von Fliessgewaessern: Sediment bei Fliessgewaessern mit Schlick- o. Muddesediment (gemaess FGGSOHL), organische Summen- und Gruppenparameter	<b>FGSBTEX</b>	BTEX im Fliessgewaessersediment			<b>X</b>				204	2
Fliessgewaesser, Beschaffenheit von Fliessgewaessern: Sediment bei Fliessgewaessern mit Schlick- o. Muddesediment (gemaess FGGSOHL), organische Summen- und Gruppenparameter	<b>FGSDIOX</b>	Dioxine und Furane im Fliessgewaessersediment			<b>X</b>				204	2
Fliessgewaesser, Beschaffenheit von Fliessgewaessern: Sediment bei Fliessgewaessern mit Schlick- o. Muddesediment (gemaess FGGSOHL), organische Summen- und Gruppenparameter	<b>FGSPSM</b>	PSM/HPLC im Fliessgewaessersediment			<b>X</b>				204	2



Überschrift	Acronym	Definition	im FB enthalten	FB Teil von KDS	KDS Teil von FB	Parameter in FB angebar unter "sonstiges" oder "andere"	Gleicher Themenkompl ex(*)	im FB nicht enthalten	FB-Nr.	Kategorie
Beschaffenheit von stehenden Gewässern: Wasserkörper und Schwebstoffe, chemisch-physikalische Grundparameter	<b>SGWLE</b>	elektrische Leitfähigkeit des stehenden Gewässers	<b>X</b>						29	4
Beschaffenheit von stehenden Gewässern: Wasserkörper und Schwebstoffe, chemisch-physikalische Grundparameter	<b>SGWPH</b>	pH-Wert des stehenden Gewässers	<b>X</b>						23	4
Beschaffenheit von stehenden Gewässern: Wasserkörper und Schwebstoffe, chemisch-physikalische Grundparameter	<b>SGWSBK</b>	Säure- und Basenkapazität: KS 4,3 und KB 8,2 des stehenden Gewässers	<b>X</b>						39	4
Beschaffenheit von stehenden Gewässern: Wasserkörper und Schwebstoffe, chemisch-physikalische Grundparameter	<b>SGWO2</b>	Sauerstoffgehalt des stehenden Gewässers	<b>X</b>						34	4
Beschaffenheit von stehenden Gewässern: Wasserkörper und Schwebstoffe, chemisch-physikalische Grundparameter	<b>SGWCLO</b>	Chlorophyll-a-Gehalt des stehenden Gewässers						<b>X</b>		
Beschaffenheit von stehenden Gewässern: Wasserkörper und Schwebstoffe, chemisch-physikalische Grundparameter	<b>SWCFILT</b>	abfiltrierbare Stoffe im Fließgewässers						<b>X</b>		
Beschaffenheit von stehenden Gewässern: Wasserkörper und Schwebstoffe, chemisch-physikalische Grundparameter, anorganische Einzelparameter	<b>SGWFE</b>	Fe <sup>2+</sup> im Wasserkörper des stehenden Gewässers	<b>X</b>						73	4
Beschaffenheit von stehenden Gewässern: Wasserkörper und Schwebstoffe, chemisch-physikalische Grundparameter, anorganische Einzelparameter	<b>SGWCA</b>	Ca <sup>2+</sup> im Wasserkörper des stehenden Gewässers			<b>X</b>				67	4
Beschaffenheit von stehenden Gewässern: Wasserkörper und Schwebstoffe, chemisch-physikalische Grundparameter, anorganische Einzelparameter	<b>SGWMG</b>	Mg <sup>2+</sup> im Wasserkörper des stehenden Gewässers			<b>X</b>				67	4
Beschaffenheit von stehenden Gewässern: Wasserkörper und Schwebstoffe, chemisch-physikalische Grundparameter, anorganische Einzelparameter	<b>SGWCL</b>	Cl <sup>-</sup> im Wasserkörper des stehenden Gewässers	<b>X</b>						61	4
Beschaffenheit von stehenden Gewässern: Wasserkörper und Schwebstoffe, chemisch-physikalische Grundparameter, anorganische Einzelparameter	<b>SGWNO3</b>	NO <sub>3</sub> -N im Wasserkörper des stehenden Gewässers	<b>X</b>						48	4
Beschaffenheit von stehenden Gewässern: Wasserkörper und Schwebstoffe, chemisch-physikalische Grundparameter, anorganische Einzelparameter	<b>SGWNO2</b>	NO <sub>2</sub> -N im Wasserkörper des stehenden Gewässers	<b>X</b>						45	4
Beschaffenheit von stehenden Gewässern: Wasserkörper und Schwebstoffe, chemisch-physikalische Grundparameter, anorganische Einzelparameter	<b>SGWNH4</b>	NH <sub>4</sub> -N im Wasserkörper des stehenden Gewässers			<b>X</b>				42	4



Überschrift	Acronym	Definition	im FB enthalten	FB Teil von KDS	KDS Teil von FB	Parameter in FB angebar unter "sonstiges" oder "andere"	Gleicher Themenkompl ex(*)	im FB nicht enthalten	FB-Nr.	Kategorie
Beschaffenheit von stehenden Gewässern: Wasserkörper und Schwebstoffe, chemisch-physikalische Grundparameter, anorganische Einzelparameter	<b>SGWHG</b>	Gesamtgehalt von Hg in den Schwebstoffen des stehenden Gewässers	<b>X</b>						100	4
Beschaffenheit von stehenden Gewässern: Wasserkörper und Schwebstoffe, chemisch-physikalische Grundparameter, organische Summen- und Gruppenparameter	<b>SGWTOC</b>	TOC (CSB) im Wasser-körper des stehenden Gewässers oder alternativ: BSB5/KMnO4-Verbrauch		<b>X</b>					32, 109	4
Beschaffenheit von stehenden Gewässern: Wasserkörper und Schwebstoffe, chemisch-physikalische Grundparameter, organische Summen- und Gruppenparameter	<b>SGWAOX</b>	AOX	<b>X</b>						121	4
Beschaffenheit von stehenden Gewässern: Wasserkörper und Schwebstoffe, chemisch-physikalische Grundparameter, organische Summen- und Gruppenparameter	<b>SGWPOX</b>	POX	<b>X</b>						123	4
Beschaffenheit von stehenden Gewässern: Wasserkörper und Schwebstoffe, chemisch-physikalische Grundparameter, organische Summen- und Gruppenparameter	<b>SGWLHKW</b>	LHKW	<b>X</b>						113	4
Beschaffenheit von stehenden Gewässern: Wasserkörper und Schwebstoffe, chemisch-physikalische Grundparameter, organische Summen- und Gruppenparameter	<b>SGWBTEX</b>	BTEX	<b>X</b>						130	4
Beschaffenheit von stehenden Gewässern: Wasserkörper und Schwebstoffe, chemisch-physikalische Grundparameter, organische Summen- und Gruppenparameter	<b>SGWEDTA</b>	synthetische Komplex-bildner (u.a. EDTA)	<b>X</b>						119	4
Beschaffenheit von stehenden Gewässern: Wasserkörper und Schwebstoffe, chemisch-physikalische Grundparameter, organische Summen- und Gruppenparameter	<b>SGWTENS</b>	Tenside (insbesondere bei kleinen Gewässern)					<b>X</b>		135	4
Beschaffenheit von stehenden Gewässern: Wasserkörper und Schwebstoffe, chemisch-physikalische Grundparameter, organische Summen- und Gruppenparameter	<b>SGWPSM</b>	PSM/HPLC					<b>X</b>		135	4
Beschaffenheit von stehenden Gewässern: Sediment, chemisch-physikalische Grundparameter	<b>SGSTV</b>	Trocknungsverlust des Sediments des stehenden Gewässers						<b>X</b>		
Beschaffenheit von stehenden Gewässern: Sediment, chemisch-physikalische Grundparameter	<b>SGSOS</b>	Gluehverlust des Sedi-ments des stehenden Gewässers					<b>X</b>		43, 136	2
Beschaffenheit von stehenden Gewässern: Sediment, chemisch-physikalische Grundparameter	<b>SGSRED</b>	Redoxpotential an der Sedimentoberflaeche des stehenden Gewässers						<b>X</b>		

Überschrift	Acronym	Definition	im FB enthalten	FB Teil von KDS	KDS Teil von FB	Parameter in FB angebar unter "sonstiges" oder "andere"	Gleicher Themenkompl ex(*)	im FB nicht enthalten	FB-Nr.	Kategorie
Beschaffenheit von stehenden Gewässern: Sediment, chemisch-physikalische Grundparameter, anorganische Einzelparameter	<b>SGSP</b>	Pges im Sediment des stehenden Gewässers	<b>X</b>						156	2
Beschaffenheit von stehenden Gewässern: Sediment, chemisch-physikalische Grundparameter, anorganische Einzelparameter	<b>SGSCR</b>	Gesamtgehalt von Cr im Sediment des stehenden Gewässers	<b>X</b>						146, 165	2
Beschaffenheit von stehenden Gewässern: Sediment, chemisch-physikalische Grundparameter, anorganische Einzelparameter	<b>SGSNI</b>	Gesamtgehalt von Ni im Sediment des stehenden Gewässers	<b>X</b>						146, 165	2
Beschaffenheit von stehenden Gewässern: Sediment, chemisch-physikalische Grundparameter, anorganische Einzelparameter	<b>SGSCU</b>	Gesamtgehalt von Cu im Sediment des stehenden Gewässers	<b>X</b>						146, 165	2
Beschaffenheit von stehenden Gewässern: Sediment, chemisch-physikalische Grundparameter, anorganische Einzelparameter	<b>SGSZN</b>	Gesamtgehalt von Zn im Sediment des stehenden Gewässers	<b>X</b>						146, 165	2
Beschaffenheit von stehenden Gewässern: Sediment, chemisch-physikalische Grundparameter, anorganische Einzelparameter	<b>SGSAS</b>	Gesamtgehalt von As im Sediment des stehenden Gewässers	<b>X</b>						157	2
Beschaffenheit von stehenden Gewässern: Sediment, chemisch-physikalische Grundparameter, anorganische Einzelparameter	<b>SGSPB</b>	Gesamtgehalt von Pb im Sediment des stehenden Gewässers	<b>X</b>						146, 165	2
Beschaffenheit von stehenden Gewässern: Sediment, chemisch-physikalische Grundparameter, anorganische Einzelparameter	<b>SGSCD</b>	Gesamtgehalt von Cd im Sediment des stehenden Gewässers	<b>X</b>						146, 165	2
Beschaffenheit von stehenden Gewässern: Sediment, chemisch-physikalische Grundparameter, anorganische Einzelparameter	<b>SGSHG</b>	Gesamtgehalt von Hg im Sediment des stehenden Gewässers	<b>X</b>						146, 165	2
Beschaffenheit von stehenden Gewässern: Sediment, chemisch-physikalische Grundparameter, organische Summen- und Gruppenparameter	<b>SGSPAK</b>	PAK16 im Sediment des stehenden Gewässers			<b>X</b>				202	2
Beschaffenheit von stehenden Gewässern: Sediment, chemisch-physikalische Grundparameter, organische Summen- und Gruppenparameter	<b>SGSEOX</b>	EOX im Sediment des stehenden Gewässers			<b>X</b>				204	2
Beschaffenheit von stehenden Gewässern: Sediment, chemisch-physikalische Grundparameter, organische Summen- und Gruppenparameter	<b>SGSMKW</b>	MKW im Sediment des stehenden Gewässers			<b>X</b>				204	2
Beschaffenheit von stehenden Gewässern: Sediment, chemisch-physikalische Grundparameter, organische Summen- und Gruppenparameter	<b>SGSBTEX</b>	BTEX im Sediment des stehenden Gewässers			<b>X</b>				204	2

Überschrift	Acronym	Definition	im FB enthalten	FB Teil von KDS	KDS Teil von FB	Parameter in FB angebar unter "sonstiges" oder "andere"	Gleicher Themenkomplex(*)	im FB nicht enthalten	FB-Nr.	Kategorie
Beschaffenheit von stehenden Gewässern: Sediment, chemisch-physikalische Grundparameter, organische Summen- und Gruppenparameter	<b>SGSDIOX</b>	Dioxine und Furane im Sediment des stehenden Gewässers			<b>X</b>				204	2
Beschaffenheit von stehenden Gewässern: Sediment, chemisch-physikalische Grundparameter, organische Summen- und Gruppenparameter	<b>SGSPSM</b>	PSM/HPLC im Sediment des stehenden Gewässers			<b>X</b>				204	2
Flora stehender Gewässer	<b>SGWCLO</b>	Chlorophyll-a-Gehalt des stehenden Gewässers, Phytoplanktonbiomasse (Chlorophyll-a und Phaeopigmente)						<b>X</b>		
Fauna stehender Gewässer	<b>SGFAUF</b>	Fische			<b>X</b>				12	7
Fauna stehender Gewässer	<b>SGFAUM</b>	Makrozoobenthos				<b>X</b>			13	7
Fauna stehender Gewässer	<b>SGFAULIB</b>	Libellen			<b>X</b>				13	7
Bioindikatoren terrestrischer Systeme, Reaktionsindikatoren – Vegetation und Flora	<b>VEGKART</b>	Vegetationskartierung	<b>X</b>						24	7
Bioindikatoren terrestrischer Systeme, Reaktionsindikatoren – Vegetation und Flora	<b>VEGPHAE</b>	Phaenologische Aufnahmen						<b>X</b>		
Bioindikatoren terrestrischer Systeme, Reaktionsindikatoren – Vegetation und Flora	<b>VEGLAI</b>	Blattflächenindex						<b>X</b>		
Bioindikatoren terrestrischer Systeme, Reaktionsindikatoren – Vegetation und Flora	<b>BioRF</b>	Flechtenkartierung (Luft-güteindex)	<b>X</b>						29	5
Bioindikatoren terrestrischer Systeme, Reaktionsindikatoren – Vegetation und Flora	<b>BioRTO3</b>	Blattschäden am Tabak			<b>X</b>				59	5
Bioindikatoren terrestrischer Systeme, Reaktionsindikatoren – Vegetation und Flora	<b>BioRBO3</b>	Blattschäden an der Brennnessel o.a.			<b>X</b>				59	5
Bioindikatoren terrestrischer Systeme, Reaktionsindikatoren – Vegetation und Flora	<b>BioRW</b>	Waldzustandserhebung: Blatt- und Nadelverfärbung sowie Blatt- und Nadelverluste		<b>X</b>					35, 61, 83, 95	5
Akkumulationsindikatoren – Vegetation und Flora, Ernährungszustand	<b>BioABN</b>	Blatt- und Nadelanalyse der standortlichen Vegetation in Waldoekosystemen: C-Gehalt					<b>X</b>		33-35, 95	5
Akkumulationsindikatoren – Vegetation und Flora, Ernährungszustand	<b>BioABN</b>	Blatt- und Nadelanalyse der standortlichen Vegetation in Waldoekosystemen: N-Gehalt			<b>X</b>				95	5
Akkumulationsindikatoren – Vegetation und Flora, Ernährungszustand	<b>BioABS</b>	Blatt- und Nadelanalyse der standortlichen Vegetation in Waldoekosystemen: S-Gehalt			<b>X</b>				95	5
Akkumulationsindikatoren – Vegetation und Flora, Ernährungszustand	<b>BioABP</b>	Blatt- und Nadelanalyse der standortlichen Vegetation in Waldoekosystemen: P-Gehalt			<b>X</b>				95	5

Überschrift	Acronym	Definition	im FB enthalten	FB Teil von KDS	KDS Teil von FB	Parameter in FB angebar unter "sonstiges" oder "andere"	Gleicher Themenkompl ex(*)	im FB nicht enthalten	FB-Nr.	Kategorie
Akkumulationsindikatoren – Vegetation und Flora, Ernährungszustand	<b>BioABK</b>	Blatt- und Nadelanalyse der standoertlichen Vegetation in Waldoekosystemen: K+-Gehalt			<b>X</b>				95	5
Akkumulationsindikatoren – Vegetation und Flora, Ernährungszustand	<b>BioABCA</b>	Blatt- und Nadelanalyse der standoertlichen Vegetation in Waldoekosystemen: Ca2+-Gehalt			<b>X</b>				95	5
Akkumulationsindikatoren – Vegetation und Flora, Ernährungszustand	<b>BioABMG</b>	Blatt- und Nadelanalyse der standoertlichen Vegetation in Waldoekosystemen: Mg2+-Gehalt			<b>X</b>				95	5
Akkumulationsindikatoren – Vegetation und Flora, anorganische Schadstoffe	<b>BioAMCR</b>	Moose (Pleurozium schreberi, Scleropodium purum, Hypnum cupressiforme, Hylocomium splendens): Gesamtgehalt von Cr			<b>X</b>				25	5
Akkumulationsindikatoren – Vegetation und Flora, anorganische Schadstoffe	<b>BioAMNI</b>	Moose (Pleurozium schreberi, Scleropodium purum, Hypnum cupressiforme, Hylocomium splendens): Gesamtgehalt von Ni			<b>X</b>				25	5
Akkumulationsindikatoren – Vegetation und Flora, anorganische Schadstoffe	<b>BioAMCU</b>	Moose (Pleurozium schreberi, Scleropodium purum, Hypnum cupressiforme, Hylocomium splendens): Gesamtgehalt von Cu			<b>X</b>				25	5
Akkumulationsindikatoren – Vegetation und Flora, anorganische Schadstoffe	<b>BioAMZN</b>	Moose (Pleurozium schreberi, Scleropodium purum, Hypnum cupressiforme, Hylocomium splendens): Gesamtgehalt von Zn			<b>X</b>				25	5
Akkumulationsindikatoren – Vegetation und Flora, anorganische Schadstoffe	<b>BioAMAS</b>	Moose (Pleurozium schreberi, Scleropodium purum, Hypnum cupressiforme, Hylocomium splendens): Gesamtgehalt von As			<b>X</b>				25	5
Akkumulationsindikatoren – Vegetation und Flora, anorganische Schadstoffe	<b>BioAMPB</b>	Moose (Pleurozium schreberi, Scleropodium purum, Hypnum cupressiforme, Hylocomium splendens): Gesamtgehalt von Pb			<b>X</b>				25	5
Akkumulationsindikatoren – Vegetation und Flora, anorganische Schadstoffe	<b>BioAMCD</b>	Moose (Pleurozium schreberi, Scleropodium purum, Hypnum cupressiforme, Hylocomium splendens): Gesamtgehalt von Cd			<b>X</b>				25	5
Akkumulationsindikatoren – Vegetation und Flora, anorganische Schadstoffe	<b>BioAMHG</b>	Moose (Pleurozium schreberi, Scleropodium purum, Hypnum cupressiforme, Hylocomium splendens): Gesamtgehalt von Hg					<b>X</b>		25	5
Akkumulationsindikatoren – Vegetation und Flora, anorganische Schadstoffe	<b>BioAGMCR</b>	Standardisierte Graskultur (Lolium multiflorum): Gesamtgehalt von Cr			<b>X</b>				43	5
Akkumulationsindikatoren – Vegetation und Flora, anorganische Schadstoffe	<b>BioAGNI</b>	Standardisierte Graskultur (Lolium multiflorum): Gesamtgehalt von Ni			<b>X</b>				43	5

Überschrift	Acronym	Definition	im FB enthalten	FB Teil von KDS	KDS Teil von FB	Parameter in FB angebar unter "sonstiges" oder "andere"	Gleicher Themenkompl ex(*)	im FB nicht enthalten	FB-Nr.	Kategorie
Akkumulationsindikatoren – Vegetation und Flora, anorganische Schadstoffe	BioAGCU	Standardisierte Graskultur (Lolium multiflorum): Gesamtgehalt von Cu			X				43	5
Akkumulationsindikatoren – Vegetation und Flora, anorganische Schadstoffe	BioAGZN	Standardisierte Graskultur (Lolium multiflorum): Gesamtgehalt von Zn			X				43	5
Akkumulationsindikatoren – Vegetation und Flora, anorganische Schadstoffe	BioAGAS	Standardisierte Graskultur (Lolium multiflorum): Gesamtgehalt von As			X				43	5
Akkumulationsindikatoren – Vegetation und Flora, anorganische Schadstoffe	BioAGPB	Standardisierte Graskultur (Lolium multiflorum): Gesamtgehalt von Pb				X			44	5
Akkumulationsindikatoren – Vegetation und Flora, anorganische Schadstoffe	BioAGCD	Standardisierte Graskultur (Lolium multiflorum): Gesamtgehalt von Cd			X				43	5
Akkumulationsindikatoren – Vegetation und Flora, anorganische Schadstoffe	BioAGHG	Standardisierte Graskultur (Lolium multiflorum): Gesamtgehalt von Hg			X				43	5
Akkumulationsindikatoren – Vegetation und Flora, anorganische Schadstoffe	BioABCR	Cr-Gehalt von Nadeln der Kiefer und Fichte sowie von Blättern der Buche			X				33, 35	5
Akkumulationsindikatoren – Vegetation und Flora, anorganische Schadstoffe	BioABNI	Ni-Gehalt von Nadeln der Kiefer und Fichte sowie von Blättern der Buche			X				33, 35	5
Akkumulationsindikatoren – Vegetation und Flora, anorganische Schadstoffe	BioABCU	Cu-Gehalt von Nadeln der Kiefer und Fichte sowie von Blättern der Buche			X				34	5
Akkumulationsindikatoren – Vegetation und Flora, anorganische Schadstoffe	BioABZN	Zn-Gehalt von Nadeln der Kiefer und Fichte sowie von Blättern der Buche			X				34	5
Akkumulationsindikatoren – Vegetation und Flora, anorganische Schadstoffe	BioABAS	As-Gehalt von Nadeln der Kiefer und Fichte sowie von Blättern der Buche			X				34	5
Akkumulationsindikatoren – Vegetation und Flora, anorganische Schadstoffe	BioABPB	Pb-Gehalt von Nadeln der Kiefer und Fichte sowie von Blättern der Buche			X				34	5
Akkumulationsindikatoren – Vegetation und Flora, anorganische Schadstoffe	BioABCD	Cd-Gehalt von Nadeln der Kiefer und Fichte sowie von Blättern der Buche			X				34	5
Akkumulationsindikatoren – Vegetation und Flora, anorganische Schadstoffe	BioABHG	Hg-Gehalt von Nadeln der Kiefer und Fichte sowie von Blättern der Buche			X				34	5
Akkumulationsindikatoren – Vegetation und Flora, organische Schadstoffe	BioAGPAK	Standardisierte Graskultur (Lolium multiflorum) und Gruen Kohl: PAK			X				44	5
Akkumulationsindikatoren – Vegetation und Flora, organische Schadstoffe	BioAGPCD	Standardisierte Graskultur (Lolium multiflorum) und Gruen Kohl: PCDD/PCDF			X				44	5
Reaktionsindikatoren – Fauna, Insekten	FAUKaeF	Laufkaefer			X				13	7
Reaktionsindikatoren – Fauna, Insekten	FAUMAS	Insekten mit Massenentwicklungen			X				13	7
Reaktionsindikatoren – Fauna, Insekten	FAUFALT	Tagfalter			X				13	7
Reaktionsindikatoren – Fauna, Insekten	FAULIB	Libellen			X				13	7
Reaktionsindikatoren – Fauna, Saeuger	FAUHERBI	Grossherbivore			X				12	7
Reaktionsindikatoren – Fauna, Voegel	FAUVHOF	Brutvoegel des Halboffenlandes (z.B. heckenbruetende Voegel)			X				12	7

Überschrift	Acronym	Definition	im FB enthalten	FB Teil von KDS	KDS Teil von FB	Parameter in FB angebar unter "sonstiges" oder "andere"	Gleicher Themenkompl ex(*)	im FB nicht enthalten	FB-Nr.	Kategorie
Reaktionsindikatoren – Fauna, Voegel	<b>FAUVOFF</b>	Brutvoegel des Offenlandes (Wiesenvoegel im weiteren Sinn)			<b>X</b>				12	7
Reaktionsindikatoren – Fauna, Voegel	<b>FAUVWAT</b>	Wat- und Wasservoegel, Roehrichtbrueter			<b>X</b>				12	7
Reaktionsindikatoren – Fauna, Voegel	<b>FAUVHoeL</b>	Hoehlenbruetende Vogelarten			<b>X</b>				12	7
Reaktionsindikatoren – Fauna, Voegel	<b>FAUVGRO</b>	Grossvoegel			<b>X</b>				12	7
Akkumulationsindikatoren – Fauna										
		<b>SUMMEN:</b>	<b>142</b>	<b>12</b>	<b>156</b>	<b>7</b>	<b>59</b>	<b>55</b>	<b>=</b>	<b>431</b>

(\*) = Gleicher Themenkomplex, Antwort im FB aber nur durch Zusatzangaben theoretisch möglich, weil keine explizite Abfrage des Parameters enthalten ist

FB = Fragebogen

KDS = Kerndatensatz

## **ANHANG C.3**

### **Landschaftsrepräsentanztabellen**

C.3.1 Landschaftsrepräsentanz BDF

C.3.2 Landschaftsrepräsentanz Moosmonitoring 1995/96

C.3.3 Landschaftsrepräsentanz Immissionsmessnetz

<b>Repräsentanz - BDF</b>					
<b>Raumklasse (UBA PNV IX)</b>	<b>% Flächenanteil</b> <i>der Raumklasse an der Gesamtfläche BRD</i>	<b>IST Messstellen</b> gemäß Messstellen pro Raumklasse	<b>SOLL Messstellen</b> gemäß prozentualem Flächenanteil der Raumklasse an Gesamtfläche BRD	<b>absoluter Unterschied</b> + = Überschuss - = Defizit	<b>prozentualer Unterschied</b> + = Überschuss - = Defizit
8	4,1	19	27	-8	-1,2
12	6,3	66	43	23	3,5
18	5,8	20	39	-19	-2,8
19	3,9	17	26	-9	-1,3
20	3,8	9	26	-17	-2,5
22	1,6	5	11	-6	-0,9
26	2,4	36	16	20	3,0
27	3,4	54	23	31	4,6
30	3,0	10	20	-10	-1,5
42	7,3	20	49	-29	-4,3
43	7,2	37	49	-12	-1,7
46	4,1	16	28	-12	-1,7
47	8,1	45	54	-9	-1,4
56	6,7	64	45	19	2,8
57	2,8	16	19	-3	-0,5
58	2,7	25	18	7	1,0
62	14,0	69	94	-25	-3,7
63	2,8	48	19	29	4,3
118	3,8	16	25	-9	-1,4
119	6,2	81	42	39	5,8

<b>Repräsentanz - Moosmessnetz_1995/96</b>					
<b>Raumklasse (UBA PNV IX)</b>	<b>% Flächenanteil</b> der Raumklasse an der Gesamtfläche BRD	<b>IST Messstellen</b> gemäß Messstellen pro Raumklasse	<b>SOLL Messstellen</b> gemäß prozentualem Flächenanteil der Raumklasse an Gesamtfläche BRD	<b>absoluter Unterschied</b> + = Überschuss - = Defizit	<b>prozentualer Unterschied</b> + = Überschuss - = Defizit
8	4,1	55	42	13	1,3
12	6,3	90	65	25	2,4
18	5,8	85	59	26	2,5
19	3,9	45	40	5	0,5
20	3,8	72	39	33	3,2
22	1,6	4	17	-13	-1,2
26	2,4	13	24	-11	-1,1
27	3,4	22	35	-13	-1,3
30	3,0	38	31	7	0,7
42	7,3	73	75	-2	-0,2
43	7,2	96	74	22	2,1
46	4,1	54	42	12	1,1
47	8,1	55	83	-28	-2,7
56	6,7	56	69	-13	-1,3
57	2,8	34	29	5	0,5
58	2,7	25	28	-3	-0,3
62	14,0	109	143	-34	-3,3
63	2,8	25	29	-4	-0,4
118	3,8	44	39	5	0,5
119	6,2	33	64	-31	-3,0

Repräsentanz - Immissionsmessnetz_1995/96					
Raumklasse (UBA PNV IX)	<i>% Flächenanteil</i> der Raumklasse an der Gesamtfläche BRD	<b>IST Messstellen</b> gemäß Messstellen pro Raumklasse	<b>SOLL Messstellen</b> gemäß prozentualem Flächenanteil der Raumklasse an Gesamtfläche BRD	<b>absoluter Unterschied</b> + = Überschuss - = Defizit	<b>prozentualer Unterschied</b> + = Überschuss - = Defizit
8	4,1	17	20	-3	-0,7
12	6,3	31	32	-1	-0,2
18	5,8	30	29	1	0,2
19	3,9	37	19	18	3,5
20	3,8	3	19	-16	-3,2
22	1,6	11	8	3	0,6
26	2,4	5	12	-7	-1,4
27	3,4	7	17	-10	-2,0
30	3,0	20	15	5	1,0
42	7,3	10	37	-27	-5,3
43	7,2	13	36	-23	-4,7
46	4,1	12	21	-9	-1,7
47	8,1	135	41	94	18,8
56	6,7	25	34	-9	-1,7
57	2,8	8	14	-6	-1,3
58	2,7	7	14	-7	-1,3
62	14,0	55	70	-15	-3,0
63	2,8	31	14	17	3,3
118	3,8	17	19	-2	-0,4
119	6,2	29	31	-2	-0,5

## **ANHANG C.4.1**

**Flächenanteile der Kombinationen  
Bodentyp/Raumklasse/Landnutzung**

<b>Bodentyp</b>	<b>Häufigkeit Bodentyp [%]</b>	<b>Ökoklasse</b>	<b>Häufigkeit Ökoklasse [%]</b>	<b>Landnutzung</b>	<b>Häufigkeit Landnutzung [%]</b>	<b>Anteil der Merkmalskombination an der Gesamtfläche der BRD</b>	<b>Anzahl der Merkmalskombinationen pro Bodentyp</b>
<b>42</b>	7,56	<b>62</b>	30,57	<b>211</b>	62,29	1,44	<b>10</b>
				<b>311</b>	15,14	0,35	
		<b>47</b>	27,52	<b>211</b>	81,76	1,70	
		<b>119</b>	16,08	<b>211</b>	83,08	1,01	
		<b>30</b>	6,19	<b>211</b>	86,65	0,41	
		<b>118</b>	5,62	<b>211</b>	52,41	0,22	
				<b>311</b>	13,90	0,06	
				<b>231</b>	10,16	0,04	
		<b>56</b>	5,46	<b>211</b>	71,63	0,30	
				<b>312</b>	13,77	0,06	
<b>61</b>	5,48	<b>62</b>	42,35	<b>211</b>	32,75	0,76	
				<b>313</b>	24,38	0,57	
				<b>312</b>	18,21	0,42	
				<b>311</b>	14,34	0,33	
		<b>56</b>	38,16	<b>211</b>	33,08	0,69	
				<b>312</b>	27,43	0,57	
				<b>311</b>	14,18	0,30	
				<b>313</b>	11,41	0,24	
		<b>12</b>	4,50	<b>312</b>	61,29	0,15	
				<b>311</b>	11,98	0,03	
				<b>313</b>	10,14	0,03	
		<b>118</b>	3,13	<b>211</b>	47,68	0,08	
				<b>312</b>	19,87	0,03	
				<b>231</b>	10,60	0,02	
		<b>119</b>	2,99	<b>211</b>	49,31	0,08	
				<b>242</b>	12,50	0,02	
				<b>312</b>	12,50	0,02	
<b>59</b>	4,84	<b>62</b>	52,12	<b>211</b>	23,99	0,61	<b>11</b>
				<b>313</b>	20,21	0,51	
				<b>311</b>	18,41	0,46	
				<b>231</b>	18,18	0,46	
		<b>12</b>	33,73	<b>312</b>	46,24	0,76	
				<b>211</b>	22,32	0,36	
				<b>231</b>	12,66	0,21	
		<b>57</b>	9,01	<b>211</b>	40,10	0,18	
				<b>312</b>	25,26	0,11	
				<b>311</b>	15,89	0,07	
				<b>313</b>	11,46	0,05	
<b>31</b>	4,37	<b>43</b>	32,55	<b>211</b>	54,55	0,78	<b>15</b>
				<b>312</b>	21,81	0,31	
				<b>231</b>	15,18	0,22	
		<b>18</b>	21,50	<b>312</b>	61,79	0,58	
				<b>211</b>	23,82	0,22	
		<b>42</b>	12,43	<b>211</b>	69,46	0,38	
		<b>20</b>	10,74	<b>312</b>	44,07	0,21	
				<b>211</b>	38,98	0,18	
		<b>8</b>	8,32	<b>312</b>	63,13	0,23	
				<b>211</b>	19,38	0,07	
		<b>56</b>	4,24	<b>312</b>	58,90	0,11	
				<b>211</b>	17,18	0,03	
				<b>112</b>	11,66	0,02	
		<b>46</b>	3,22	<b>211</b>	62,90	0,09	
				<b>512</b>	10,48	0,01	

<i>Bodentyp</i>	Häufigkeit Bodentyp [%]	<i>Ökoklasse</i>	Häufigkeit Ökoklasse [%]	<i>Landnutzung</i>	Häufigkeit Landnutzung [%]	Anteil der Merkmalskombination an der Gesamtfläche der BRD	Anzahl der Merkmalskombinationen pro Bodentyp
<b>17</b>	4,13	<b>42</b>	43,61	<b>211</b>	76,12	1,37	<b>10</b>
		<b>43</b>	24,68	<b>211</b>	49,78	0,51	
				<b>231</b>	25,22	0,26	
				<b>312</b>	13,17	0,13	
		<b>18</b>	10,39	<b>312</b>	45,09	0,19	
				<b>211</b>	41,38	0,18	
		<b>20</b>	9,09	<b>211</b>	53,03	0,20	
				<b>312</b>	29,70	0,11	
		<b>19</b>	4,13	<b>211</b>	44,00	0,08	
				<b>312</b>	34,00	0,06	
<b>49</b>	3,98	<b>58</b>	33,98	<b>211</b>	49,71	0,67	<b>18</b>
				<b>312</b>	13,46	0,18	
				<b>313</b>	13,29	0,18	
		<b>62</b>	26,78	<b>211</b>	66,28	0,71	
				<b>311</b>	18,57	0,20	
		<b>26</b>	13,03	<b>313</b>	23,25	0,12	
				<b>211</b>	18,20	0,09	
				<b>312</b>	14,47	0,08	
				<b>242</b>	14,25	0,07	
				<b>311</b>	13,60	0,07	
				<b>231</b>	10,53	0,05	
		<b>56</b>	4,97	<b>211</b>	42,53	0,08	
				<b>312</b>	23,56	0,05	
		<b>118</b>	4,89	<b>211</b>	49,71	0,10	
				<b>311</b>	14,62	0,03	
				<b>242</b>	12,28	0,02	
<b>63</b>	4,34	<b>211</b>	55,26	0,10			
<b>47</b>	3,12	<b>211</b>	77,06	0,10			
<b>19</b>	3,84	<b>46</b>	65,83	<b>211</b>	88,94	2,25	<b>4</b>
		<b>8</b>	9,47	<b>211</b>	90,00	0,33	
		<b>20</b>	8,37	<b>211</b>	84,81	0,27	
		<b>43</b>	8,20	<b>211</b>	79,78	0,25	
<b>6</b>	3,59	<b>43</b>	19,86	<b>231</b>	51,59	0,37	<b>19</b>
				<b>211</b>	34,87	0,25	
		<b>8</b>	15,18	<b>211</b>	46,04	0,25	
				<b>231</b>	34,17	0,19	
				<b>312</b>	13,33	0,07	
		<b>20</b>	14,45	<b>211</b>	52,74	0,27	
				<b>231</b>	28,88	0,15	
		<b>42</b>	13,50	<b>231</b>	43,09	0,21	
				<b>211</b>	42,39	0,21	
		<b>18</b>	10,50	<b>211</b>	49,70	0,19	
				<b>231</b>	24,10	0,09	
				<b>312</b>	11,14	0,04	
		<b>46</b>	7,94	<b>211</b>	76,10	0,22	
				<b>231</b>	15,94	0,05	
		<b>119</b>	7,84	<b>211</b>	35,08	0,10	
				<b>231</b>	26,61	0,08	
		<b>242</b>	26,21	0,07			
<b>19</b>	2,56	<b>211</b>	62,96	0,06			
		<b>231</b>	20,99	0,02			

<b>Bodentyp</b>	<b>Häufigkeit Bodentyp [%]</b>	<b>Ökoklasse</b>	<b>Häufigkeit Ökoklasse [%]</b>	<b>Landnutzung</b>	<b>Häufigkeit Landnutzung [%]</b>	<b>Anteil der Merkmalskombination an der Gesamtfläche der BRD</b>	<b>Anzahl der Merkmalskombinationen pro Bodentyp</b>
<b>8</b>	3,46	<b>47</b>	42,33	<b>211</b>	60,02	0,88	<b>15</b>
				<b>231</b>	13,35	0,20	
				<b>112</b>	11,41	0,17	
				<b>211</b>	67,85	0,28	
				<b>231</b>	13,90	0,06	
				<b>62</b>	11,76	0,20	
				<b>211</b>	49,44	0,05	
				<b>311</b>	11,73	0,05	
				<b>112</b>	10,61	0,04	
				<b>231</b>	10,06	0,04	
				<b>18</b>	10,35	0,29	
				<b>8</b>	8,61	0,23	
				<b>211</b>	78,63	0,23	
				<b>231</b>	13,36	0,04	
				<b>30</b>	3,12	0,09	
<b>211</b>	85,26	0,09					
<b>42</b>	2,27	0,06					
<b>211</b>	73,91	0,06					
<b>112</b>	13,04	0,01					
<b>55</b>	3,36	<b>12</b>	43,34	<b>312</b>	54,80	0,80	<b>14</b>
				<b>231</b>	16,08	0,23	
				<b>313</b>	13,04	0,19	
				<b>57</b>	30,45	0,32	
				<b>242</b>	30,89	0,32	
				<b>312</b>	26,78	0,27	
				<b>211</b>	17,89	0,18	
				<b>231</b>	15,89	0,16	
				<b>63</b>	9,84	0,15	
				<b>313</b>	45,36	0,15	
				<b>312</b>	23,37	0,08	
				<b>242</b>	12,37	0,04	
				<b>62</b>	6,80	0,06	
				<b>211</b>	26,87	0,06	
				<b>313</b>	21,39	0,05	
<b>311</b>	18,91	0,04					
<b>242</b>	10,45	0,02					
<b>51</b>	3,32	<b>118</b>	30,36	<b>211</b>	60,95	0,61	<b>22</b>
				<b>211</b>	50,61	0,43	
				<b>231</b>	11,71	0,10	
				<b>311</b>	10,36	0,09	
				<b>312</b>	10,23	0,09	
				<b>63</b>	11,00	0,09	
				<b>211</b>	24,30	0,09	
				<b>242</b>	17,13	0,06	
				<b>313</b>	14,02	0,05	
				<b>311</b>	13,08	0,05	
				<b>231</b>	11,53	0,04	
				<b>112</b>	11,21	0,04	
				<b>56</b>	8,09	0,12	
				<b>211</b>	44,07	0,12	
				<b>312</b>	26,27	0,07	
				<b>242</b>	10,17	0,03	
				<b>62</b>	7,57	0,16	
				<b>211</b>	63,35	0,16	
				<b>311</b>	17,19	0,04	
				<b>26</b>	6,65	0,06	
				<b>211</b>	27,84	0,06	
				<b>312</b>	23,71	0,05	
<b>242</b>	23,20	0,05					
<b>58</b>	3,32	0,05					
<b>211</b>	45,36	0,05					
<b>311</b>	17,53	0,02					
<b>312</b>	14,43	0,02					
<b>26</b>	2,35	<b>18</b>	39,71	<b>211</b>	53,77	0,50	<b>7</b>
				<b>312</b>	32,24	0,30	
				<b>8</b>	26,28	0,44	
				<b>312</b>	16,18	0,10	
				<b>20</b>	16,33	0,32	
				<b>43</b>	8,89	0,17	
				<b>211</b>	79,89	0,17	
<b>312</b>	14,13	0,03					

<b>Bodentyp</b>	<b>Häufigkeit Bodentyp [%]</b>	<b>Ökoklasse</b>	<b>Häufigkeit Ökoklasse [%]</b>	<b>Landnutzung</b>	<b>Häufigkeit Landnutzung [%]</b>	<b>Anteil der Merkmalskombination an der Gesamtfläche der BRD</b>	<b>Anzahl der Merkmalskombinationen pro Bodentyp</b>		
<b>12</b>	2,21	<b>18</b>	38,25	<b>211</b>	57,80	0,49	<b>9</b>		
				<b>312</b>	24,60	0,21			
				<b>211</b>	61,88	0,43			
		<b>8</b>	31,16	<b>312</b>	17,33	0,12			
				<b>231</b>	14,19	0,10			
				<b>211</b>	55,23	0,15			
		<b>20</b>	12,29	<b>312</b>	33,89	0,09			
				<b>211</b>	60,09	0,15			
				<b>312</b>	23,77	0,06			
<b>18</b>	2,17	<b>56</b>	69,05	<b>211</b>	55,41	0,83	<b>7</b>		
				<b>312</b>	19,76	0,30			
				<b>242</b>	16,20	0,24			
		<b>119</b>	18,19	<b>211</b>	65,80	0,26			
				<b>312</b>	13,51	0,05			
		<b>27</b>	10,30	<b>231</b>	65,99	0,15			
				<b>312</b>	16,75	0,04			
<b>50</b>	2,17	<b>26</b>	41,71	<b>211</b>	22,58	0,20	<b>12</b>		
				<b>242</b>	22,33	0,20			
				<b>313</b>	19,07	0,17			
				<b>311</b>	13,17	0,12			
				<b>312</b>	10,66	0,10			
				<b>58</b>	35,53	<b>211</b>		61,56	0,48
		<b>312</b>	16,94			0,13			
		<b>313</b>	10,60			0,08			
		<b>62</b>	10,36	<b>211</b>	82,83	0,19			
				<b>63</b>	4,45	<b>211</b>		47,06	0,05
						<b>313</b>		17,65	0,02
		<b>312</b>	12,94	0,01					
<b>21</b>	2,00	<b>27</b>	52,51	<b>231</b>	61,71	0,65	<b>10</b>		
				<b>312</b>	19,85	0,21			
				<b>119</b>	32,35	<b>231</b>		47,36	0,31
						<b>242</b>		14,61	0,09
		<b>63</b>	9,85	<b>312</b>	11,27	0,07			
				<b>211</b>	10,04	0,06			
				<b>242</b>	28,32	0,06			
				<b>211</b>	17,92	0,04			
				<b>313</b>	13,29	0,03			
				<b>512</b>	10,98	0,02			
<b>28</b>	1,99	<b>42</b>	39,27	<b>211</b>	72,67	0,57	<b>8</b>		
				<b>231</b>	19,33	0,15			
		<b>43</b>	37,50	<b>211</b>	71,39	0,53			
				<b>312</b>	17,81	0,13			
		<b>18</b>	12,04	<b>312</b>	57,35	0,14			
				<b>211</b>	31,75	0,08			
		<b>20</b>	4,34	<b>312</b>	51,32	0,04			
				<b>211</b>	39,47	0,03			

<b>Bodentyp</b>	<b>Häufigkeit Bodentyp [%]</b>	<b>Ökoklasse</b>	<b>Häufigkeit Ökoklasse [%]</b>	<b>Landnutzung</b>	<b>Häufigkeit Landnutzung [%]</b>	<b>Anteil der Merkmalskombination an der Gesamtfläche der BRD</b>	<b>Anzahl der Merkmalskombinationen pro Bodentyp</b>
<b>63</b>	1,97	<b>56</b>	65,24	<b>312</b>	46,20	0,59	<b>11</b>
				<b>211</b>	29,95	0,39	
		<b>118</b>	7,03	<b>211</b>	43,44	0,06	
				<b>312</b>	32,79	0,05	
		<b>58</b>	6,74	<b>312</b>	30,77	0,04	
				<b>211</b>	29,06	0,04	
				<b>242</b>	19,66	0,03	
		<b>12</b>	5,76	<b>312</b>	70,00	0,08	
				<b>311</b>	13,00	0,01	
		<b>119</b>	5,24	<b>211</b>	47,25	0,05	
			5,24	<b>312</b>	21,98	0,02	
<b>11</b>	1,94	<b>119</b>	35,13	<b>211</b>	58,57	0,40	<b>25</b>
				<b>231</b>	13,14	0,09	
				<b>242</b>	11,65	0,08	
		<b>47</b>	21,86	<b>211</b>	59,36	0,25	
				<b>311</b>	10,70	0,05	
		<b>27</b>	12,62	<b>231</b>	51,85	0,13	
				<b>312</b>	25,00	0,06	
				<b>313</b>	11,57	0,03	
		<b>56</b>	5,03	<b>211</b>	50,00	0,05	
				<b>231</b>	17,44	0,02	
				<b>242</b>	11,63	0,01	
				<b>312</b>	11,63	0,01	
		<b>62</b>	4,85	<b>211</b>	37,35	0,04	
				<b>311</b>	12,05	0,01	
				<b>221</b>	10,84	0,01	
		<b>30</b>	3,10	<b>211</b>	84,91	0,05	
		<b>26</b>	2,75	<b>211</b>	29,79	0,02	
				<b>312</b>	23,40	0,01	
				<b>231</b>	12,77	0,01	
				<b>242</b>	10,64	0,01	
				<b>311</b>	10,64	0,01	
		<b>19</b>	2,45	<b>211</b>	57,14	0,03	
				<b>112</b>	11,90	0,01	
				<b>511</b>	11,90	0,01	
		<b>43</b>	2,40	<b>211</b>	58,54	0,03	
<b>33</b>	1,92	<b>43</b>	56,50	<b>312</b>	49,79	0,54	<b>15</b>
				<b>211</b>	29,41	0,32	
		<b>42</b>	38,04	<b>211</b>	48,67	0,35	
				<b>231</b>	27,30	0,20	
				<b>312</b>	15,60	0,11	
		<b>62</b>	54,61	<b>311</b>	30,84	0,32	
				<b>313</b>	19,78	0,21	
				<b>211</b>	15,31	0,16	
		<b>12</b>	29,04	<b>312</b>	47,27	0,26	
				<b>313</b>	17,02	0,09	
				<b>311</b>	13,66	0,08	
		<b>57</b>	8,79	<b>311</b>	36,11	0,06	
				<b>312</b>	17,36	0,03	
				<b>211</b>	14,58	0,02	
				<b>313</b>	11,11	0,02	

<b>Bodentyp</b>	<b>Häufigkeit Bodentyp [%]</b>	<b>Ökoklasse</b>	<b>Häufigkeit Ökoklasse [%]</b>	<b>Landnutzung</b>	<b>Häufigkeit Landnutzung [%]</b>	<b>Anteil der Merkmalskombination an der Gesamtfläche der BRD</b>	<b>Anzahl der Merkmalskombinationen pro Bodentyp</b>			
<b>40</b>	1,71	<b>62</b>	28,51	<b>211</b>	75,35	0,37	<b>7</b>			
				<b>311</b>	10,70	0,05				
		<b>63</b>	24,73	<b>211</b>	15,78	<b>211</b>		66,76	0,28	
								15,78	92,44	0,25
								15,25	74,35	0,19
								5,84	82,95	0,08
									12,50	0,01
<b>52</b>	1,52	<b>62</b>	38,50	<b>211</b>	62,65	0,37	<b>13</b>			
				<b>311</b>	18,29	0,11				
		<b>27</b>	25,09	<b>312</b>	<b>231</b>	42,69		0,16		
						37,91		0,14		
						11,04		0,04		
		<b>63</b>	12,36	<b>211</b>	<b>313</b>	25,45		0,05		
						25,45		0,05		
		<b>47</b>	11,91	<b>211</b>	<b>242</b>	15,76		0,03		
						10,91		0,02		
						85,53		0,15		
						39,68		0,03		
		<b>119</b>	4,72	<b>211</b>	<b>231</b>	20,63		0,01		
						17,46		0,01		
<b>32</b>	1,42	<b>20</b>	32,80	<b>211</b>	45,50	0,21	<b>11</b>			
				<b>312</b>	43,31	0,20				
		<b>18</b>	25,78	<b>312</b>	<b>211</b>	54,80		0,20		
						30,34		0,11		
		<b>8</b>	20,67	<b>312</b>	<b>211</b>	44,79		0,13		
						27,80		0,08		
		<b>19</b>	9,34	<b>211</b>	<b>312</b>	47,01		0,06		
						41,03		0,05		
		<b>46</b>	5,75	<b>211</b>	<b>512</b>	55,56		0,05		
						23,61		0,02		
11,11	0,01									
<b>27</b>	1,39	<b>20</b>	34,37	<b>211</b>	59,76	0,29	<b>6</b>			
				<b>312</b>	27,38	0,13				
		<b>8</b>	29,38	<b>211</b>	<b>312</b>	54,32		0,22		
						26,46		0,11		
		<b>18</b>	26,84	<b>312</b>	<b>211</b>	48,17		0,18		
						44,21		0,16		
<b>57</b>	1,38	<b>12</b>	69,41	<b>312</b>	70,43	0,67	<b>4</b>			
				<b>313</b>	10,45	0,10				
		<b>57</b>	23,41	<b>312</b>	<b>242</b>	51,41		0,17		
						20,77		0,07		
<b>46</b>	1,33	<b>42</b>	34,39	<b>211</b>	87,06	0,40	<b>9</b>			
				<b>19</b>	23,52	0,28				
		<b>18</b>	19,33	<b>211</b>	<b>312</b>	89,09		0,23		
						89,82		0,23		
		<b>43</b>	6,50	<b>211</b>	<b>312</b>	84,21		0,07		
						14,47		0,01		
		<b>30</b>	5,65	<b>211</b>	<b>312</b>	74,24		0,06		
						12,12		0,01		
<b>47</b>	4,70	<b>211</b>	<b>313</b>	10,61	0,01					
				69,09	0,04					

<b>Bodentyp</b>	<b>Häufigkeit Bodentyp [%]</b>	<b>Ökoklasse</b>	<b>Häufigkeit Ökoklasse [%]</b>	<b>Landnutzung</b>	<b>Häufigkeit Landnutzung [%]</b>	<b>Anteil der Merkmalskombination an der Gesamtfläche der BRD</b>	<b>Anzahl der Merkmalskombinationen pro Bodentyp</b>		
<b>7</b>	1,28	<b>42</b>	72,12	<b>231</b>	43,80	0,41	<b>10</b>		
				<b>211</b>	37,18	0,34			
		<b>43</b>	12,21	<b>231</b>	39,86	0,06			
				<b>211</b>	23,19	0,04			
		<b>27</b>	5,93	<b>412</b>	15,94	<b>312</b>		11,59	0,02
						<b>231</b>		37,31	0,03
				<b>412</b>	28,36	0,02			
				<b>312</b>	19,40	0,01			
				<b>313</b>	10,45	0,01			
				<b>70</b>	1,15	<b>47</b>		47,68	<b>112</b>
		<b>19</b>	12,44	<b>112</b>	80,95	0,12			
		<b>119</b>	5,73	<b>112</b>	79,31	0,05			
		<b>62</b>	5,63	<b>112</b>	71,93	0,05			
				<b>311</b>	12,28	0,01			
		<b>18</b>	5,13	<b>112</b>	65,38	0,04			
		<b>42</b>	3,95	<b>112</b>	47,50	0,02			
				<b>211</b>	35,00	0,02			
				<b>242</b>	10,00	0,00			
		<b>8</b>	2,96	<b>112</b>	86,67	0,03			
		<b>30</b>	2,96	<b>112</b>	70,00	0,02			
				<b>211</b>	13,33	0,00			
		<b>63</b>	2,96	<b>112</b>	53,33	0,02			
				<b>311</b>	16,67	0,01			
				<b>111</b>	10,00	0,00			
		<b>118</b>	2,57	<b>112</b>	76,92	0,02			
				<b>211</b>	11,54	0,00			
<b>48</b>	1,15	<b>118</b>	26,81	<b>211</b>	88,56	0,27	<b>13</b>		
				<b>62</b>	16,42	0,07			
				<b>231</b>	24,70	0,05			
				<b>311</b>	15,06	0,03			
				<b>30</b>	14,24	0,15			
				<b>63</b>	9,20	0,09			
				<b>119</b>	8,80	0,08			
				<b>47</b>	8,41	0,07			
						<b>311</b>		20,00	0,02
				<b>12</b>	5,64	<b>312</b>		38,60	0,03
						<b>242</b>		28,07	0,02
						<b>231</b>		19,30	0,01
				<b>57</b>	2,97	<b>211</b>		93,33	0,03
<b>58</b>	1,11	<b>62</b>	69,02	<b>211</b>	44,00	0,33	<b>9</b>		
				<b>313</b>	17,48	0,13			
				<b>311</b>	14,67	0,11			
				<b>231</b>	11,56	0,09			
				<b>12</b>	18,20	0,14			
				<b>242</b>	14,61	0,03			
				<b>56</b>	5,01	<b>312</b>		51,02	0,03
						<b>313</b>		16,33	0,01
				<b>211</b>	14,29	0,01			

<b>Bodentyp</b>	<b>Häufigkeit Bodentyp [%]</b>	<b>Ökoklasse</b>	<b>Häufigkeit Ökoklasse [%]</b>	<b>Landnutzung</b>	<b>Häufigkeit Landnutzung [%]</b>	<b>Anteil der Merkmalskombination an der Gesamtfläche der BRD</b>	<b>Anzahl der Merkmalskombinationen pro Bodentyp</b>
<b>10</b>	1,07	<b>42</b>	49,15	<b>211</b>	82,90	0,44	<b>12</b>
		<b>43</b>	21,91	<b>211</b>	63,59	0,15	
				<b>312</b>	17,48	0,04	
		<b>119</b>	11,06	<b>211</b>	48,08	0,06	
				<b>311</b>	21,15	0,03	
				<b>112</b>	11,54	0,01	
		<b>27</b>	4,79	<b>231</b>	51,11	0,03	
				<b>313</b>	15,56	0,01	
				<b>312</b>	13,33	0,01	
		<b>63</b>	4,47	<b>211</b>	47,62	0,02	
				<b>311</b>	19,05	0,01	
				<b>242</b>	11,90	0,01	
<b>16</b>	1,04	<b>47</b>	69,11	<b>211</b>	42,47	0,30	<b>9</b>
				<b>312</b>	20,13	0,14	
				<b>112</b>	13,31	0,10	
				<b>311</b>	10,14	0,07	
		<b>30</b>	9,31	<b>211</b>	81,18	0,08	
		<b>62</b>	8,21	<b>211</b>	48,00	0,04	
				<b>311</b>	10,67	0,01	
				<b>313</b>	10,67	0,01	
		<b>119</b>	5,15	<b>211</b>	87,23	0,05	
<b>36</b>	1,01	<b>19</b>	62,54	<b>211</b>	98,02	0,62	<b>13</b>
		<b>30</b>	30,48	<b>211</b>	97,42	0,30	
		<b>63</b>	37,20	<b>313</b>	35,99	0,14	
				<b>311</b>	16,56	0,06	
				<b>211</b>	14,65	0,06	
		<b>119</b>	23,34	<b>312</b>	43,65	0,10	
				<b>313</b>	18,78	0,04	
				<b>242</b>	14,21	0,03	
				<b>211</b>	11,68	0,03	
				<b>231</b>	11,17	0,03	
		<b>62</b>	17,89	<b>211</b>	40,40	0,07	
				<b>311</b>	23,84	0,04	
				<b>312</b>	13,91	0,03	
<b>66</b>	0,96	<b>47</b>	11,14	<b>211</b>	77,66	0,08	<b>4</b>
		<b>26</b>	5,33	<b>312</b>	64,44	0,03	
				<b>242</b>	17,78	0,01	
				<b>211</b>	11,11	0,01	
<b>53</b>	0,85	<b>62</b>	49,80	<b>211</b>	31,00	0,13	<b>14</b>
				<b>311</b>	25,34	0,11	
				<b>231</b>	15,63	0,07	
				<b>313</b>	13,75	0,06	
		<b>12</b>	19,19	<b>231</b>	25,17	0,04	
				<b>211</b>	24,48	0,04	
				<b>312</b>	16,08	0,03	
				<b>313</b>	11,19	0,02	
		<b>118</b>	18,93	<b>231</b>	48,23	0,08	
				<b>211</b>	17,73	0,03	
				<b>311</b>	11,35	0,02	
		<b>47</b>	2,42	<b>211</b>	44,44	0,01	
				<b>112</b>	27,78	0,01	
		<b>311</b>	22,22	0,00			

<i>Bodentyp</i>	Häufigkeit Bodentyp [%]	<i>Ökoklasse</i>	Häufigkeit Ökoklasse [%]	<i>Landnutzung</i>	Häufigkeit Landnutzung [%]	Anteil der Merkmalskombination an der Gesamtfläche der BRD	Anzahl der Merkmalskombinationen pro Bodentyp
<b>22</b>	0,81	<b>42</b>	31,42	<b>211</b>	76,34	0,19	<b>11</b>
		<b>43</b>	28,33	<b>211</b>	76,73	0,18	
		<b>20</b>	9,82	<b>211</b>	97,14	0,08	
		<b>18</b>	6,45	<b>211</b>	63,04	0,03	
				<b>312</b>	21,74	0,01	
		<b>47</b>	6,45	<b>211</b>	69,57	0,04	
				<b>112</b>	13,04	0,01	
				<b>231</b>	10,87	0,01	
		<b>46</b>	4,91	<b>211</b>	85,71	0,03	
		<b>19</b>	4,77	<b>211</b>	76,47	0,03	
				<b>312</b>	11,76	0,00	
<b>14</b>	0,81	<b>119</b>	44,65	<b>211</b>	30,60	0,11	<b>11</b>
				<b>242</b>	26,50	0,10	
				<b>312</b>	22,71	0,08	
				<b>231</b>	10,73	0,04	
		<b>27</b>	42,82	<b>231</b>	52,63	0,18	
				<b>312</b>	25,00	0,09	
				<b>242</b>	11,18	0,04	
		<b>63</b>	5,92	<b>242</b>	33,33	0,02	
				<b>211</b>	16,67	0,01	
				<b>112</b>	14,29	0,01	
				<b>313</b>	11,90	0,01	
<b>30</b>	0,77	<b>119</b>	33,73	<b>211</b>	45,61	0,12	<b>10</b>
				<b>242</b>	22,37	0,06	
				<b>312</b>	19,74	0,05	
				<b>231</b>	10,53	0,03	
		<b>26</b>	31,36	<b>211</b>	37,74	0,09	
				<b>312</b>	32,08	0,08	
				<b>231</b>	12,26	0,03	
				<b>242</b>	11,79	0,03	
		<b>27</b>	25,44	<b>231</b>	54,65	0,11	
				<b>312</b>	27,91	0,05	
		<b>4</b>	0,76	<b>22</b>	88,97	<b>231</b>	
				<b>211</b>	24,62	0,17	
<b>43</b>	5,66			<b>231</b>	86,84	0,04	
				<b>211</b>	10,53	0,00	

## **ANHANG C.4.2**

**Häufigkeitsverteilung am Beispiel BDF**

BDF-Standort	BT	BT-Erläuterung	RK	LN	LN-Erläuterung	Flächenanteil	IST	SOLL
HS012	42	Parabraunerde / Fahlerde / Pseudogley aus Löß oder Lößlehm über verschiedenen Gesteinen	62	211	Acker	1,44	8	13
HS013								
HS044								
NS018								
BW014								
109								
NS008								
106								
HS019				311	Laubwälder	0,35	3	3
HS020								
HS021								
HS015			47	211	Acker	1,7	4	16
HS017								
HS014								
NS002								
BY006_Werneck			119	211	Acker	1,01	10	9
117								
BY059								
115								
25								
22								
23								
32								
1								
34								
110			30	211	Acker	0,41	3	4
111								
SS014								
BY056			118	211	Acker	0,22	1	2
--				311	Laubwälder	0,06	0	1
--				231	Wiesen und Weiden	0,04	0	0
94			56	211	Acker	0,3	3	3
60								
39								
				312	Nadelwälder	0,06	0	1
HS040	61	Podsolige Braunerde aus basenarmen quarzitischen Sandsteinen und Konglomeraten	62	211	Acker	0,76	3	7
100				211				
NS033				211				
SL008				313	Mischwälder	0,57	3	5
RP011				313				
BY054				313				
BW004				312	Nadelwälder	0,42	2	4
HS027				312				
SL004				311	Laubwälder	0,33	3	3
RP015				311				
RP016				311				
90			56	211	Acker	0,69	5	6
95				211				
103				211				
82				211				
124				211				
BW005				312	Nadelwälder	0,57	4	5
BY057				312				
85				312				
BY010_Auerbach i.d.Opt.				312				
BY055				311	Laubwälder	0,33	2	3
101				311				
BW110				313	Mischwälder	0,24	1	2
BW053			12	312	Nadelwälder	0,15	4	1
BW054				312				
BW055				312				
BW056				312				
--				311	Laubwälder	0,03	0	0
--				313	Mischwälder	0,03	0	0
--			118	211	Acker	0,08	0	1
--			118	312	Nadelwälder	0,03	0	0
--			118	231	Wiesen und Weiden	0,02	0	0
BY064			119	211	Acker	0,08	1	1
--			119	242	Parzellen	0,02	0	0
--			119	312	Nadelwälder	0,02	0	0
RP002	59	Braunerde / Podsol-Braunerde aus harten Ton- und Schluffschiefem mit Anteilen von Grauwacke, Sandstein, Quarzit und Phyllit	62	211	Acker	0,61	1	6
SL005				313	Mischwälder	0,51	0	5
RP003				311	Laubwälder	0,46	3	4
RP004								
--				231	Wiesen und Weiden	0,46	0	4
NRW010			12	312	Nadelwälder	0,76	11	7
RP006								
RP007								
RP001								
NS007								
TH009								
TH010								
BY074								

BT = Bodentyp  
RK = Raumklasse  
LN = Landnutzung

BDF-Standort	BT	BT-Erläuterung	RK	LN	LN-Erläuterung	Flächenanteil	IST	SOLL	
BY076	59		62	312					
BY003_Rehau									
BY079									
71				211	Acker	0,36	1	3	
--				231	Wiesen und Weiden	0,21	0	2	
69			57	211	Acker	0,18	1	2	
--				312	Nadelwälder	0,11	0	1	
--				311	Laubwälder	0,07	0	1	
--				313	Mischwälder	0,05	0	0	
NS020	31	Braunerde-Podsol / Podsol-Braunerde aus trockenen, nährstoffarmen Sanden	43	211	Acker	0,78	5	7	
SH023									
SH031									
NS029									
NS048									
SH033				312	Nadelwälder	0,31	2	3	
NS021									
BB004			18	231	Wiesen und Weiden	0,22	0	2	
BE002				312	Nadelwälder	0,58	4	5	
BE001									
BE003									
BB018				211	Acker	0,22	2	2	
BB033									
NS047			42	211	Acker	0,38	1	4	
BB001			20	312	Nadelwälder	0,21	2	2	
BB002				211	Acker	0,18	0	2	
BB003			8	312	Nadelwälder	0,23	1	2	
				211	Acker	0,07	0	1	
BY011_Weiden i.d.Opf.			56	312	Nadelwälder	0,11	1	1	
				211	Acker	0,03	0	0	
BY014_Nuernberg-Kleingarten				112	teilweise bebaut	0,02	1	0	
			46	211	Acker	0,09	0	1	
				512		0,01	0	0	
NRW012	17	Podsol / Braunerde-Podsol / Gley-Podsol aus sandigen Flußablagerungen	42	211	Acker	1,37	3	13	
NS045									
SH028									
			43	211	Acker	0,51	0	5	
				231	Wiesen und Weiden	0,26	0	2	
				312	Nadelwälder	0,13	0	1	
BB022			18	312	Nadelwälder	0,19	1	2	
BB035				211	Acker	0,18	1	2	
			20	211	Acker	0,2	0	2	
				312	Nadelwälder	0,11	0	1	
			19	211	Acker	0,08	0	1	
				312	Nadelwälder	0,06	0	1	
BW008	49	Rendzina / Braunerde-Rendzina / Pararendzina aus Hangschutt über Kalk-, Mergel- und Dolomitgesteinen im Wechsel mit Terra fusca-Braunerde / Terra fusca-Parabraunerde aus schluffig-tonigen Umlagerungsprodukten der Kalksteinverwitterung	58	211	Acker	0,67	8	6	
BW007									
BY021_Wemding									
114									
73									
21									
50									
54									
				312	Nadelwälder	0,18	0	2	
BY026_Donauwoerth-neu				313	Mischwälder	0,18	3	2	
BY025_Donauwoerth-alt									
67									
SL001			62	211	Acker	0,71	4	7	
HS028									
BW019									
NS012									
NS014				311	Laubwälder	0,2	1	2	
			26	313	Mischwälder	0,12	0	1	
				211	Acker	0,09	0	1	
BW108				312	Nadelwälder	0,08	1	1	
BW087				242	Parzellen	0,07	1	1	
				311	Laubwälder	0,07	0	1	
BW112				231	Wiesen und Weiden	0,05	2	0	
TH007									
5			56	211	Acker	0,08	1	1	
				312	Nadelwälder	0,05	0	0	
104			118	211	Acker	0,1	2	1	
105									
				311	Laubwälder	0,03	0	0	
				242	Parzellen	0,02	0	0	
				63	211	Acker	0,1	0	1
				47	211	Acker	0,1	0	1
SH005	19	Parabraunerde / Fahlerde / Pseudogley-Parabraunerde aus Geschiebelehm	46	211	Acker	2,25	7	21	
SH010									
SH016									
SH027									
SH020									

BT = Bodentyp  
 RK = Raumklasse  
 LN = Landnutzung

BDF-Standort	BT	BT-Erläuterung	RK	LN	LN-Erläuterung	Flächenanteil	IST	SOLL
MV006	19		46	211				
MV005								
SA002			8	211	Acker	0,33	3	3
BB012								
BB011								
SH015			20	211	Acker	0,27	0	3
			43	211	Acker	0,25	1	2
SH004	6	Niedermoorboden	43	231	Wiesen und Weiden	0,37	4	3
SH007								
SH025								
SH014								
SH026				211	Acker	0,25	1	2
			8	211	Acker	1,25	0	12
NS024				231	Wiesen und Weiden	0,19	0	2
BB015								
BW009				312	Nadelwälder	0,07	0	1
MV003			20	211	BW009	0,27	1	3
NS041				231	Wiesen und Weiden	0,15	1	1
			42	231	Wiesen und Weiden	0,21	1	2
				211	Acker	0,21	0	2
BB034			18	211	Acker	0,19	2	2
BB019								
BB032				231	Wiesen und Weiden	0,09	1	1
				312	Nadelwälder	0,04	0	0
			46	211	Acker	0,22	0	2
				231	Wiesen und Weiden	0,05	0	0
			119	211	Acker	0,1	0	1
				231	Wiesen und Weiden	0,08	0	1
				242	Parzellen	0,07	0	1
BB016			19	211	Acker	0,06	1	1
BB025				231	Wiesen und Weiden	0,02	2	0
BB027								
HS005	8	Auenboden / Gley aus lehmigen bis tonigen Auensedimenten	47	211	Acker	0,88	4	8
BW016								
BW017								
BW012								
HS036								
				231	Wiesen und Weiden	0,2	0	2
				112	teilweise bebaut	0,17	0	2
SA010			19	211	Acker	0,28	1	3
				231	Wiesen und Weiden	0,06	0	1
			62	211	Acker	0,2	0	2
				311	Laubwälder	0,05	0	0
				112	teilweise bebaut	0,04	0	0
				231	Wiesen und Weiden	0,04	0	0
SS007			18	211	Acker	0,29	2	3
BB024								
SA009			8	211	Acker	0,23		2
BB023								
				231	Wiesen und Weiden	0,04	0	0
			30	211	Acker	0,09	0	1
			42	211	Acker	0,06	0	1
				112	teilweise bebaut	0,01	0	0
BW136	55	Braunerde aus sauren magmatischen und metamorphen Gesteinen	12	312	Nadelwälder	0,8	12	7
BW132								
BW131								
BW137								
BW141								
BW144								
BW142								
BW121								
BW143								
BW052								
BW070								
BW111								
BW130				231	Wiesen und Weiden	0,23	2	2
42								
BW080				313	Mischwälder	0,19	1	2
56			57	242	Parzellen	0,32	2	3
BY017_Waldmuenchen				312	Nadelwälder	0,27	1	3
SA018				211	Acker	0,18	3	2
48								
SS017								
52				231	Wiesen und Weiden	0,16	2	1
43								
BW102			63	313	Mischwälder	0,15	1	1
BW103				312	Nadelwälder	0,08	1	1
BW069				242	Parzellen	0,04	1	0
89			62	211	Acker	0,06	0	1
HS026				313	Mischwälder	0,05	1	0
				311	Laubwälder	0,04	0	0
				242	Parzellen	0,02	0	0
Erlangen Nord	51	Peloso-Braunerde / Peloso-Pseudogley aus Verwitterungsprodukten von Mergel- und Tongesteinen	118	211	Acker	0,61	2	6
51								
76			119	211	Acker	0,43	11	4
77								
BY061								
99	51		119	211				

BT = Bodentyp  
 RK = Raumklasse  
 LN = Landnutzung

BDF-Standort	BT	BT-Erläuterung	RK	LN	LN-Erläuterung	Flächenanteil	IST	SOLL
92								
BY019_Wassertruedingen								
BY069								
BY070								
87								
BY008_Bamberg Sued								
63								
BW037				231	Wiesen und Weiden	0,1	2	1
BW051								
BY066				311	Laubwälder	0,09		1
BY063								
BY062								
BW034				312	Nadelwälder	0,09	1	1
			63	211	Acker	0,09	0	1
				242	Parzellen	0,06	0	1
BW026				313	Mischwälder	0,05	1	0
				311	Laubwälder	0,05	0	0
BW061				231	Wiesen und Weiden	0,04	1	0
				112	teilweise bebaut	0,04	0	0
			56	211	Acker	0,12	0	1
				312	Nadelwälder	0,07	0	1
				242	Parzellen	0,03	0	0
HS016			62	211	Acker	0,16	3	1
HS010				311	Laubwälder	0,04	0	0
91								
			26	211	Acker	0,06	0	1
				312	Nadelwälder	0,05	0	0
				242	Parzellen	0,05	0	0
86			58	211	Acker	0,05	1	0
				311	Laubwälder	0,02	0	0
				312	Nadelwälder	0,02	0	0
	26	Fahlerde / Bänder-Parabraunerde / Braunerde aus sandigen Deckschichten über Geschiebelehm	18	211	Acker	0,5	0	5
BB028				312	Nadelwälder	0,3	3	3
BB006								
BB031								
			8	211	Acker	0,44	0	4
				312	Nadelwälder	0,1	0	1
			20	211	Acker	0,32	0	3
BB020			43	211	Acker	0,17	1	2
				312	Nadelwälder	0,03	0	0
	12	Gley der sandigen Urstromtäler und Niederungen	18	211	Acker	0,49	0	5
				312	Nadelwälder	0,21	0	2
SA001			8	211	Acker	0,43	1	4
				312	Nadelwälder	0,12	0	1
				231	Wiesen und Weiden	0,1	0	1
BB036			20	211	Acker	0,15	1	1
				312	Nadelwälder	0,09	0	1
			19	211	Acker	0,15	0	1
				312	Nadelwälder	0,06	0	1
119	18	Braunerde / Parabraunerde / Pararendzina aus lößvermischten Tertiärlagerungen	56	211	Acker	0,83	13	8
120								
123								
19								
133								
24								
28								
55								
29								
33								
41								
38								
40								
BY037_Babenhausen				312	Nadelwälder	0,3	4	3
BY032_Aichach								
BY085								
BY086								
131				242	Parzellen	0,24	2	2
Taufkirchen								
62			119	211	Acker	0,26	1	2
				312	Nadelwälder	0,05	0	0
125			27	231	Wiesen und Weiden	0,15	1	1
				312	Nadelwälder	0,04	0	0
BW109	50	Braunerde / Terra fusca aus Umlagerungsprodukten der Kalk-, Mergel- und Dolomitstein-Verwitterung und Rendzina aus Kalkstein	26	211	Acker	0,2	2	2
BW050								
BW101								
BW113				242	Parzellen	0,2	1	2
BW093				313	Mischwälder	0,17	1	2
BW094				311	Laubwälder	0,12	9	1
BW096								
BW095								
BW099								
BW100								
BW091								
BW092								
BW118								
	50		26	311				
BW015				312	Nadelwälder	0,10	0	1

BT = Bodentyp  
 RK = Raumklasse  
 LN = Landnutzung

BDF-Standort	BT	BT-Erläuterung	RK	LN	LN-Erläuterung	Flächenanteil	IST	SOLL
BY020_Schamhaupten			58	211	Acker	0,48	2	4
BY071								
BW088				312	Nadelwälder	0,13	1	1
BY073				313	Mischwälder	0,08	6	1
BY026_Donauwoerth-neu								
BY025_Donauwoerth-alt								
67								
84								
SL001								
SL003			62	211	Acker	0,19	33	2
RP002								
SL002								
HS025								
HS024								
BW024								
HS008								
HS012								
HS013								
HS003								
BW025								
HS016								
BW006								
HS028								
BW019								
89								
HS044								
HS010								
HS042								
HS041								
HS011								
HS040								
100								
NS018								
BW014								
NS012								
109								
NS008								
NS033								
106								
91								
SA014								
BW129								
BW120			63	211	Acker	0,05	12	0
BW090								
BW085								
BW084								
BW048								
BW075								
BW076								
BW036								
BW077								
BW049								
BW027								
BW102								
BW071				313	Mischwälder	0,02	13	0
BW072								
BW074								
BW073								
BW083								
BW148								
BW059								
BW058								
BW057								
BW031								
BW026								
BW021								
BW103								
BW147				312	Nadelwälder	0,01	3	0
BW033								
128	21	Braunerde / Parabraunerde / Pararendzina aus lehmig-sandigen, kalkhaltigen Moränenablagerungen	27	231	Wiesen und Weiden	0,65	6	6
129								
Wildpoldsried								
130								
7								
18								
BY091				312	Nadelwälder	0,21	4	2
BY092								
BY093								
Miesbach								
13			119	231	Wiesen und Weiden	0,31	1	3
				242	Parzellen	0,09	0	1
BW138				312	Nadelwälder	0,07	2	1
BY047_Freilassing-Sch-nram								
				211	Acker	0,06	0	1
			63	242	Parzellen	0,06	0	1
				211	Acker	0,04	0	0
				313	Mischwälder	0,03	0	0
				512	Wasserflächen	0,02	0	0
NS032	28	Podsolite Pseudogley-Braunerde / Pseudogley-Fahlerde aus Geschiebedecksand über Geschiebelehm	42	211	Acker	0,57	1	5
				231	Wiesen und Weiden	0,15	0	1

BT = Bodentyp  
 RK = Raumklasse  
 LN = Landnutzung

BDF-Standort	BT	BT-Erläuterung	RK	LN	LN-Erläuterung	Flächenanteil	IST	SOLL	
NS027			43	211	Acker	0,53	0	5	
				312	Nadelwälder	0,13	1	1	
			18	312	Nadelwälder	0,14	0	1	
				211	Acker	0,08	0	1	
			20	312	Nadelwälder	0,04	0	0	
				211	Acker	0,03	0	0	
53	63	Braunerde-Podsol / Podsol aus basenarmen Sandsteinen und Quarziten	56	312	Nadelwälder	0,59	8	6	
BY016_Rieden									
BY072									
BY078									
BY077									
BY018_Bruck/Opf									
Bruck l.d.Opf.									
SS003									
93				211	Acker	0,39	4	4	
66									
80									
49									
			118	211	Acker	0,06	0	1	
83				312	Nadelwälder	0,05	2	0	
BY068									
			58	312	Nadelwälder	0,04	0	0	
45				211	Acker	0,04	1	0	
64				242	Parzellen	0,03	1	0	
			12	312	Nadelwälder	0,08	0	1	
				311	Laubwälder	0,01	0	0	
			119	211	Acker	0,05	0	0	
				312	Nadelwälder	0,02	0	0	
116	11	Auenboden / Gley aus sandigen bis tonigen Flußsedimenten in kleinfächigem Wechsel	119	211	Acker	0,4	4	4	
113									
30									
35									
				231	Wiesen und Weiden	0,09	0	1	
				242	Parzellen	0,08	0	1	
			47	211	Acker	0,25	0	2	
				311	Laubwälder	0,05	0	0	
			27	231	Wiesen und Weiden	0,13	0	1	
BY108				312	Nadelwälder	0,06	1	1	
				313	Mischwälder	0,03	0	0	
81			56	211	Acker	0,05	1	0	
				231	Wiesen und Weiden	0,02	0	0	
				242	Parzellen	0,01	0	0	
				312	Nadelwälder	0,01	0	0	
SA014			62	211	Acker	0,04	1	0	
				311	Laubwälder	0,01	0	0	
				221	Weinanbau	0,01	0	0	
			30	211	Acker	0,05	0	0	
			26	211	Acker	0,02	0	0	
				312	Nadelwälder	0,01	0	0	
				231	Wiesen und Weiden	0,01	0	0	
				242	Parzellen	0,01	0	0	
				311	Laubwälder	0,01	0	0	
			19	211	Acker	0,03	0	0	
				112	teilweise bebaut	0,01	0	0	
				511	Gewässer	0,01	0	0	
			43	211	Acker	0,03	0	0	
NS019	33	Eisenhumus-Podsol / Podsol-Regosol aus trockenen, nährstoffarmen Sanden	43	312	Nadelwälder	0,54	3	5	
NS003									
NS004									
SH022				211	Acker	0,32		3	
NS035			42	211	Acker	0,35	2	3	
NS001									
NS040				231	Wiesen und Weiden	0,2	2	2	
NS039									
NS016				312	Nadelwälder	0,11	1	1	
				62	311	Laubwälder	0,32	0	3
				313	Mischwälder	0,21	0	2	
				211	Acker	0,16	0	1	
			12	312	Nadelwälder	0,26	0	2	
				313	Mischwälder	0,09	0	1	
				311	Laubwälder	0,08	0	1	
			57	311	Laubwälder	0,06	0	1	
				312	Nadelwälder	0,06	0	1	
				211	Acker	0,02	0	0	
				313	Mischwälder	0,02	0	0	
HS025	40	Tschernosem-Parabraunerde / Parabraunerde-Tschernosem aus Löß oder Lößlehm	62	211	Acker	0,37	5	3	
HS024									
BW024									
HS008									
BW025									
				311	Laubwälder	0,05	0	0	
BW048	40		63	211	Acker	0,28	2	3	
BW036									
TH001			30	211	Acker	0,25	1	2	
NS013			47	211	Acker	0,19	1	2	
			19	211	Acker	0,8	0	7	

BT = Bodentyp  
 RK = Raumklasse  
 LN = Landnutzung

BDF-Standort	BT	BT-Erläuterung	RK	LN	LN-Erläuterung	Flächenanteil	IST	SOLL	
				221	Weinanbau	0,1	0	1	
	52	Braunerde aus Mergelgesteinen und kalkhaltigen Schottern	62	211	Acker	0,37	0	3	
BW151				311	Laubwälder	0,11	0	1	
BY097			27	312	Nadelwälder	0,16	5	1	
6									
BY098									
3									
BY096				231	Wiesen und Weiden	0,14	2	1	
16									
BW085				313	Mischwälder	0,04	0	0	
BW084			63	211	Acker	0,05	5	0	
BW075									
BW076									
BW077									
BW083				313	Mischwälder	0,05	1	0	
				242	Parzellen	0,03	0	0	
				312	Nadelwälder	0,02	0	0	
				47	211	Acker	0,15	0	1
				119	211	Acker	0,03	0	0
					231	Wiesen und Weiden	0,01	0	0
					312	Nadelwälder	0,01	0	0
MV002	32	Braunerde / Bänder-Parabraunerde aus nährstoffreichen Sanden	20	211	Acker	0,21	2	2	
MV007				312	Nadelwälder	0,2		2	
BB005			18	312	Nadelwälder	0,2	1	2	
				211	Acker	0,11	0	1	
SA004			8	312	Nadelwälder	0,13	1	1	
				211	Acker	0,06	0	1	
				19	211	Acker	0,08	0	1
SA005				312	Nadelwälder	0,05	1	0	
				46	211	Acker	0,05	0	0
				512	Wasserflächen	0,02	0	0	
				312	Nadelwälder	0,01	0	0	
	27	Pseudogley aus Geschiebedecksand über Geschiebelehm	20	211	Acker	0,29	0	3	
				312	Nadelwälder	0,13	0	1	
BB021			8	211	Acker	0,22	4	2	
BB010									
BB009									
BB030									
BB008				312	Nadelwälder	0,11	2	1	
BB007									
				18	312	Nadelwälder	0,18		2
BB030				211	Acker	0,16	1	1	
BY075	57		12	312	Nadelwälder	0,67	7	6	
74									
SS001									
SS002									
BY081									
BY082									
BY029_Jandelsbrunn 7248/49				313	Mischwälder	0,1	1	1	
BY080				57	312	Nadelwälder	0,17	0	2
				242	Parzellen	0,07	0	1	
NRW009	46	Parabraunerde / Fahlerde / Braunerde aus Sandlöß über Sand oder Lehm	42	211	Acker	0,4	2	4	
NS022									
SS010			19	211	Acker	0,28	1	3	
SS008			18	211	Acker	0,23	1	2	
				43	211	Acker	0,07	0	1
				312	Nadelwälder	0,01	0	0	
				30	211	Acker	0,06	0	1
				312	Nadelwälder	0,01	0	0	
				313	Mischwälder	0,01	0	0	
				47	211	Acker	0,04	0	0
NS017	7	Hochmoorboden	42	231	Wiesen und Weiden	0,41	2	4	
NS031				211	Acker	0,34	1	3	
NS038				231	Wiesen und Weiden	0,06	1	1	
NS042				211	Acker	0,04	0	0	
				412	Salzwiesen	0,03	0	0	
BY043_Schongau				312	Nadelwälder	0,02	0	0	
BY050_Murnau			27	231	Wiesen und Weiden	0,03	3	0	
BY046_Prien am Chiemsee									
				412	Salzwiesen	0,02	0	0	
				312	Nadelwälder	0,01	0	0	
	7			27	313	Mischwälder	0,1	0	1
NRW001	70	Versiegelte Flächen in größeren Städten	47	112	teilweise bebaut	0,4	2	4	
HH001									
				19	112	teilweise bebaut	0,12	0	1
BY040_Muenchen			119	112	teilweise bebaut	0,05	1	0	
BY009_Wuerzburg Sued			62	112	teilweise bebaut	0,05	1	0	
				311	Laubwälder	0,1	0	1	
				18	112	teilweise bebaut	0,4	0	4

BT = Bodentyp  
RK = Raumklasse  
LN = Landnutzung

BDF-Standort	BT	BT-Erläuterung	RK	LN	LN-Erläuterung	Flächenanteil	IST	SOLL
			42	112	teilweise bebaut	0,02	0	0
				211	Acker	0,02	0	0
				242	Parzellen	0,005	0	0
			8	112	teilweise bebaut	0,03	0	0
			30	112	teilweise bebaut	0,02	0	0
				211	Acker	0,005	0	0
BW133			63	112	teilweise bebaut	0,02	3	0
BW060				311	Laubwälder	0,01	0	0
				111	durchgehend bebaut	0,003	0	0
			118	112	teilweise bebaut	0,02	0	0
				211	Acker	0,003	0	0
SS015	48	Pseudogley / Braunerde / Parabraunerde aus Löß oder Lößlehm	118	211	Acker	0,27	1	3
HS034			62	211	Acker	0,07	1	1
				231	Wiesen und Weiden	0,05	0	0
				311	Laubwälder	0,03	0	0
			30	211	Acker	0,15	0	1
BW027			63	211	Acker	0,09	1	1
			119	211	Acker	0,08	0	1
			47	211	Acker	0,07	0	1
				311	Laubwälder	0,02	0	0
BW104			12	312	Nadelwälder	0,03	1	0
				242	Parzellen	0,02	0	0
				231	Wiesen und Weiden	0,01	0	0
			57	211	Acker	0,03	0	0
SL003	58	Braunerde / Podsol-Braunerde aus Schluff-, Sand- und Tonsteinen	62	211	Acker	0,3272	3	3
SL002								
BW006								
SL007				313	Mischwälder	0,13	3	1
SL009								
RP012								
BW013				311	Laubwälder	0,11	1	1
				231	Wiesen und Weiden	0,09	0	1
BW081			12	312	Nadelwälder	0,14	1	1
BW122				242	Parzellen	0,03	2	0
BW082								
			56	312	Nadelwälder	0,03	0	0
BW003				313	Mischwälder	0,01	1	0
				211	Acker	0,01	0	0
	10	Auenboden / Gley aus sandigen bis lehmigen Flußsedimenten	42	211	Acker	0,44	0	4
			43	211	Acker	0,15	0	1
				312	Nadelwälder	0,04	0	0
BY027_Ingolstadt			119	211	Acker	0,06	1	1
				311	Laubwälder	0,03	0	0
				112	teilweise bebaut	0,01	0	0
			27	231	Wiesen und Weiden	0,03	0	0
BY042_Stamberg Sued				313	Mischwälder	0,01	1	0
				312	Nadelwälder	0,01	0	0
BW129			63	211	Acker	0,02	2	0
BW120								
				311	Laubwälder	0,01	0	0
				242	Parzellen	0,01	0	0
BW035	16	Podsol-Baunerde aus sandigen Terrassenablagerungen	47	211	Acker	0,3	5	3
HS007								
BW023								
HS033								
BY005_Aschaffenburg-Stadt								
BW001				312	Nadelwälder	0,14	3	1
BW002								
HS009								
				112	teilweise bebaut	0,1	0	1
				311	Laubwälder	0,07	0	1
98			30	211	Acker	0,08	2	1
107								
			62	211	Acker	0,04	0	0
				311	Laubwälder	0,01	0	0
				313	Mischwälder	0,01	0	0
			119	211	Acker	0,05	0	0
SA012	36	Tschernosem der Mitteldeutschen Trockengebiete aus Löß	19	211	Acker	0,62	5	6
SA011								
SA006								
SA013	36		19	211				
SA016								
TH005			30	211	Acker	0,3	1	3
			63	313	Mischwälder	0,14	0	1
				311	Laubwälder	0,06	0	1
				211	Acker	0,06	0	1
			119	312	Nadelwälder	0,1	0	1
				313	Mischwälder	0,04	0	0
				242	Parzellen	0,03	0	0
				211	Acker	0,03	0	0
				231	Wiesen und Weiden	0,03	0	0
			62	211	Acker	0,07	0	1
				311	Laubwälder	0,04	0	0
				312	Nadelwälder	0,03	0	0
	66	Rendzina / Pararendzina / Ranker / Podsol-Braunerde / Pelosol-Braunerde / Parabraunerde / Pseudogley im engräumigen Wechsel aus Kalk- und Mergelgesteinen, Sand-, Schluff- und Tonsteinen sowie Lößlehm über verschiedenen Gesteinen	47	211	Acker	0,08	0	1
			26	312	Nadelwälder	0,03	0	0

BT = Bodentyp  
 RK = Raumklasse  
 LN = Landnutzung

BDF-Standort	BT	BT-Erläuterung	RK	LN	LN-Erläuterung	Flächenanteil	IST	SOLL
				242	Parzellen	0,01	0	0
				211	Acker	0,01	0	0
HS003	53	Braunerde aus basischen und intermediären magmatischen Gesteinen	62	211	Acker	0,13	1	1
				311	Laubwälder	0,11	0	1
				231	Wiesen und Weiden	0,07	0	1
				313	Mischwälder	0,06	0	1
96			12	231	Wiesen und Weiden	0,04	2	0
TH002				211	Acker	0,04		0
				312	Nadelwälder	0,03	0	0
				313	Mischwälder	0,02	0	0
			118	231	Wiesen und Weiden	0,08	0	1
				211	Acker	0,03	0	0
BY058				311	Laubwälder	0,02	1	0
HS004			47	211	Acker	0,01	1	0
				112	teilweise bebaut	0,01	0	0
				311	Laubwälder	0,005	0	0
	22	Pseudogley aus Geschiebedecksand über Geschiebelehm	42	211	Acker	0,19	0	2
SH029			43	211	Acker	0,18	2	2
NS005								
SH012			20	211	Acker	0,08	1	1
			18	211	Acker	0,03	0	0
				312	Nadelwälder	0,01	0	0
			47	211	Acker	0,04	0	0
				112	teilweise bebaut	0,01	0	0
				231	Wiesen und Weiden	0,01	0	0
			46	211	Acker	0,03	0	0
SA008			19	211	Acker	0,03	1	0
				312	Nadelwälder	0,005	0	0
9	14	Parabraunerde aus schluffig-lehmigen Deckschichten auf eiszeitlichen Schotterplatten	119	211	Acker	0,11	1	1
BY028_Platting				242	Parzellen	0,1	1	1
Mkt Schwaben				312	Nadelwälder	0,08	4	1
BY035_Ampfing								
BY041_Burghausen-alt								
BY036_Altoetting								
BY045_Bruckmuehl				231	Wiesen und Weiden	0,04	2	0
Freilassing								
36			27	231	Wiesen und Weiden	0,18	1	2
Otterfing				312	Nadelwälder	0,09	2	1
BY088								
				242	Parzellen	0,04	0	0
				242	Parzellen	0,02	0	0
				211	Acker	0,01	0	0
BW149				112	teilweise bebaut	0,01	2	0
BW150								
				313	Mischwälder	0,1	0	1
	30	Braunerde / Pseudogley aus kalkhaltigen, lehmig-sandig-kiesigen, lößvermischten Moränenablagerungen	119	211	Acker	0,12	0	1
10				242	Parzellen	0,06	1	1
				312	Nadelwälder	0,05	0	0
	30		119	231	Wiesen und Weiden	0,03	0	0
BW124			26	211	Acker	0,09	3	1
BW125								
BW114								
BW116				312	Nadelwälder	0,08	4	1
BW117								
BW115								
BW128								
				231	Wiesen und Weiden	0,03	0	0
				242	Parzellen	0,03	0	0
BY089			27	231	Wiesen und Weiden	0,11	1	1
BW126								
BW127				312	Nadelwälder	0,05	2	0
NS046	4	Kleimarsch aus brackischen Ablagerungen	22	231	Wiesen und Weiden	0,45	1	4
SH030				211	Acker	0,17	1	2
			43	231	Wiesen und Weiden	0,04	0	0
				211	Acker	0,005	0	0

BT = Bodentyp  
 RK = Raumklasse  
 LN = Landnutzung

## **ANHANG C.4.3**

**Rangfolgentabelle für BDF (Top 100)**

NAME_NUMMER	X_COORD	Y_COORD	BT	RK	LN	MNR	Die 100 Standorte mit den höchsten MNR-Werten
7	3649155	5321110	21	27	231	0,83	1
RP012	3421900	5500200	58	62	313	0,82	2
NS032	3471000	5877000	28	42	211	0,82	3
BW004	3487567	5479638	61	62	312	0,82	4
HS040	3533130	5704400	61	62	211	0,81	5
SA008	3740111	5741628	22	19	211	0,81	6
BY019_Wassertrue	3612213	5437103	51	119	211	0,80	7
19	3666271	5351919	18	56	211	0,80	8
28	3712160	5409688	18	56	211	0,80	9
NS044	3424000	5869000	7	42	312	0,78	10
HS007	3469620	5521080	16	47	211	0,78	11
NS007	3597000	5747000	59	12	312	0,78	12
123	3645788	5375621	18	56	211	0,78	13
18	3679478	5311309	21	27	231	0,78	14
BB004	3743579	5790318	31	18	312	0,78	15
BB028	3749141	5785016	26	18	312	0,78	16
NS047	3488000	5828000	31	42	211	0,77	17
NS008	3564000	5706000	42	62	211	0,77	18
NS033	3573000	5720000	61	62	211	0,77	19
BW045	3585590	5427010	66	119	242	0,77	20
SH032	3594210	5943760	31	43	311	0,77	21
77	3599940	5473100	51	119	211	0,77	22
115	3602975	5386500	42	119	211	0,77	23
87	3632831	5443154	51	119	211	0,77	24
124	3658280	5377413	61	56	211	0,77	25
SA015	3677898	5719630	37	30	211	0,77	26
BY085	3688064	5392048	18	56	312	0,77	27
BY108	3795663	5278072	11	27	312	0,77	28
BB035	3882831	5747498	17	18	211	0,77	29
BB022	3883199	5747814	17	18	312	0,77	30
HS009	3465660	5542140	16	47	312	0,76	31
NS014	3572000	5710000	49	62	311	0,76	32
BW040	3583746	5425668	66	119	242	0,76	33
BW041	3583948	5425717	66	119	242	0,76	34
BW039	3584125	5426132	66	119	242	0,76	35
59	3604820	5495220	63	119	311	0,76	36
116	3605050	5378950	11	119	211	0,76	37
BY065	3613267	5536226	51	119	242	0,76	38
BY093	3678846	5320605	21	27	312	0,76	39
SA013	3693134	5703879	36	19	211	0,76	40
62	3694055	5389400	18	119	211	0,76	41
RP003	3409800	5586200	59	62	311	0,75	42
RP004	3409800	5586200	59	62	311	0,75	43
BW010	3468239	5470570	8	47	312	0,75	44
BW018	3470666	5457542	8	47	312	0,75	45
HS030	3475280	5590740	40	62	112	0,75	46
HS028	3515520	5691540	49	62	211	0,75	47
NS019	3559000	5894000	33	43	312	0,75	48
BY057	3580000	5582000	61	56	312	0,75	49
104	3589100	5580450	49	118	211	0,75	50
BY084	3612127	5363042	48	56	312	0,75	51
SH033	3614086	5938621	31	43	312	0,75	52
NS048	3619368	5875782	31	43	211	0,75	53
SA018	3641622	5726632	55	57	211	0,75	54

NAME_NUMMER	X_COORD	Y_COORD	BT	RK	LN	MNR	Die 100 Standorte mit den höchsten MNR-Werten
BY092	3648405	5305406	21	27	312	0,75	55
73	3661539	5548073	49	58	211	0,75	56
20	3665219	5340155	42	119	112	0,75	57
BY042_Starnberg S	3682117	5313724	10	27	313	0,75	58
4	3709468	5344337	13	119	211	0,75	59
NRW012	3389694	5744484	17	42	211	0,74	60
NS035	3423000	5864000	33	42	211	0,74	61
HS027	3490020	5501950	61	62	312	0,74	62
BW071	3491210	5395344	50	63	313	0,74	63
BW072	3491839	5395199	50	63	313	0,74	64
BW074	3491845	5395112	50	63	313	0,74	65
BW073	3491855	5395051	50	63	313	0,74	66
BW083	3504056	5383743	52	63	313	0,74	67
NS020	3510000	5833000	31	43	211	0,74	68
BW124	3519970	5320746	30	26	211	0,74	69
BW125	3520168	5320671	30	26	211	0,74	70
HS011	3530300	5701900	10	62	211	0,74	71
NS003	3560000	5894000	33	43	312	0,74	72
93	3621888	5558951	63	56	211	0,74	73
BB029	3706651	5794687	17	19	312	0,74	74
MV006	3762256	5950674	19	46	211	0,74	75
MV005	3762275	5950748	19	46	211	0,74	76
BY051_Hirschbichl	3787622	5278762	68	27	312	0,74	77
35	3802226	5403221	11	119	211	0,74	78
BB017	3844307	5927187	20	46	211	0,74	79
SL009	3356847	5489482	58	62	313	0,73	80
HS005	3458410	5515158	8	47	211	0,73	81
BW001	3463648	5492831	16	47	312	0,73	82
BW011	3465055	5470430	16	47	311	0,73	83
HS002	3467444	5513705	15	47	211	0,73	84
BW022	3469850	5450250	16	47	311	0,73	85
BW023	3471260	5450610	16	47	211	0,73	86
BY004_Aschaffenb	3502000	5536000	8	47	312	0,73	87
HS029	3528180	5709040	51	47	211	0,73	88
NS026	3547000	5758000	63	62	231	0,73	89
BW042	3580072	5428338	66	119	211	0,73	90
BY037_Babenhaus	3590000	5340000	18	56	312	0,73	91
118	3600225	5347675	18	56	231	0,73	92
92	3611611	5556276	51	119	211	0,73	93
NS024	3630695	5820199	6	8	231	0,73	94
SH018	3635273	6019109	19	46		0,73	95
SA012	3662556	5771265	36	19	211	0,73	96
BB020	3701823	5901648	26	43	211	0,73	97
Mkt Schwaben	3713368	5333965	14	119	312	0,73	98
32	3763582	5419177	42	119	211	0,73	99
BY107	3790352	5285880	68	27	312	0,73	100

# **ANHANG C.4.4**

## **Legenden**

C.4.4.1 Bodentypen der BÜK 1000

C.4.4.2 Landnutzungslegende

#### C.4.4.1 Bodentypen der BÜK 1000 (Seite 1 von 3)

##### **Böden der Küstenregion und Moore**

1	Podsol-Regosol / Lockersyrosem aus trockenen Sanden
2	Wattboden im Gezeitenbereich der Nordsee
3	Kalkmarsch aus marinen Ablagerungen
4	Kleimarsch aus brackischen Ablagerungen
5	Kleimarsch aus fluviatilen Ablagerungen
6	Niedermoorboden
7	Hochmoorboden

##### **Böden der breiten Flußtäler, einschließlich Terrassenflächen und Niederungen**

8	Auenboden / Gley aus lehmigen bis tonigen Auensedimenten
9	Gley-Tschernosem aus kalkhaltigen, tonig-schluffigen Ablagerungen in Flußtälern der Schwarzerdegebiete
10	Auenboden / Gley aus sandigen bis lehmigen Flußsedimenten
11	Auenboden / Gley aus sandigen bis tonigen Flußsedimenten in kleinflächigem Wechsel
12	Gley der sandigen Urstromtäler und Niederungen
13	Pararendzina / Auenrendzina aus kalkhaltigen, sandig-lehmigen Hochflut- und Auenablagerungen
14	Parabraunerde aus schluffig-lehmigen Deckschichten auf eiszeitlichen Schotterplatten
15	Parabraunerde aus lößbedeckten, lehmig-sandigen Terrassenablagerungen
16	Podsol-Baunerde aus sandigen Terrassenablagerungen
17	Podsol / Braunerde-Podsol / Gley-Podsol aus sandigen Flußablagerungen

#### C.4.4 Bodentypen der BÜK 1000 (Seite 2 von 3)

##### Böden des wellig-hügeligen Flachlandes und der Hügelländer

18	Braunerde / Parabraunerde / Pararendzina aus lößvermischten Tertiärablagerungen
19	Parabraunerde / Fahlerde / Pseudogley-Parabraunerde aus Geschiebelehm
20	Parabraunerde-Tschernosem / Parabraunerde aus Geschiebemergel oder Beckenablagerungen
21	Braunerde / Parabraunerde / Pararendzina aus lehmig-sandigen, kalkhaltigen Moränenablagerungen
22	Pseudogley aus Geschiebedecksand über Geschiebelehm
23	Pseudogley aus lehmig-sandigem Geschiebemergel
24	Pseudogley-Tschernosem aus Geschiebelehm mit lehmig-sandiger Deckschicht
25	Podsol-Parabraunerde / Podsol-Fahlerde aus sandigen Deckschichten über Geschiebelehm
26	Fahlerde / Bänder-Parabraunerde / Braunerde aus sandigen Deckschichten über Geschiebelehm
27	Pararendzina / Regosol / Bänder-Parabraunerde im engräumigen Wechsel aus sandigen bis lehmigen Bildungen der Endmoränen
28	Podsolierete Pseudogley-Braunerde / Pseudogley-Fahlerde aus Geschiebedecksand über Geschiebelehm
29	Braunerde-Pseudogley / Podsol-Pseudogley aus sandigen Deckschichten über Geschiebelehm
30	Braunerde / Pseudogley aus kalkhaltigen, lehmig-sandig-kiesigen, lößvermischten Moränenablagerungen
31	Braunerde-Podsol / Podsol-Braunerde aus trockenen, nährstoffarmen Sanden
32	Braunerde / Bänder-Parabraunerde aus nährstoffreichen Sanden
33	Eisenhumus-Podsol / Podsol-Regosol aus trockenen, nährstoffarmen Sanden
34	Regosol / Lockersyrosem aus trockenen, nährstoffarmen Sanden Böden der Lößgebiete

##### Böden der Lößgebiete

35	Pararendzina aus Löß im Wechsel mit Rendzina aus Mergel- und Kalkstein
36	Tschernosem der Mitteldeutschen Trockengebiete aus Löß
37	Tschernosem / Braunerde aus Löß im Wechsel mit Rendzina aus Mergel und Kalkstein
38	Tschernosem / Pseudogley-Tschernosem aus Löß über Ton- und Mergelgesteinen
39	Tschernosem des Oberrheintales aus Löß und lößähnlichen Schluffablagerungen
40	Tschernosem-Parabraunerde / Parabraunerde-Tschernosem aus Löß oder Lößlehm
41	Tschernosem-Parabraunerde / Parabraunerde aus sandigen Lößdecken über Schmelzwassersedimenten oder Geschiebelehm
42	Parabraunerde / Fahlerde / Pseudogley aus Löß oder Lößlehm über verschiedenen Gesteinen
43	Parabraunerde-Pseudogley aus Löß oder Lößlehm über verschiedenen Gesteinen
44	Parabraunerde / Fahlerde / Braunerde-Pseudogley aus lößvermischten Verwitterungsprodukten verschiedener Silikatgesteine
45	Braunerde / Parabraunerde / Fahlerde aus sandvermischem Löß oder Lößlehm
46	Parabraunerde / Fahlerde / Braunerde aus Sandlöß über Sand oder Lehm
47	Braunerde / Pseudogley aus basaltgrushaltigem Lößlehm
48	Pseudogley / Braunerde / Parabraunerde aus Löß oder Lößlehm

#### C.4.4 Bodentypen der BÜK 1000 (Seite 3 von 3)

##### **Böden der Berg- und Hügelländer sowie der Mittelgebirge, aus Festgesteinen, deren Verwitterungsmaterial und Umlagerungsdecken**

49	Rendzina / Braunerde-Rendzina / Pararendzina aus Hangschutt über Kalk-, Mergel- und Dolomitgesteinen im Wechsel mit Terra fusca-Braunerde / Terra fusca-Parabraunerde aus schluffig-tonigen Umlagerungsprodukten der Kalksteinverwitterung
50	Braunerde / Terra fusca aus Umlagerungsprodukten der Kalk-, Mergel- und Dolomitstein-Verwitterung und Rendzina aus Kalkstein
51	Pelosol-Braunerde / Pelosol-Pseudogley aus Verwitterungsprodukten von Mergel- und Tongesteinen
52	Braunerde aus Mergelgesteinen und kalkhaltigen Schottern
53	Braunerde aus basischen und intermediären magmatischen Gesteinen
54	Braunerde aus basenreichen Tuffen
55	Braunerde aus sauren magmatischen und metamorphen Gesteinen
56	Braunerde / Braunerde-Pseudogley aus lößvermischten Verwitterungsprodukten von kristallinen Schiefen, Sandstein, Quarzit und sauren bis intermediären magmatischen Gesteinen
57	Podsol-Braunerde aus sauren magmatischen und metamorphen Gesteinen
58	Braunerde / Podsol-Braunerde aus Schluff-, Sand- und Tonsteinen
59	Braunerde / Podsol-Braunerde aus harten Ton- und Schluffschiefern mit Anteilen von Grauwacke, Sandstein, Quarzit und Phyllit
60	Podsol-Braunerde aus harten Ton- und Schluffschiefern, Grauwacken und Phyllit
61	Podsolige Braunerde aus basenarmen quarzitischen Sandsteinen und Konglomeraten
62	Podsolige Braunerde aus lößhaltigen Deckschichten über Sandstein und Quarzit
63	Braunerde-Podsol / Podsol aus basenarmen Sandsteinen und Quarziten
64	Pseudogley / Podsol-Pseudogley aus lößvermischten, grusig-lehmigen Deckschichten über Sandstein und Quarzit
65	Braunerde / Podsol-Braunerde / Braunerde-Rendzina / Parabraunerde im engräumigen Wechsel aus Tonschiefer, Grauwacken und Kalkgesteinen sowie Lößlehm über verschiedenen Gesteinen
66	Rendzina / Pararendzina / Ranker / Podsol-Braunerde / Pelosol-Braunerde / Parabraunerde / Pseudogley im engräumigen Wechsel aus Kalk- und Mergelgesteinen, Sand-, Schluff- und Tonsteinen sowie Lößlehm über verschiedenen Gesteinen
67	Plastosol- / Latosol- / Fersiallit- / Ferrallit-Relikte der tertiären Bodenbildung

##### **Böden des Hochgebirges**

68	Böden der montanen und subalpinen Höhenstufen der Alpen aus Kalk- und Dolomitgesteinen (z.B. Rendzina, Kalkbraunerde) sowie aus kalkfreien Silikatgesteinen (z.B. Ranker, Podsol-Braunerde, Pseudogley)
69	Rohböden (Syrosem) der alpinen, subnivalen und nivalen Fels- und Frostschtgebiete

##### **Anthropogen veränderte Böden, Siedlungsgebiete und Gewässerflächen**

70	Versiegelte Flächen in größeren Städten
71	Technogen gestaltete Böden und große Abbauflächen
72	Gewässer

#### C.4.4.2 Landnutzungstypen aus CORINE Landcover

<b>Code des Landnutzungstyps</b>	<b>Erläuterung</b>
<b>111</b>	durchgehend bebaut
<b>112</b>	teilweise bebaut
<b>121</b>	Industrieflächen
<b>122</b>	Verkehrsnetz
<b>123</b>	Hafen
<b>124</b>	Flughafen
<b>131</b>	Abbauflächen
<b>132</b>	Deponien
<b>133</b>	Baustellen
<b>141</b>	Parks
<b>142</b>	Sportanlagen
<b>211</b>	Acker
<b>221</b>	Weinanbau
<b>222</b>	Obstanbau
<b>231</b>	Wiesen und Weiden
<b>242</b>	Parzellen
<b>243</b>	Acker und Brachen
<b>311</b>	Laubwälder

<b>Code des Landnutzungstyps</b>	<b>Erläuterung</b>
<b>312</b>	Nadelwälder
<b>313</b>	Mischwälder
<b>321</b>	natürliches Grünland
<b>322</b>	Heide- und Moorflächen
<b>324</b>	Wald und Sträucher
<b>331</b>	Sandflächen
<b>332</b>	Felsflächen
<b>333</b>	spärlich bewachsen
<b>411</b>	Sümpfe
<b>412</b>	Torfmoore
<b>421</b>	Salzwiesen
<b>423</b>	Watt
<b>511</b>	Gewässer
<b>512</b>	Wasserflächen
<b>521</b>	Lagunen
<b>522</b>	Mündungsgebiete
<b>523</b>	Meer
<b>999</b>	No Data

**Umweltforschungsplan  
des Bundesministers für Umwelt,  
Naturschutz und Reaktorsicherheit**

**Umweltprobenbank einschließlich Human- und Biomonitoring**

**Förderkennzeichen (UFOPLAN) 299 82 212 / 02**

**Konkretisierung des Umweltbeobachtungsprogrammes im Rahmen eines  
Stufenkonzeptes der Umweltbeobachtung des Bundes und der Länder  
Teilvorhaben 3**

**- ANHANGSTEIL -**

von

Prof. Dr. Winfried Schröder  
(Projektleiter)

Dipl.-Geol. Gunther Schmidt  
Dipl.-Geogr. Roland Pesch  
Dipl.-Math. Heidrun Matejka  
Dipl.-Geogr. Thorsten Eckstein  
(Bearbeiter/in)

Im Auftrag  
des Umweltbundesamtes

April 2001

## **Gliederung Anhangteil 1:**

	<b>Seite</b>
<b>A. Handbücher</b>	<b>4</b>
<b>A.1 Verfahrensgrundlagen</b>	<b>4</b>
A.1.1 Geographische Informationssysteme und Datenbanken	4
A.1.2 Statistische Verfahren	14
A.1.2.1 Nachbarschaftsanalyse	14
A.1.2.2 Geostatistik – Variogrammanalyse und Kriging	28
<b>A.2 Verfahrensdokumentation</b>	<b>31</b>
A.2.1 Das „Kochrezept“ (Befehlsabfolgen)	31
A.2.2 Erläuternde Dokumentation des „Kochrezepts“	41
A.2.2.1 Metadaten-Erhebung: Allgemeines zum ACCESS-Fragebogen	41
A.2.2.2 Metadaten-Erhebung: Dateneingabe und –verarbeitung im Fragebogen	43
A.2.2.2.1 Installation, erforderliche Dateien, Übersicht	43
A.2.2.2.2 Start des Fragebogenprogramms	44
A.2.2.2.3 Beantwortung eines Fragebogens	45
A.2.2.2.4 Auswertung von beantworteten Fragebögen	48
A.2.2.2.5 Zusammenführen von beantworteten Fragebögen (Import)	49
A.2.2.2.6 Vorbereiten der Daten für interne Abfragen und ArcView (Export)	50
A.2.2.2.7 Zusatzoption zum Zusammenführen (AntwortendeInclude)	50

A.2.2.2.8	Einfache Abfrage der Antwortdaten (AntwortendeVon-Antwort)	52
A.2.2.2.9	Export der Metadaten (Speichern unter)	53
A.2.2.3	Metadaten: Anbindung der Metadaten in ArcView	55
A.2.2.3.1	Die „UB Extensions“-Funktionen	55
A.2.2.3.2	Das „Linking-Tool“	55
A.2.2.3.3	Verknüpfung von Metadaten und Messnetzen	59
A.2.2.3.4	Verknüpfungsergebnisse	61
A.2.2.3.5	Auswertung mit MeSID	61
A.2.2.4	Landschaftsrepräsentanz	69
A.2.2.4.1	Durchführung der Auszählung in ArcView	70
A.2.2.4.2	Berechnung statistischer Maßzahlen in MS EXCEL	72
A.2.2.4.3	Weiterverarbeitung statistischer Ergebnisse im GIS	73
A.2.3	Das Abfrageformular „Kerndatensatz ↔ FB UB“	73

## **B. Karten und Diagramme**

### **B.1 Eingangsdaten für die Raumgliederungsvarianten**

B.1.1	Potenzielle Natürliche Vegetation (PNV)
B.1.2	Bodenart (Basis: BÜK 1000)
B.1.3	Digitales Höhenmodell (UNEP GRID)
B.1.4	Mittlere monatliche Lufttemperaturen (1961-1990)
B.1.5	Mittlere monatliche Niederschlagsverhältnisse (1961 – 1990)

- B.1.6 Mittlere monatliche Verdunstungsverhältnisse (1961 – 1990)
- B.1.7 Mittlere monatliche Sonnenscheindauer (1961 – 1990)
- B.1.8 Mittlere monatliche Globalstrahlungsraten (1981 – 2000)
- B.1.9 Nutzbare Feldkapazität im effektiven Wurzelraum (Basis: BÜK 1000)
- B.1.10 Kapillaranstieg (Basis: BÜK 1000)

## **B.2 Raumgliederungsvarianten**

### Varianten mit alten Klimadaten (vor dem Workshop im Juli 2000)

- B.2.1 UBA PNV I (Geologie, Höhe, N, T, SD) – 20 Kl.
- B.2.2 UBA PNV I (Geologie, Höhe, N, T, SD) – 80 Kl.
- B.2.3 UBA PNV II (Bodenarten, Höhe, N, T, SD) – 20 Kl.
- B.2.4 UBA PNV II (Bodenarten, Höhe, N, T, SD) – 78 Kl.
- B.2.5 UBA PNV III (Bodenarten, Höhe, N, T, V (neue Daten), SD) – 20 Kl.
- B.2.6 UBA PNV III (Bodenarten, Höhe, N, T, V (neue Daten), SD) – 77 Kl.
- B.2.7 UBA PNV IV (Bodenarten, Höhe, HJ-N, HJ-T, HJ-SD) - 20 Kl.
- B.2.8 UBA PNV IV (Bodenarten, Höhe, HJ-N, HJ-T, HJ-SD) - 81 Kl.

### Varianten mit neuen Klimadaten (nach dem Workshop im Juli 2000)

- B.2.9 UBA PNV V (nFk, kA, Höhe, N, T, SD) – 20 Kl.

- B.2.10 UBA PNV V (nFk, kA, Höhe, N, T, SD) – 79 Kl.
- B.2.11 UBA PNV VI (Bodenarten, Höhe, N, T, SD) – 20 Kl.
- B.2.12 UBA PNV VI (Bodenarten, Höhe, N, T, SD) – 77 Kl.
- B.2.13 UBA PNV VII (Bodenarten, Höhe, N, T, V, SD) – 20 Kl.
- B.2.14 UBA PNV VII (Bodenarten, Höhe, N, T, V, SD) – 77 Kl.
- B.2.15 UBA PNV VIII (nFk, kA, Höhe, N, T, V, SD) – 20 Kl.
- B.2.16 UBA PNV VIII (nFk, kA, Höhe, N, T, V, SD) – 81 Kl.
- B.2.17 UBA PNV IX (Bodenarten, Höhe, N, T, V, GS) – 20 Kl.
- B.2.18 UBA PNV IX (Bodenarten, Höhe, N, T, V, GS) – 21 Kl.
- B.2.19 UBA PNV IX (Bodenarten, Höhe, N, T, V, GS) – 21 Kl. inkl.  
Beschreibung
- B.2.20 UBA PNV IX (Bodenarten, Höhe, N, T, V, GS) – 73 Kl.

### **B.3 Ökoklassenbeschreibungen**

- B.3.1 CART-Bäume
- B.3.2 Histogramme (Bodenarten und Höhenangaben)
- B.3.3 Jahresgangkurven (Temperatur und Globalstrahlung)
- B.3.4 Jahresgangkurven (Verdunstung und Niederschlag)
- B.3.5 Diagramme Landnutzung – UBA PNV IX
- B.3.6 Überschreitungsraten Critical Loads Säure – UBA PNV IX
- B.3.7 Überschreitungsraten Critical Loads Stickstoff – UBA PNV IX

### **B.4 Messnetzübersicht**

- B.4.1 Gesamtübersicht des Länderrücklaufs

- B.4.2 Messnetzübersicht Rubrik „Boden“ (BDF)
- B.4.3 Messnetzübersicht Rubrik „Luft“
- B.4.4 Messnetzübersicht Rubrik „Wasser“
- B.4.5 Messnetzübersicht Rubrik „Bioindikation“
- B.4.5.1 Messnetzübersicht Rubrik ‚Bioindikation‘ – Moosmonitoring 1990/91)
- B.4.5.2 Messnetzübersicht Rubrik ‚Bioindikation‘ – Moosmonitoring 1995/96)
- B.4.5.3 Messnetzübersicht Rubrik ‚Bioindikation‘ – „ (Gesamtübersicht des Länderrücklaufs
- B.4.6 Messnetzübersicht Rubrik „Landschaft & Natur“

## **B.5 Landschaftsrepräsentanz**

- B.5.1 BDF auf Raumgliederung (UBA IX: 20er-Gliederung)
- B.5.2 Moosmonitoring 1995/96 auf Raumgliederung (UBA IX: 20er-Gliederung)
- B.5.3 Immissionsmessnetz auf Raumgliederung (UBA IX: 20er-Gliederung)
- B.5.4 Landschaftsrepräsentanz BDF
- B.5.5 Landschaftsrepräsentanz Moosmonitoring 1995/96
- B.5.6 Landschaftsrepräsentanz Immissionsmessnetz
- B.5.7 MNR-Indizes Bodentypen, 20er Raumgliederung, Landnutzung
- B.5.8 Bodendauerbeobachtungsflächen auf MNR-Karte
- B.5.9 RI der 20er-Raumgliederung (UBA IX)

- B.5.10 Repräsentanzanalyse UB, SO<sub>2</sub>-Immission 1996 (480 Stationen)
- B.5.11 Repräsentanzanalyse UB, SO<sub>2</sub>-Immission 1996 (150 Stationen)
- B.5.12 Kriging-Ergebnisse Moosmonitoring 1990/91

## **B.6 Anwendungsszenarien**

- B.6.1 Potenziell gefährdete Flächen: Szenario Eintrag von Schwermetallen ins Grundwasser
- B.6.2 Akut gefährdete Flächen (inkl. 2 km Buffer): Szenario Eintrag von Schwermetallen ins Grundwasser
- B.6.3 BDF-Standorte auf akut gefährdeten Flächen durch Eintrag von Schwermetallen ins Grundwasser
- B.6.4 Immissionsmessstandorte auf akut gefährdeten Flächen durch Eintrag von Schwermetallen ins Grundwasser
- B.6.5 Moosmonitoringstandorte auf akut gefährdeten Flächen durch Eintrag von Schwermetallen ins Grundwasser
- B.6.6 Grundwassermessstellen auf akut gefährdeten Flächen durch Eintrag von Schwermetallen ins Grundwasser
- B.6.7 Potenziell gefährdete Flächen: Szenario Eintrag von PSM in Oberflächengewässer
- B.6.8 Potenziell belastete Wassereinzugsgebiete in Deutschland
- B.6.9 Fließgewässerbeschaffenheitsmessstellen auf potenziell gefährdeten Flächen durch PSM-Eintrag in Oberflächengewässer

## **B.7 Ergebnis der Clusteranalyse der Mossmonitoring-Flächendaten 1990/91**

**B.8 Landnutzung (CORINE Landcover)**

**B.9 Überschreitungsraten Critical Loads**

B.9.1 Überschreitungsraten Critical Loads Säure

B.9.2 Überschreitungsraten Critical Loads Stickstoff

**B.10 Jährlicher Eintrag von PSM in Oberflächengewässer mit dem Oberflächenabfluss**

## **Gliederung Anhangteil 2:**

### **C. Tabellen**

#### **C.1 Übersichtstabelle Länderrücklauf**

#### **C.2 Übersichtstabelle Abgleich UB-Fragebogen mit dem Kerndatensatz**

#### **C.3 Landschaftsrepräsentanztabellen**

C.3.1 Bodendauerbeobachtungsflächen

C.3.2 Moosmonitoring 1995/96

C.3.3 Immissionsmessnetz

#### **C.4 Tabellenwerke zu Kap. 5.2.2 (MNR)**

C.4.1 Flächenanteile der Kombinationen  
Bodentyp/Raumklasse/Landnutzung

C.4.2 Häufigkeitsverteilung am Beispiel BDF

C.4.3 Rangfolgentabelle für BDF (Top 100)

C.4.4 Legenden

C.4.4.1 Bodentypen der BÜK 1000

C.4.4.2 Landnutzungstypen aus CORINE Landcover

**D. Sonstige Anlagen**

D.1 Fragebogenergänzung „GVO Monitoring“

## **ANHANG D**

### **Sonstige Anlagen**

## **ANHANG D.1**

**Fragebogenergänzung "GVO-Monitoring"**

## 8 GVO-Monitoring

### *Allgemein*

#### 1 Anzahl der Freisetzungen

Wieviele abgeschlossene und laufende Freisetzungen gab es bisher bzw. gibt es zur Zeit innerhalb des Beobachtungsgebiets?

Antwort (Zahl): (Min.: Max. )

#### 2 Zeitpunkt der Freisetzungen

Zu welchem Zeitpunkt und innerhalb welches Zeitraums erfolgte die erste Freisetzung?

Gilt dies für alle Flächen? Wenn nicht, bitte entsprechend für die jeweiligen Flächen angeben.

Antworttext:

#### 3 Größe der Freisetzungsfäche

Wieviel qm umfassen die aktuellen Freisetzungsfächen?

Sollten die Flächengrößen variieren, bitte im Kommentarfeld vermerken.

Antwort (Zahl): (Min.: Max. )

#### 4 Zweck

Zu welchem Zweck wurden die Freisetzungen vorgenommen (z.B. Vermehrungsfächen, Überprüfung der Eigenschaft etc.)?

Antworttext:

#### 5 transgene Arten

Wurden transgene Arten freigesetzt?

- Ja  
 Nein

#### 6 → Benennung der transgenen Arten

Welche transgenen Arten wurden freigesetzt?

Z.B.: Kartoffeln, Mais, Raps

- Kartoffeln  
 Mais  
 Raps  
 andere

#### 7 → gentechnische Veränderungen

Ist bekannt, welche gentechnischen Veränderungen bei den transgenen Arten vorgenommen wurden?

- Ja  
 Nein

**8 → Art der Veränderung**

Welche gentechnischen Veränderungen wurden vorgenommen?

Antworttext:

**9 Schnittstellen zu anderen Programmen**

Existieren Schnittstellen zu anderen Beobachtungsprogrammen?

- Ja  
 Nein

**10 → Benennung der Schnittstellen**

Zu welchen anderen Programmen ausserhalb der Umweltbeobachtung gibt es Schnittstellen (z.B. Bundesgesundheitsurvey, Lebensmittelüberwachung, Begleitforschung,...)

- Bundesgesundheitsurvey  
 Lebensmittelüberwachung  
 Begleitforschung  
 andere

**11 Ausrichtung des Beobachtungsprogramms**

Ist das Beobachtungsprogramm auf bestimmte GVO und/oder bestimmte Transgene ausgerichtet?

- Ja  
 Nein

**12 → Art der Ausrichtung**

Auf welche Organismen und/oder Transgene ist das Programm ausgerichtet (eventuell bitte spezifisch nach Untersuchungsgebieten benennen)?

Antworttext:

**Standort****13 Auswahlkriterien der Untersuchungsgebiete**

Nach welchen Kriterien wurden die Untersuchungsgebiete ausgewählt?

Antworttext:

**14 Beobachtungsflächen**

Bestehen die Untersuchungsgebiete aus mehreren Beobachtungsflächen?

- Ja  
 Nein

**15 → Benennung der Beobachtungsflächen**

Falls die Beobachtungsflächen durchnummeriert sind, legen Sie bitte die Benennung dieser Beobachtungsflächen dar.

(Beziehen Sie sich in den weiteren Fragen bitte auf die hier vergebenen Nummern)

Antworttext:

**16 Auswahlkriterien der Beobachtungsprogramme**

Nach welchen Kriterien wurden die Standorte der Beobachtungsflächen innerhalb der Untersuchungsgebiete ausgewählt?

Antworttext:

**17 Anzahl der Beobachtungsflächen**

Wieviele Beobachtungsflächen gibt es innerhalb der Untersuchungsgebiete?

Antwort (Zahl): (Min.: Max. )

**18 Standortwechsel der Beobachtungsflächen**

Wechseln die Standorte der Beobachtungsflächen?

Ja

Nein

**19 → Grund des Standortwechsels**

Warum wechseln die Standorte der Beobachtungsflächen?

Antworttext:

**20 Einordnung nach Ökosystemen**

Zu welchen Ökosystemen gehören die Beobachtungsflächen (Zielökosysteme bzw. Nichtzielökosysteme oder beide)?

Antworttext:

**21 Einordnung nach Biotoptyp**

Wie lassen sich die Standorte der Beobachtungsflächen charakterisieren (Biotoptyp)?

Antworttext:

**22 Schutzgebiete**

Liegen die Beobachtungsflächen in einem Schutzgebiet?

Ja

Nein

**23 agrarisch genutzte Gebiete**

Liegen die Beobachtungsflächen auf einem agrarisch genutztem Gebiet?

Ja

Nein

**24 → Hauptanbauprodukte**

Was sind die Hauptanbauprodukte in diesem Gebiet?

Antworttext:

**25 → Pflanzenarten**

Welche Pflanzenarten, die eine Sortenzulassung auch für GVO besitzen, werden im Gebiet angebaut?

Antworttext:

**26 Freisetzungsfläche**

Liegt oder lag in der Nähe der Beobachtungsfläche eine Freisetzungsfläche?

- Ja  
 Nein

**27 → Distanz**

Wie weit ist die nächste (bekannte) Anbaufläche von GVO entfernt?

Antworttext:

**28 → Art des GVO**

Welcher GVO wurde/wird dort freigesetzt?

Antworttext:

**29 Referenzflächen**

Beinhaltet das Programm zu Vergleichszwecken sowohl Standorte mit GVO als auch Referenzflächen mit gleichen konventionellen Züchtungen?

- Ja  
 Nein

**30 standörtliche Unterschiede**

Wo liegen die standörtlichen Unterschiede zwischen den Beobachtungsflächen innerhalb der Untersuchungsgebiete?

Antworttext:

**31 räumliche Verteilung**

Wie weit liegen die Beobachtungsflächen auseinander?

Antworttext:

**32 Entfernung zu anderen Beobachtungsprogrammen**

Wie weit sind die Untersuchungsgebiete von Standorten anderer, einbezogener Beobachtungsprogramme entfernt?

Antwort (Zahl): \_\_\_\_\_ (Min.: \_\_\_\_\_ Max. \_\_\_\_\_ )

**Parameter****33 Parameter**

Welche Parameter werden untersucht?

(Beziehen Sie sich bitte in den weiteren Fragen auf die Nummern der Untersuchungsgebiete)

Antworttext:

**34 Auswahlkriterien**

Nach welchen Kriterien wurden die Untersuchungsparameter ausgewählt?

Antworttext:

**35 Methoden**

Mit welchen Methoden werden die Untersuchungsparameter ermittelt?

Antworttext:

**36 Zeitraum**

In welchen Zeiträumen werden die unterschiedlichen Parameter bestimmt?

Bitte methodenspezifisch benennen (falls abweichend von Antwort Rubrik "Allgemeine Angaben" Frage 56).

Antworttext:

***Untersuchungen an den Kulturpflanzen*****37 Artenauswahl**

Werden gezielt Arten untersucht, für die Freisetzungen von GVO in Deutschland genehmigt worden sind?

- Ja  
 Nein

**38 → Arten**

Welche Arten werden untersucht?

(Beziehen Sie sich bitte in den weiteren Fragen auf die Nummern der Untersuchungsgebiete)

Antworttext:

**39 → → Kartierung**

Wird die Art kartiert?

- Ja  
 Nein

**40 → → Methode**

Mit welcher Methode wird die Art kartiert?

Antworttext:

**41 → Resistenzbildungen**

Werden Resistenzbildungen untersucht?

- Ja  
 Nein

**42 → → Methode**

Mit welcher Methode werden Resistenzbildungen untersucht?

Antworttext:

**43 → Krankheiten**

Werden bei der Art Krankheiten bzw. Virenbefall beobachtet?

- Ja  
 Nein

**44 → → Methode**

Nach welcher Methode werden diese Krankheiten beobachtet?  
Antworttext:

**45 → Insektenbefall**

Wird der Insektenbefall untersucht?

- Ja  
 Nein

**46 → → Methode**

Mit welcher Methode wird der Insektenbefall untersucht?  
Antworttext:

**47 → Fitness-Parameter**

Werden bestimmte Fitness-Parameter untersucht?

- Ja  
 Nein

**48 → → Methode**

Mit welcher Methode werden diese Fitness-Parameter untersucht?  
Antworttext:

**49 → Inhaltsstoffe**

Wird die Art auf bestimmte Inhaltsstoffe untersucht?

- Ja  
 Nein

**50 → → Art der Inhaltsstoffe**

Welche Inhaltsstoffe werden untersucht?

("andere" bitte ins Kommentarfeld eingeben.)

- Stärkegehalt  
 Fettsäurezusammensetzung  
 andere

**51 → → Methode**

Mit welcher Methode werden diese Inhaltsstoffe untersucht?  
Antworttext:

**52 molekulargenetische Untersuchungen**

Wird die Art molekulargenetisch geprüft?

- Ja  
 Nein

**53 → → Sequenzen**

Welche Sequenzen werden geprüft?  
Antworttext:

**54 → → Methoden**

Mit welchen Methoden wird der molekulargenetische Nachweis geführt?  
Antworttext:

**55 Samen- und Pollenproben**

Werden Samen- und Pollenproben gesammelt?  
Antworttext:

***Pollen- und Diasporaeintrag***

**56 Polleneintrag**

Wird der Polleneintrag in den Untersuchungsgebieten untersucht?

- Ja
- Nein

**57 → Pollenauffang**

Wie wird der Pollen aufgefangen?  
Antworttext:

**58 → Quantität und Qualität**

Wird sowohl Qualität als auch Quantität untersucht?  
Antworttext:

**59 → molekulargenetische Untersuchungen**

Werden Pollen molekulargenetisch untersucht?

- Ja
- Nein

**60 → → Methode**

Mit welcher Methode werden die Pollen molekulargenetisch untersucht?  
Antworttext:

**61 → Sequenzen**

Welche Sequenzen werden untersucht?  
Antworttext:

**62 Diasporen**

Wird der Eintrag von Diasporen bestimmt?

- Ja
- Nein

**63 Methode**

Mit welcher Methode wird der allochtone Diasporeneintrag gemessen?  
Antworttext:

**64 → Quantität und Qualität**

Wird die Qualität und Quantität der Diasporen beobachtet?

- Ja  
 Nein

**65 → molekulargenetische Untersuchungen**

Werden die Diasporen molekulargenetisch untersucht?

AAntworttext:

**66 → Viabilität**

Werden die Diasporen auf ihre Viabilität untersucht (z. B. auch

- Ja  
 Nein

**67 → → Methode**

Mit welcher Methode werden die Diasporen auf ihre Viabilität untersucht?

AAntworttext:

***Untersuchungen von anderen Organismen***

**68 Vegetationskartierungen**

Werden Vegetationskartierungen durchgeführt?

(Beziehen Sie sich bitte in den weiteren Fragen auf die Nummern der  
Untersuchungsgebiete)

- Ja  
 Nein

**69 → Vegetationskartierungen - Methode**

Mit welcher Methode werden Vegetationskartierungen durchgeführt?

AAntworttext:

**70 Artenkartierung**

Werden Arten kartiert?

- Ja  
 Nein

**71 Qualität und Quantität**

Werden die Arten sowohl qualitativ als auch quantitativ kartiert?

AAntworttext:

**72 molekulargenetische Verfahren**

Werden molekulargenetische Verfahren eingesetzt?

- Ja

Nein

**73 → Methode**

Mit welcher Methode werden molekulargenetische Verfahren eingesetzt?  
Antworttext:

**74 → Arten**

Bei welchen Arten werden molekulargenetische Verfahren eingesetzt?  
Antworttext:

**75 → Gensequenzen**

Welche Gensequenzen werden überprüft?  
Antworttext:

**76 Insektenbefall**

Wird der Insektenbefall bei bestimmten Arten untersucht?

- Ja  
 Nein

**77 → Methode**

Mit welcher Methode wird der Insektenbefall untersucht?  
Antworttext:

**78 → Pflanzenarten**

Welche Pflanzenarten werden untersucht?  
Antworttext:

**79 → Insekten**

Welche Insekten werden überprüft?  
Antworttext:

**80 Fitness-Parameter**

Werden Fitness-Parameter (auch Resistenzen) bei Arten untersucht?  
Antworttext:

**81 → Art der Fitness-Parameter**

Welche Fitness-Parameter werden untersucht?  
Antworttext:

**82 → Methode**

Mit welcher Methode werden die Fitness-Parameter untersucht?  
Antworttext:

**83 Inhaltsstoffe**

Werden Arten auf bestimmte Inhaltsstoffe untersucht?

- Ja  
 Nein

**84 → Art der Inhaltsstoffen**

Welche Inhaltsstoffe werden untersucht (z. B. Stärkegehalt, Fettsäurezusammensetzung)?

Antworttext:

**85 → Methode**

Nach welcher Methode werden diese Inhaltsstoffe untersucht

Antworttext:

***Tiere*****86 Tiergruppen**

Werden Tiergruppen bestimmt?

Ja

Nein

**87 → Art der Tiergruppen**

Welche Tiergruppen (Arten, Familien,...) werden bestimmt?

Antworttext:

**88 → Qualität und Quantität**

Welche Arten werden nur qualitativ und welche nur quantitativ bestimmt?

Antworttext:

**89 → Methoden**

Welche Methoden werden eingesetzt (bitte tiergruppenspezifisch benennen)?

Antworttext:

**90 Resistenzbildungen**

Werden Resistenzbildungen untersucht?

Ja

Nein

**91 → Arten**

Welche Arten werden untersucht?

Antworttext:

**92 → Methoden**

Welche Methoden werden eingesetzt?

Antworttext:

**93 → Resistenzen**

Welche Resistenzen werden betrachtet?

Antworttext:

***Weitere Organismen***

**94 Bakterien**

Werden Bakterien untersucht

(Beziehen Sie sich bitte in den weiteren Fragen auf die Nummern der Untersuchungsgebiete)

- Ja  
 Nein

**95 → Bakterienarten**

Welche Bakterien werden registriert?

Antworttext:

**96 → weitergehende Untersuchungen**

Was wird darüber hinaus bei den Bakterien untersucht?

Antworttext:

**97 → Methoden**

Mit welchen Methoden werden die Untersuchungen durchgeführt?

Antworttext:

**98 Viren**

Werden Viren untersucht?

- Ja  
 Nein

**99 → Virenarten**

Welche Viren werden registriert?

Antworttext:

**100 → Untersuchungskriterien**

Was wird bei den Viren untersucht?

Antworttext:

**101 → Methoden**

Mit welchen Methoden werden die Untersuchungen durchgeführt?

Antworttext:

***Untersuchungen der Umwelt*****102 Bodenparameter**

Welche Bodenparameter werden untersucht?

(Beziehen Sie sich bitte in den weiteren Fragen auf die Nummern der Untersuchungsgebiete)

- Ja

Nein

**103 → Methoden**

Mit welchen Methoden werden die Bodenparameter untersucht?  
Antworttext:

**104 Transgene**

Wird der Boden auf Transgene untersucht?  
Antworttext:

**105 → Transgenene - Arten**

Nach welchen Transgenen wird im Boden gesucht?  
Antworttext:

**106 → Transgene - Persistenz**

Wird die Persistenz von Transgenen bestimmt?  
Antworttext:

**107 Agrarsystem**

Findet eine Beobachtung über Veränderungen des Agrarsystems statt?  
 Ja  
 Nein

**108 Befragungen**

Finden Befragungen der Landwirte statt?  
 Ja  
 Nein

**109 → Inhalte**

Geben Sie eine grobe Übersicht über die Inhalte des Fragebogens?  
Antworttext: