



Das Lebensministerium



## Verbundprojekt - Zwischenbericht

Verbundprojekt

Veränderte Landnutzungssysteme in hochwassergefährdeten Gebieten

Freistaat  Sachsen

Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft

Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft  
*Pflanzliche Erzeugung*  
*Bodenkultur*

Datum: 19.12.2003  
Bearbeiter: Henning Stahl  
Dr. Steffen Zacharias  
Jörg Ahner  
Svea Häußler  
Telefon: 0341 9174 122  
Telefax: 0341 9174 111  
AZ: 42-8960.57

Thema

**Zwischenbericht      Verbundprojekt      „Veränderte      Landnutzung      in  
hochwassergefährdeten Gebieten“**

Teilprojekte	Nr. lt. JAP
Überflutung landwirtschaftlicher Flächen - Wirkungen, Folgen und Anpassungsstrategien	04308
Nutzung hochwassergefährdeter und geogen belasteter Flächen mit nachwachsenden Rohstoffen	04505
Veränderte Landnutzungssysteme – Betriebswirtschaftliche Bewertung verschiedener Nutzungsszenarien sowie Kosten-Nutzen-Analysen als Grundlage für Entschädigungs- und Ausgleichszahlungen.	03206

## Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis .....	2
1.....Einleitung.....	7
1.1    Veranlassung.....	7
1.2    Projektstruktur.....	8
2.....Material und Methoden .....	9
2.1    Kartengrundlage .....	9
2.2    Untersuchungsflächen .....	10
2.3    Bodenkundliche Untersuchungen.....	11
2.3.1    Bodenansprache.....	11
2.3.2    Probenahme .....	11
2.3.3    Korngrößenanalyse.....	11
2.3.4    Wasserretentionskurve .....	11
2.3.5    Hydraulische Leitfähigkeit bei Feldsättigung.....	12
3.....Rechtlich-administrative Aspekte des Hochwasserschutzes .....	13
3.1    Die Wasserrahmenrichtlinie und ihre Umsetzung in nationales Recht.....	13
3.1.1    Europäische Union.....	13
3.1.2    Deutschland.....	13
3.1.3    Sachsen.....	14
3.2    Hochwasserschutz durch Festsetzung von Überschwemmungsgebieten– Situation in Deutschland.....	16
3.2.1    Rechtliche Grundlagen.....	16
3.2.2    Nutzungseinschränkungen und Ausgleich.....	17
3.2.3    Deichrückbauten und Polderanlagen in Deutschland .....	17
3.3    Hochwasserschutzpolitik und Landwirtschaft – Situation in anderen Staaten .....	30
3.3.1    Großbritannien.....	30
3.3.2    Niederlande.....	30
3.3.3    USA .....	32
4.....Beschreibung des Untersuchungsgebietes .....	34
4.1    Naturräumliche Gliederung .....	34
4.1.1    Geologische Gliederung.....	34
4.1.2    Sächsische Naturraumkartierung .....	35

4.2	Klimatische Verhältnisse .....	37
4.3	Grundwasser.....	39
4.4	Bodenverhältnisse.....	41
4.4.1	Mittelmaßstäbige landwirtschaftliche Standortkartierung.....	41
4.4.2	Bodenbezogene Untersuchungen im Projekt .....	45
4.5	Potenziell natürliche Vegetation .....	45
4.6	Landnutzung des Untersuchungsgebietes .....	46
4.6.1	Historische Landnutzung.....	46
4.6.2	Heutige Landnutzung.....	47
4.6.3	Bewirtschaftungsstruktur.....	52
5.....	Hochwasserschutz und –vorsorge im Untersuchungsgebiet .....	55
6.....	Überflutungen und landwirtschaftliche Nutzung.....	56
6.1	Hochwasserempfindlichkeit landwirtschaftlicher Flächen .....	56
6.2	Hochwasserschäden auf landwirtschaftlichen Flächen.....	56
6.2.1	Schäden durch Überstau.....	56
6.2.2	Schäden durch Stoffeintrag.....	57
6.2.3	Schäden durch fließendes Wasser.....	62
6.2.4	Indirekte Schäden durch das Hochwasser .....	62
6.2.5	Handlungsempfehlungen und weiterer Untersuchungsbedarf .....	63
7.....	Veränderungen der landwirtschaftlichen Landnutzung.....	64
7.1	Umwandlung von Ackerland in Grünland .....	64
7.2	Konservierende Bodenbearbeitung .....	65
7.3	Nutzungsalternative Nachwachsende Rohstoffe .....	66
8.....	Betriebswirtschaftliche Bewertung der Auswirkungen auf die Landwirtschaft.....	68
9.....	Stand der Arbeiten .....	69
9.1	Teilprojekt 1 –ds „Überflutung landwirtschaftlicher Flächen – Wirkungen, Folgen und Anpassungsstrategien“ .....	69
9.1.1	Zielstellung.....	69
9.1.2	Aufgaben .....	69
9.1.3	Stand und Ausblick .....	70
9.2	Teilprojekt 2 – Nutzung hochwassergefährdeter und geogen belasteter Flächen mit nachwachsenden Rohstoffen.....	71
9.2.1	Zielstellung.....	71

---

9.2.2	Aufgaben .....	71
9.2.3	Stand und Ausblick .....	73
9.3	Teilprojekt 3 – Betriebswirtschaftliche Bewertung verschiedener Nutzungsszenarien sowie Kosten-Nutzen-Analysen als Grundlage für Entschädigungs- und Ausgleichszahlungen .....	73
9.3.1	Zielstellung.....	73
9.3.2	Aufgaben .....	74
9.3.3	Stand und Ausblick .....	74
	Literatur.....	75
	Anhang .....	78

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 2-1:	Lage der Untersuchungsflächen 1 – 4.....	10
Abbildung 3-1:	Arbeitsebenen im Flussgebietsmanagement für Sachsen (LFUG, 2003).....	15
Abbildung 4-1:	Naturräumliche Gliederung des Untersuchungsgebietes nach Mannsfeld und Richter (1995).....	35
Abbildung 4-2:	Gliederung des Untersuchungsgebietes in Mikrogeochoren gem. Naturraumkartierung des Freistaates Sachsen.....	36
Abbildung 4-3:	Relative Häufigkeit monatlicher Niederschlagssummen der planaren Klimastufe und jahreszeitliche Differenzierung, Angaben in % (Haase, 1971) .....	38
Abbildung 4-4:	Verteilung der grund- und stauwasserbeeinflussten Böden im Untersuchungsgebiet (nach Akad. d. Landwirtschaftswiss. der DDR, 1979).....	40
Abbildung 4-5:	Verteilung der Bodenartengruppen nach MMK im Untersuchungsgebiet (nach Akad. d. Landwirtschaftswiss. der DDR, 1979).....	42
Abbildung 4-6:	Verteilung der Leitbodenformen nach MMK im Untersuchungsgebiet (dargestellt sind nur die auch im Untersuchungsgebiet vorkommenden Bodenformen; nach Akad. d. Landwirtschaftswiss. der DDR, 1979).....	44
Abbildung 4-7:	Landnutzung im Untersuchungsgebiet (LfUG, 2000).....	47
Abbildung 4-8:	Landnutzung des Untersuchungsgebietes (LfUG, 2000) .....	48
Abbildung 4-9:	Lage der unter Naturschutz stehenden Flächen innerhalb des Untersuchungsgebietes.....	51

## Tabellenverzeichnis

Tabelle 2-1:	Aufstellung der im Projekt gemessenen Druckstufen einschl. der Entsprechung für die Bodenwassercharakteristik.....	12
Tabelle 3-1:	Beispiele für geplante und realisierte Deichrückbauten und Polderanlagen in Deutschland (LW = Landwirtschaft, DRV = Deichrückverlegung, IRP = Integriertes Rheinprogramm, PF = Planfeststellung, MS = Machbarkeitsstudie).....	18
Tabelle 4-1:	Niederschlagswerte (mm/Jahr) für das Untersuchungsgebiet - Messreihe 1961-1990 (Angaben nach Sächs. Akad. d. Wiss., 1997).....	39
Tabelle 4-2:	Flächengrößen und Flächenanteile der Wasserverhältnisse am Untersuchungsgebiet (Akad. d. Landwirtschaftswiss. der DDR, 1979).....	39
Tabelle 4-3:	Flächengrößen und Flächenanteile der MMK-Bodenarten am Untersuchungsgebiet (Akad. d. Landwirtschaftswiss. der DDR, 1979).....	41
Tabelle 4-4:	Flächengrößen und Flächenanteile der MMK-Leitbodenformen am Untersuchungsgebiet (sortiert nach Anteilen an der Gesamtfläche).....	43
Tabelle 4-5:	Größe und relative Anteile der durch Haupterwerbsbetriebe bewirtschafteten Ackerflächen im Untersuchungsgebiet (Ergebnisse Betriebsbefragung).....	52
Tabelle 4-6:	Größe und relative Anteile der durch Haupterwerbsbetriebe bewirtschafteten Grünlandflächen im Untersuchungsgebiet.....	53
Tabelle 6-1:	Richtwerte für durch landwirtschaftliche Flächen maximal tolerierbare Überstauzeiten und -höhen bei Überflutungen (nach Desbos, 1997).....	57
Tabelle 6-2:	Schwermetallgehalte (Wasser, Sediment, Schwebstoff) in der Vereinigten Mulde.....	59
Tabelle 6-3:	Geogene Hintergrundwerte von Schwermetalle und Arsen im Gebiet der Vereinigten Mulde – Angaben in mg/kg.....	60
Tabelle 6-4:	Schwermetallgehalte von Sedimentproben der Vereinigten Mulde und Kennzeichnung der Überschreitungen von Grenzwerten nach § 8 BBodSchG (Angaben in mg/kg) – Angabe der Grenzwerte bei Analytik im Königswasserextrakt.....	61

# 1 Einleitung

## 1.1 Veranlassung

In Folge der Hochwasserkatastrophe im Sommer 2002 in Sachsen wurden und werden verschiedene Möglichkeiten eines verbesserten Hochwasserschutzes und der Hochwasserprävention geprüft. Zu den in diesem Zusammenhang diskutierten vorbeugenden und schützenden Maßnahmen gehören auch die Verlegung bzw. der Rückbau von Hochwasserschutzdeichen oder Veränderungen der Landnutzung in den Auen.

Vor dem Hintergrund der möglicherweise erheblichen Konsequenzen für die Landwirtschaft in bestimmten Gebieten führt die Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft seit dem 01.02.03 ein Projekt mit dem Ziel durch, Risikoabschätzungen, Entscheidungshilfen und Handlungsempfehlungen aus landwirtschaftlicher Sicht für potenziell hochwassergefährdete Rückdeichungsgebiete und Polder in Sachsen abzuleiten. Hierzu sind neben den Belangen der Landwirtschaft und des Verbraucherschutzes auch wasserwirtschaftliche, naturschutzfachliche, wirtschaftliche und juristisch- gesetzliche Aspekte zu berücksichtigen.

Deichverlegungen bewirken eine Veränderung der Wasserstandsdynamik. Heutige Binnendeichflächen werden zukünftig periodische Überflutungen erfahren und dadurch in ihrer landwirtschaftlichen Bewirtschaftbarkeit eingeschränkt werden. Mögliche Auswirkungen auf die Landwirtschaft bestehen in:

- Ernteverluste durch Schädigungen von Kulturen und Restriktionen des Futtermittelrechtes,
- Behinderungen von Beweidung, Befahrbarkeit und Bearbeitbarkeit während und nach Überflutungen,
- Veränderungen des Bodenwasserhaushaltes (Bodenwasserdargebot, Grundwasserstände),
- Stoffeinträge durch Sedimentablagerungen mit Relevanz aus der Sicht des Bodenschutzes,
- Stoffausträge von landwirtschaftlichen Flächen mit Relevanz aus der Sicht des Erosionsschutzes, der Flora-Fauna-Habitat-Richtlinie (FFH-RL 92/43/EG) oder der Wasserrahmenrichtlinie (WRRL 2000/60/EG).

Die wesentlichen Aufgaben des Verbundprojektes sind:

- die Beurteilung der Möglichkeiten und Grenzen von Konzepten zur landwirtschaftlichen Nutzung von zukünftigen Überschwemmungsflächen,
- die Untersuchung von agrarökologischen Auswirkungen,
- die Erstellung von Entscheidungshilfen für die Planung von Hochwasserschutzmaßnahmen (z.B. Bemessung von Poldern, Auswahl von Rückdeichungsflächen),
- die Einschätzung von möglichen Auswirkungen der aktuellen Umwelt-, Raumplanungs- und Verbraucherschutzgesetzgebung (Wasserrahmenrichtlinie, FFH-Richtlinie, Bundesbodenschutzgesetz ...) auf die Landwirtschaft in Überschwemmungsgebieten und

- Prüfung des Einsatzes der Instrumente der ländlichen Neuordnung zur Lösung von Konflikten in Überschwemmungsgebieten.

Der vorliegende Zwischenbericht gibt einen Überblick über den Stand der Arbeiten, die Untersuchungsprogramme und erste Ergebnisse.

## **1.2 Projektstruktur**

Im Rahmen des Projektes werden drei Teilaspekte bearbeitet, welche die Auswirkungen der geplanten Hochwasserschutz- und -präventivmaßnahmen in den Auen auf die Landwirtschaft bewerten sollen. Die Teilprojekte lauten im Einzelnen:

1. Überflutung landwirtschaftlicher Flächen - Wirkungen, Folgen und Anpassungsstrategien (Ref. 42)
2. Nutzung hochwassergefährdeter und geogen belasteter Flächen mit nachwachsenden Rohstoffen (Ref. 41),
3. Veränderte Landnutzungssysteme – Betriebswirtschaftliche Bewertung verschiedener Nutzungsszenarien sowie Kosten-Nutzen-Analysen als Grundlage für Entschädigungs- und Ausgleichszahlungen (Ref. 34).

## **2 Material und Methoden**

### **2.1 Kartengrundlage**

Grundlage der Kartierungsarbeiten bildeten die topographischen Karten 1:10.000 (TK 10) mit folgenden Blattnummern:

- 4340 – SO – Rösa
- 4341 – SO – Söllichau
- 4341 – SW – Schwemsal
- 4440 – NO – Löbnitz
- 4441 – NW – Tiefensee
- 4441 – NO – Bad Düben
- 4441 – SO – Laußig
- 4441 – SW – Krippenhna
- 4442 – NW - Pressel
- 4442 – SW – Doberschütz
- 4541 – NO – Eilenburg
- 4541 – SO – Püchau
- 4541 – SW – Jesewitz
- 4542 – NW – Eilenburg Ost
- 4542 – SW - Thallwitz
- 4641 – NO - Machern
- 4642 – NW – Wurzen
- 4642 – NO – Wurzen Roitzsch
- 4642 – SO – Kühnen Burkhartshain
- 4642 – SW – Pausitz

Verwendet wurden außerdem die digitalen Orthofotos des Untersuchungsraumes im Maßstab 1:10.000. Im Einzelnen waren dies:

- 4340 – Bitterfeld Ost
- 4341 – Söllichau
- 4440 – Delitzsch
- 4441 – Bad Düben
- 4442 – Mockrehna
- 4541 – Eilenburg
- 4542 – Hohburg
- 4641 – Taucha

- 4642 – Wurzen.

Basis der Geländemodellierung waren die Daten des Digitalen Geländehöhenmodelles ATKIS® 25 (DGM 25) des Amtlichen Topographisch-Kartographischen Informationssystems.

Grundlage der Bodenkundlichen Kartierung bildeten die Angaben der Mittelmaßstäbigen landwirtschaftlichen Standortkartierung im Maßstab 1:25.0000.

## 2.2 Untersuchungsflächen

Im Projekt werden ergänzende Erhebungen bodenkundlicher Kennwerte im Untersuchungsgebiet durchgeführt. Zu diesem Zweck wurden basierend auf einer Auswertung vorhandener bodenkundlicher Kartierungen und den Vorplanungen zum Hochwasserschutzkonzept repräsentative Untersuchungsflächen (UF) ausgewählt, auf denen die verschiedenen bodenkundlichen Untersuchungen stattfinden. Im Jahr 2002 wurden vier Standorte untersucht:

- UF 1 – Acker Wellaune,
- UF 2 – Acker Zschepplin,
- UF 3 – Acker Kollau,
- UF 4 – Grünland Kollau.

Abbildung 1 gibt einen Überblick über die Lage der einzelnen UF des Jahres 2002 im Untersuchungsgebiet. Für das Jahr 2003 ist die Beprobung weiterer Flächen geplant.

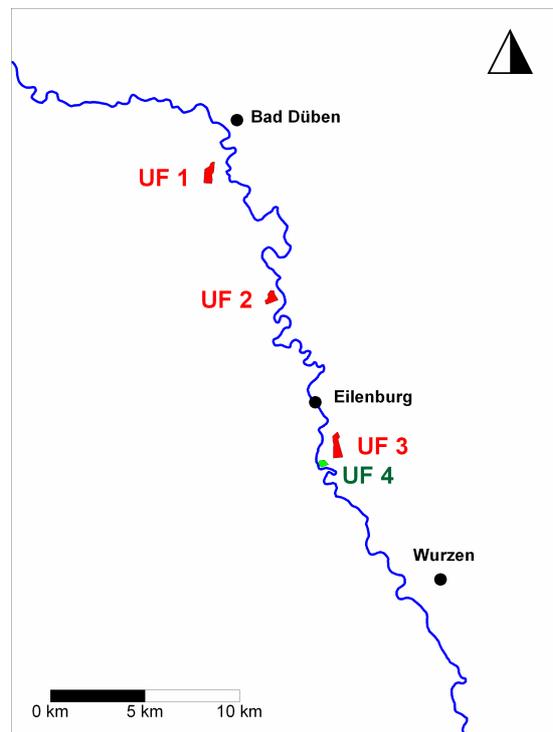


Abbildung 2-1: Lage der Untersuchungsflächen 1 – 4

## 2.3 Bodenkundliche Untersuchungen

### 2.3.1 Bodenansprache

Die Bodenansprache auf den Untersuchungsflächen erfolgt mittels Probenahme mit dem Pürckhauer-Bohrer ( $\varnothing$  2 cm). Die Beprobung wurde bis in eine Tiefe von 2,0 m durchgeführt. Des Weiteren fand je Untersuchungsfläche eine Bodenprofilschachtung statt.

Im Zuge der Bodenansprache wurden folgende horizontbezogene Kenngrößen gemäß den Vorgaben der Bodenkundlichen Kartieranleitung KA 4 (AG Bodenkunde, 1992) erfasst:

- Bodenart,
- Gefüge,
- Gehalt an organischer Substanz,
- Hydromorphie,
- Lagerungsdichte,
- Kalkgehalt.

Die Bodenhorizonte wurden entsprechend der Vorgaben der KA 4 benannt.

### 2.3.2 Probenahme

Das angelegte Bodenprofil diente der Gewinnung von Bodenproben. Je Horizont wurde eine Beutelmischprobe und 4 ungestörte Stechzylinderproben (250 cm<sup>3</sup>) entnommen. Die Bodenproben wurden feldfrisch vom Tag der Entnahme bis zur endgültigen Verwendung gekühlt gelagert.

Die Beutelmischproben dienten der Bestimmung der Korngrößenverteilung. Die Stechzylinderproben wurden für die Bestimmung von Wasserretentionskurven und Lagerungsdichte verwendet.

### 2.3.3 Korngrößenanalyse

Die luftgetrockneten Proben für die Korngrößenanalyse werden mechanisch zerkleinert und auf 2 mm abgesiebt. Die Feinbodenfraktion (< 2 mm) wird anschließend einer chemischen Dispergierung zur Auftrennung von Kornverklebungen unterzogen. Für die Proben des A-Horizontes findet vor der Dispergierung eine Zerstörung der organischen Substanz mittel H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> statt.

Die dispergierte Probe wird durch Siebung in die einzelnen Kornfraktionen aufgetrennt. Die Fraktionen von 63 mm bis 2 mm (Grobschluff bis Ton) werden mittels Sedimentationsmethode (Pipettmethode nach KÖHN) aufgetrennt.

### 2.3.4 Wasserretentionskurve

Die Bestimmung der Wasserretentionscharakteristik (Zusammenhang zwischen Bodenwassergehalt und Wasserspannung) erfolgte für den Druckstufenbereich bis pF 1,8 mittels Unterdruckmethode (Sandbox) und für den Wasserspannungsbereich bis zum permanenten Welkepunkt (pF 4,2) mittels Überdruckentwässerung. Die Wasserretentionskurve bildet eine wesentliche Grundlage für die Parametrisierung der

geplanten bodenhydraulischen Modellierungen. Eine optimale Parametrisierung über eine Anpassung theoretischer Wasserretentionsfunktionen an die gemessenen Kurven, erfordert eine detaillierte Kenntnis des Kurvenverlaufs. Daher wurde eine feine Unterteilung der zu bestimmenden Wasserspannungsstufen vorgenommen. Die folgende Tabelle enthält eine Zusammenstellung der gemessenen Druckstufen.

**Tabelle 2-1: Aufstellung der im Projekt gemessenen Druckstufen einschl. der Entsprechung für die Bodenwassercharakteristik**

Wasserspannung		Bedeutung der Druckstufen für die Bodenwassercharakteristik
[cm Wassersäule]	pF	
1	0	Sättigung –Porenvolumen
10	1,0	Bereich der weiten Grobporen
25	1,4	
60	1,78	
100	2,0	
150	2,18	Feldkapazität Bereich der engen Grobporen
300	2,48	
600	2,78	
1200	3,08	pflanzenverfügbares Wasser Bereich der Mittelporen
5000	3,7	
15858	4,2	

### 2.3.5 Hydraulische Leitfähigkeit bei Feldsättigung

Zur Bestimmung der gesättigten hydraulischen Leitfähigkeit ( $K_s$ ) das Guelph-Permeameter eingesetzt. Dieses Gerät erlaubt die Ermittlung von  $K_s$ -Werten im Feld. Das Guelph-Permeameter gehört zur Gruppe der Bohrlochinfiltrometer und arbeitet nach der Methode des „constant head well“ (konstante Druckhöhe). Im Bohrloch, wird mittels des Permeameters nach dem Prinzip der Mariott'schen Flasche ein konstanter Wasserspiegel (Druckhöhe) eingestellt. Es erfolgt eine Messung des infiltrierenden Wassers und eine Bestimmung der konstanten Infiltrationsrate für die eingestellte Druckhöhe. Die Messung wird für zwei Druckhöhen durchgeführt und aus den ermittelten Werten für die Infiltrationsrate lässt sich die hydraulische Leitfähigkeit bei Feldsättigung errechnen.

Die Messmethode besitzt gegenüber anderen Messmethoden und Labormethoden einige entscheidende Vorteile:

- in-situ-Messung (d. h. Störungen des Bodens werden weitgehend vermieden),
- Messung kann durch eine Person durchgeführt werden (Gewicht des Gerätes inkl. Transportbehälter = 15 kg),
- benötigte Wassermenge ist sehr gering (2-2,5 l/Messung),
- Messdauer ca. 0,5 - 1 h, d.h. pro Messtag können ca. 10 Wiederholungen gemessen werden,

Messtiefen von 15 cm - 75 cm ermöglichen eine horizontbezogene Beprobung an einem Bohrloch.

### **3                    Rechtlich-administrative                    Aspekte                    des                           Hochwasserschutzes**

#### **3.1                Die Wasserrahmenrichtlinie und ihre Umsetzung in                           nationales Recht**

##### **3.1.1            Europäische Union**

Der grundlegende Handlungsrahmen für die Wasserwirtschaft und den Hochwasserschutz in Europa wird durch die Wasserrahmenrichtlinie der Europäischen Gemeinschaft (WRRL) bestimmt. Diese trat am 22. Dezember 2002 in Kraft und bildet die Basis für eine gemeinsame Gewässerschutzpolitik der Staaten der Europäischen Union. Durch die WRRL wurden neue Leitlinien der Wasserwirtschaft festgeschrieben, die im nationalen Rahmen umzusetzen sind. Im Wesentlichen sind dies:

- Bewirtschaftung der Gewässer auf der Basis einer auf das Flusseinzugsgebiet bezogenen, gesamtheitlichen Betrachtungsweise, d.h. die Orientierung der wasserwirtschaftlichen Entscheidungen an hydrologischen und nicht mehr an politisch-administrativen Gegebenheiten
- Beurteilung des Gewässerzustandes an ökologischen Kriterien (im Gegensatz zur Beurteilung an Hand physikalischer und chemischer Parameter)
- Verpflichtung zur Aufstellung von Bewirtschaftungsplänen für die jeweiligen Flussgebiete, die Maßnahmenprogramme zur Erreichung eines guten Gewässerzustandes enthalten.

Die WRRL ist bis Ende 2003 in nationales Recht (Wasserhaushaltsgesetz, Landeswassergesetze und Verordnungen) umzusetzen.

Der Hochwasserschutz wird durch die WRRL nicht direkt behandelt, jedoch als Ziel der Gewässerschutzpolitik formuliert. Im Artikel 1 wird der „Beitrag zur Minderung der Auswirkungen von Überschwemmungen“ als Aufgabe zukünftiger Gewässerschutzmaßnahmen genannt.

##### **3.1.2            Deutschland**

Das für die Wasserwirtschaft und den Hochwasserschutz in Deutschland maßgebende Gesetzeswerk ist das Wasserhaushaltsgesetz (WHG). Die Umsetzung der WRRL in das nationale Recht wurde durch die Neufassung des WHG am 25. Juni 2002 begonnen. Hier konnten jedoch nur die wesentlichen „Rahmen“-Grundsätze der WRRL aufgenommen werden, da der Bund lediglich eine Rahmengesetzgebungskompetenz besitzt. Die konkrete Umsetzung aller Regelungen der WRRL liegt in der Verantwortung der einzelnen Bundesländer, die hierfür eine Anpassung der Landeswassergesetze vornehmen müssen (bis spätestens Ende 2003). Neben verfahrensrechtlichen Aspekten, Grundsätzen zur Öffentlichkeitsbeteiligung, Überwachungsvorschriften und Regelungen zu Datenaustausch betrifft dies vor allem die in der WRRL getroffenen Vorgaben zur Erfassung und Bewertung des ökologischen Gewässerzustandes. Hierzu sind in den Ländern neben den Änderungen der Landeswassergesetze entsprechende Verordnungen zu erlassen. Das Sächsische Wassergesetz (SächsWG) wird gegenwärtig novelliert. Die Kabinettsbefassung (Einbringung in den Landtag) ist für den 16. Dezember 2003 geplant. Die Versendung an den Landtag erfolgt im Anschluss die Kabinettsbefassung.

Insgesamt befinden sich in Deutschland zehn Flusseinzugsgebietseinheiten, darunter z. B. die Elbe und die Oder. Diese Flussgebietseinheiten sind im § 1b (1) WHG festgeschrieben und bilden die Grundlage der zukünftigen länder- und staatsgrenzenüberschreitenden Gewässerpolitik.

Veranlasst durch die Flutkatastrophe im Sommer 2002, verabschiedete die Bundesregierung am 15. September 2002 ein 5-Punkte-Programm zur Verbesserung des vorbeugenden Hochwasserschutzes. Das in diesem Programm definierte Handlungskonzept mündete im August 2003 in der Neufassung eines Gesetzes zur Verbesserung des vorbeugenden Hochwasserschutzes (Artikelgesetz). Diese soll das den Hochwasserschutz in Deutschland betreffende rechtliche Instrumentarium neu regeln. Im Einzelnen sind dies:

- Baugesetzbuch,
- Raumordnungsgesetz,
- Bundeswasserstraßengesetz,
- Gesetz über den Deutschen Wetterdienst und
- Wasserhaushaltsgesetz.

Der konkrete Wortlaut des Artikelgesetzes ist derzeit in der Diskussion.

Das WHG regelt in seiner bisherigen Fassung vom 19. August 2002 im zweiten Teil „Bestimmungen für oberirdische Gewässer“ den Hochwasserschutz. Der bisherige „Vierte Abschnitt Überschwemmungsgebiete“ soll zukünftig als „Vierter Abschnitt Hochwasserschutz“ den rechtlichen Rahmen des Hochwasserschutzes in Deutschland festschreiben. Hier finden sich verschiedene Regelungen mit Bezügen zu Flussauen oder Polderflächen. Geregelt werden u. a.

- Grundsätze des Hochwasserschutzes
- Definition von Überschwemmungsgebieten und überschwemmungsgefährdeten Gebieten
- Verpflichtung zur Aufstellung von Hochwasserschutzplänen und die
- Verpflichtungen zur länder- und staatsgrenzenüberschreitenden Kooperation beim Hochwasserschutz

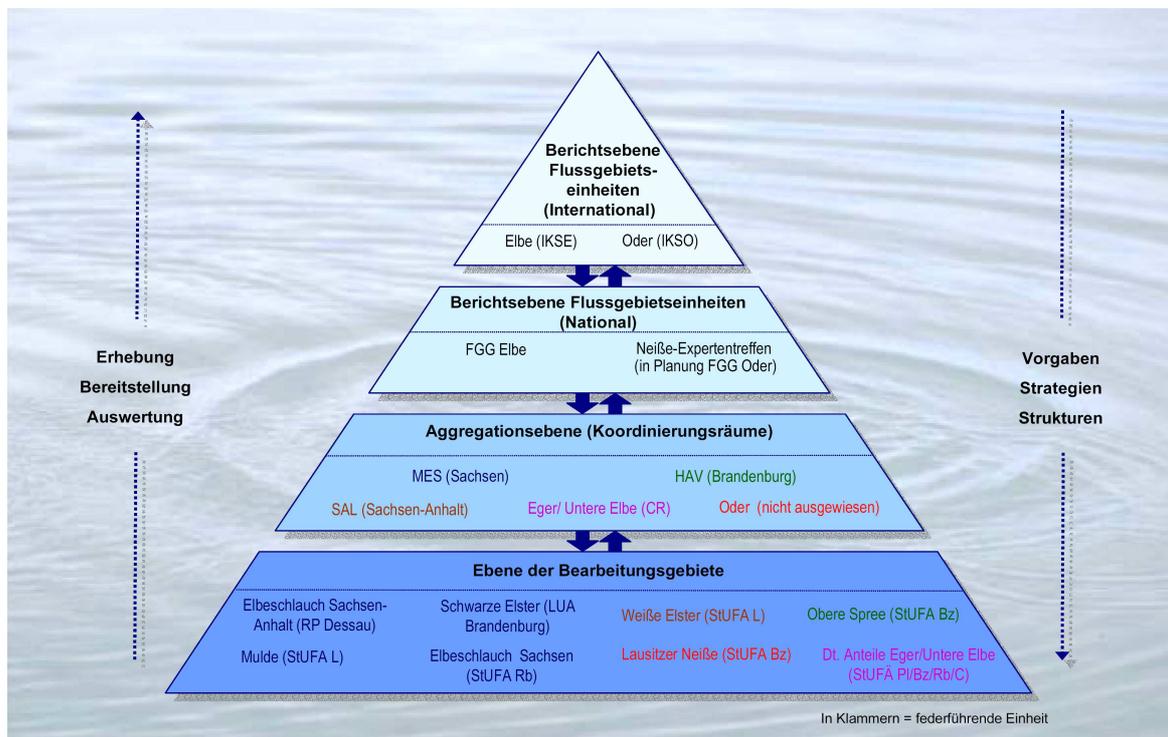
### **3.1.3 Sachsen**

Bereits im November 2002 wurde in Sachsen das „Gesetz zur Erleichterung des Wiederaufbaus und zur Verbesserung des Hochwasserschutzes“ (Wiederaufbau-Erleichterungsgesetz) verabschiedet. Dieses Gesetz entstand unter dem Eindruck der Hochwasserkatastrophe 2002 und führte eine stärkeren Wichtung des Schutz- und Vorsorgeprinzips in das SächsWG ein.

Die Gesamtverantwortung für die rechtliche und fachliche Umsetzung der Wasserrahmenrichtlinie obliegt im Sachsen dem Sächsischen Staatsministerium für Umwelt und Landwirtschaft (SMUL). Die unmittelbare, örtliche Durchführung der Arbeiten erfolgt durch die Staatlichen Umweltfachämter (StUFÄ).

Das Landesamt für Umwelt und Geologie (LfUG) ist verantwortlich für die Erarbeitung der fachlichen Methodik und für die Zusammenführung der Daten aus den Bearbeitungsgebieten zu einer sachsenweiten Darstellung. Zu diesem Zweck wurde im LfUG eine Projektgruppe zur Umsetzung der Wasserrahmenrichtlinie in Sachsen (PG WaRiS) ins Leben gerufen.

In Sachsen existieren vier relevante Arbeitsebenen, die sich auf der Grundlage der ausgewiesenen Flussgebietseinheiten ergeben (vgl. Abbildung 3-1).



**Abbildung 3-1: Arbeitsebenen im Flussgebietsmanagement für Sachsen (LFUG, 2003)**

Das Land Sachsen erstreckt sich über zwei Flussgebietseinheiten – die Flussgebietseinheit Elbe und die Flussgebietseinheit Oder (staaten- und bundesländerübergreifende Flussgebiete). In Art. 3 (4) WRRL werden die Staaten verpflichtet, die jeweiligen Bewirtschaftungspläne und abgeleiteten Maßnahmenprogramme für die Flussgebietseinheiten abzustimmen und kohärent auszugestalten. Zu diesem Zweck werden die Flussgebietseinheiten in sog. Koordinierungsräume unterteilt. Im Falle der Flussgebietseinheit Elbe hat Sachsen Anteil an drei dieser Koordinierungsräume – Havel (HAV), Saale (SAL) und Mulde-Elbe-Schwarze Elster (MES). Für Letzteren obliegt Sachsen die Federführung, wobei die Koordinierung der Arbeiten durch das LFUG übernommen wird. Die Koordinierungsräume können nach hydrologischen Gesichtspunkten weiter in Bearbeitungsgebiete unterteilt werden. Für den Koordinierungsraum MES wurden vier Bearbeitungsgebiete ausgewiesen:

- Elbeschlauch Sachsen-Anhalt,
- Schwarze Elster,
- Mulde und
- Elbeschlauch Sachsen.

Die für das Bearbeitungsgebiet jeweils zuständigen Behörden, sind in Abbildung 3-1 gekennzeichnet.

Mit der Novellierung des SächsWG wird in Sachsen erstmals das Konzept von Hochwasserentstehungsgebieten (§ 100 a) eingeführt. Unter der Prämisse des vorsorgenden Hochwasserschutzes sollen die Ausweisung dieser Gebiete einer

Verbesserung des Wasserrückhalts in den Einzugsgebieten dienen. Die betreffenden Flächen sollen auf der Grundlage verschiedener naturräumlicher Gegebenheiten (Geländemorphologie, klimatische Verhältnisse, Geologie) und von Nutzungsaspekten durch das LfUG ausgewiesen werden. Für diese Gebiet besteht zukünftig ein besonderes Genehmigungserfordernis bei bestimmten Vorhaben.

## **3.2 Hochwasserschutz durch Festsetzung von Überschwemmungsgebieten– Situation in Deutschland**

### **3.2.1 Rechtliche Grundlagen**

Ein wesentliches Werkzeug des auf einen verbesserten Hochwasserschutz orientierten Flächenmanagements ist die gesetzliche Festlegung von Überschwemmungsgebieten. Hierbei handelt es sich um „Gebiete zwischen oberirdischen Gewässern und Deichen oder Hochufern sowie sonstige Gebiete, die bei Hochwasser überschwemmt oder durchflossen oder die für Hochwasserentlastung oder Rückhaltung beansprucht werden“ (§ 32 (1) WHG). Die Festsetzung erfolgt durch die Länder. In § 32 (1) WHG erfolgt eine Definition der Ziele, die eine Festsetzung von Überschwemmungsgebieten rechtfertigen:

4. zum Erhalt oder zur Verbesserung der ökologischen Strukturen der Gewässer und ihrer Überflutungsflächen,
5. zur Verhinderung erosionsfördernder Eingriffe,
6. zum Erhalt oder zur Rückgewinnung natürlicher Rückhalteflächen oder
7. zur Regelung des Hochwasserabflusses.

In § 32 (2) WHG wird weiterhin festgeschrieben, dass die Überschwemmungsgebiete in ihrer Funktion als natürliche Rückhaltefläche zu erhalten sind, wobei Ausnahmen nur aus Gründen des Allgemeinwohls zulässig sind. In diesem Fall ist für den verlorenen Retentionsraum ein Ausgleich zu schaffen. Ehemalige Überschwemmungsflächen, die eine Rückhaltefunktion erfüllen können, sollen revitalisiert werden, soweit auch hier keine Gründe aus der Sicht des Allgemeinwohls entgegenstehen.

Überschwemmungsgebiete im Sinne des WHG werden auf der Basis eines maßgebenden Hochwassers abgegrenzt. Hierbei handelt es sich um naturräumlich spezifische (gewässer- und landschaftsbestimmte) Hochwasserabflüsse, denen ein definiertes statistisches Wiederholungsintervall zugeordnet ist. Die Überschwemmungsgebiete werden durch die zuständige Behörde ermittelt und per Rechtsverordnung festgesetzt.

In Sachsen erfolgte mit dem Wiederaufbau-Erleichterungsgesetz eine Konkretisierung der Bestimmungen zu Überschwemmungsgebieten. Überschwemmungsgebiete sind hier von den unteren Wasserbehörden per Rechtsverordnung festzusetzen, wobei das Hochwasserereignis 2002 zu Grunde zu legen ist.

Das wesentliche Instrument der Hochwasservorsorge sind die Hochwasseraktionspläne (i. F.: HAP). Die Verpflichtung zur Aufstellung von HAP wurde auf der Umweltministerkonferenz von 1995 getroffen, wobei hier das Augenmerk vorrangig auf die Einzugsgebiete der großen deutschen Flüsse gerichtet war. Für Sachsen wird die ist die gesetzliche Pflicht zur Aufstellung eines landesweiten HAP mit der Novellierung des SächsWG im § 99 a festgeschrieben. Weiterhin besteht für alle Gewässer 1. Ordnung und für den sächsischen Teil der Elbe die gesetzliche Pflicht zur Erstellung von Hochwasserschutzkonzepten (§ 99 b SächsWG).

Gegenstand dieser Hochwasserschutzplanungen ist die allgemeine Hochwasservorsorge. Es erfolgt eine Zusammenstellung aller an den entsprechenden Handlungszielen für den Hochwasserschutz und die –vorsorge ausgerichteten relevanten Maßnahmen und Aktivitäten.

### **3.2.2 Nutzungseinschränkungen und Ausgleich**

Im WHG ist festgeschrieben, dass wirtschaftliche Nachteile infolge von Anordnungen, die im Zusammenhang mit der Rückgewinnung natürlicher Rückhalteflächen stehen, auszugleichen sind: „Setzt eine Anordnung ... erhöhte Anforderungen fest, die die ordnungsgemäße land- oder forstwirtschaftliche Nutzung eines Grundstücks beschränken, so ist für die dadurch verursachten wirtschaftlichen Nachteile ein angemessener Ausgleich nach Maßgabe des Landesrechts zu leisten ...“ (§ 19 (4) Satz 1 WHG).

Das SächsWG in der Fassung vom 4. März 2003 regelt den Anspruch auf Ausgleich von Nutzungseinschränkungen in § 100 (2) Satz 3. Hier heißt es: „Werden bei der Rückgewinnung von natürlichen Rückhalteflächen Anordnungen getroffen, die erhöhte Anforderungen an die ordnungsgemäße land- und forstwirtschaftliche Nutzung eines Grundstückes festsetzen, gilt § 48 (7) entsprechend.“ Der § 48 (7) des SächsWG regelt den Ausgleich nach § 19 (4) WHG. Hier wird bestimmt, dass der Ausgleich durch den Begünstigten zu leisten ist, bzw. bei Nichtbestimmbarkeit des Begünstigten durch den Freistaat Sachsen. Ausgleich ist nach § 48 (8) des SächsWG in Form eines jährlich fällig werdenden Geldbetrages zu leisten. Ein Ausgleichsanspruch nach SächsWG entfällt, wenn die wirtschaftlichen Nachteile durch anderen Leistungen aus öffentlichen Haushalten oder von Dritten ausgeglichen werden (§ 48 (8) Satz 2 Nr. 2)

### **3.2.3 Deichrückbauten und Polderanlagen in Deutschland**

Die folgende Übersicht enthält eine Zusammenstellung von Beispielen für Deichrückbauten und Polderanlagen in Deutschland. Neben der Bezeichnung des Ortes (Flussgebiet, Standorte) enthält die Übersicht Angaben zur planenden Behörde, Anlagentyp, Größe und zu Nutzungsaspekten innerhalb der Überschwemmungsgebiete. Die Daten wurden als Ausgangspunkt für eine weitergehende Analyse des praktischen Hochwasserschutzes in Deutschland erhoben.

**Tabelle 3-1: Beispiele für geplante und realisierte Deichrückbauten und Polderanlagen in Deutschland (LW = Landwirtschaft, DRV = Deichrückverlegung, IRP = Integriertes Rheinprogramm, PF = Planfeststellung, MS = Machbarkeitsstudie)**

Flussgebiet Bezeichnung Bundesland-Ort Behörde Jahr der Realisierung	Größe der Fläche Typ	Nutzung (vorher/nachher)	Entschädigung
Oberrhein Sonderheim RLP-Sonderheim Genehmigungsdirekt. Süd 2001	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 11,5 ha, 290.000 m<sup>3</sup></li> <li>• Deichrückverlegung</li> <li>• Schlitzen des Altdeiches auf 250 m Länge, Altdeich bleibt als Leitdeich erhalten</li> </ul>	<p>Vorher</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• lw Nutzung</li> </ul> <p>Nachher</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• LW nur noch extensiv möglich</li> <li>• Renaturierung natürlicher Auenvegetation</li> </ul>	
Oberrhein „Im Kirchengrün“, Speyer RLP-Speyer Genehmigungsdirekt. Süd 2001	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 22,0 ha, 450.000 m<sup>3</sup></li> <li>• Deichrückverlegung</li> <li>• Altdeich bleibt als Leitdeich vollständig erhalten</li> <li>• Flutung über Rohrdurchlass</li> </ul>	<p>Vorher</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• lw Nutzung</li> </ul> <p>Nachher</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• extensives Grünland, naturnahe Bewirtschaftung</li> </ul>	

<b>Flussgebiet</b> <b>Bezeichnung</b> <b>Bundesland-Ort</b> <b>Behörde</b> <b>Jahr der Realisierung</b>	<b>Größe der Fläche</b> <b>Typ</b>	<b>Nutzung (vorher/nachher)</b>	<b>Entschädigung</b>
Oberrhein „Mittlerer Busch“, Worms RLP-Worms Genehmigungsdirekt. Süd 2003	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 65,0 ha, 2,1 Mio. m<sup>3</sup></li> <li>• Deichrückverlegung/Polder</li> <li>• teilweiser Abtrag des Altdeiches (Teil bleibt erhalten)</li> <li>• Zweiteilung der Überflutungsfläche; nördlicher Teil durch Trenndeich vom südlichen Teil getrennt); südlicher Teil wird erst bei 12-15jährigem HW überflutet</li> </ul>	Vorher <ul style="list-style-type: none"> <li>• Intensive lw Nutzung</li> </ul> Nachher <ul style="list-style-type: none"> <li>• Im nördlichen ungeschützten Teil Nutzung analog Deichvorland</li> <li>• Im südlichen Teil keine Nutzungsänderung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Im südlichen Teil verursachte Ernteauffälle, Mehraufwendungen und alle anderen hier auftretenden Schäden werden durch das Land Rheinland-Pfalz ersetzt</li> <li>• jeder der betroffenen Grundstückseigentümer erhält für seine Zustimmung zur Flutung der Rückhaltung auf der Basis eines notariell beurkundeten „Grunddienstbarkeitsvertrags“ eine einmalige Zahlung.</li> <li>• Bodenordnungsverfahren für die entzogene lw Fläche (Flächen für Bauwerke, Neuordnung der verbliebenen Nutzflächen)</li> <li>• dauerhaft entzogene Flächen werden vom Land entsprechend Verkehrswert erworben</li> </ul>

Flussgebiet Bezeichnung Bundesland-Ort Behörde Jahr der Realisierung	Größe der Fläche Typ	Nutzung (vorher/nachher)	Entschädigung
Oberrhein Rheinschanzinsel (IRP) BW-Rheinhausen GWD Nördlicher Oberrhein Beginn Planfeststellung 2002	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 210,0 ha, 6,2 Mio. m<sup>3</sup></li> <li>• mittlerer Polder</li> </ul>	<p>Nachher</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Nutzungsexpensivierung auf landeseigenen Flächen</li> <li>• Überflutungswahrscheinlichkeit 20 Jahre</li> </ul>	
Oberrhein Südliches Kulturwehr Breisach (IRP) GWD Nördlicher Oberrhein	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 1020 ha, 25 Mio. m<sup>3</sup> Vorlandtieferlegung</li> </ul>		
Oberrhein Breisach/Burkheim (IRP) GWD Nördlicher Oberrhein	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 600 ha, 6,5 Mio. m<sup>3</sup></li> <li>• Polder</li> </ul>		
Oberrhein Wyhl/Weisweil (IRP) GWD Nördlicher Oberrhein	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 600 ha, 7,7 Mio. m<sup>3</sup></li> <li>• Polder</li> </ul>		
Oberrhein Elzmündung (IRP) GWD Nördlicher Oberrhein	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 550 ha, 5,3 Mio. m<sup>3</sup></li> <li>• Polder</li> </ul>		

<b>Flussgebiet Bezeichnung Bundesland-Ort Behörde Jahr der Realisierung</b>	<b>Größe der Fläche Typ</b>	<b>Nutzung (vorher/nachher)</b>	<b>Entschädigung</b>
Oberrhein Meißenheim/Ichenheim (IRP)  GWD Nördlicher Oberrhein	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 390 ha, 5,8 Mio. m<sup>3</sup></li> <li>• Polder</li> </ul>		
Oberrhein Altenheim (IRP)  GWD Nördlicher Oberrhein	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 520 ha, 17,6 Mio. m<sup>3</sup></li> <li>• Polder</li> </ul>		
Oberrhein KWK/ Straßburg (IRP)  GWD Nördlicher Oberrhein	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 700 ha, 37,0 Mio. m<sup>3</sup></li> <li>• Wehr</li> </ul>		
Oberrhein Freistett (IRP) GWD Nördlicher Oberrhein	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 460 ha, 9,0 Mio. m<sup>3</sup></li> <li>• mittlerer Polder</li> </ul>		
Oberrhein Söllingen/Greffern (IRP)  GWD Nördlicher Oberrhein	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 580 ha, 12,0 Mio. m<sup>3</sup></li> <li>• Polder</li> </ul>		
Oberrhein Bellenkopf/Rappenwört (IRP)  GWD Nördlicher Oberrhein	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 510 ha, 14,0 Mio. m<sup>3</sup></li> <li>• Deichrückverlegung oder Polder</li> </ul>		

<b>Flussgebiet</b> <b>Bezeichnung</b> <b>Bundesland-Ort</b> <b>Behörde</b> <b>Jahr der Realisierung</b>	<b>Größe der Fläche</b> <b>Typ</b>	<b>Nutzung (vorher/nachher)</b>	<b>Entschädigung</b>
Oberrhein Wörth/Jockgrimm RLP Genehmigungsdirekt. Süd 2006	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 420 ha, 12,0 Mio. m<sup>3</sup></li> <li>• Kombination Deichrückverlegung und gesteuerter Polder</li> <li>• 145 ha natürliche Überflutung (DRV)</li> <li>• 275 ha gesteuerter Polder</li> </ul>	Vorher <ul style="list-style-type: none"> <li>• 70 % LW, 24 % Waldfläche, 6 % Kiesabbau</li> </ul> Nachher <ul style="list-style-type: none"> <li>• extensive lw Nutzung im Bereich der Deichrückverlegung</li> <li>• keine Nutzungsänderung im gesteuerten Polder</li> <li>• Überflutungswahrscheinlichkeit im gesteuerten Polder 20 Jahre</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Wie Polder „Mittlerer Busch“</li> <li>• Klage betroffener Landwirte gegen die Planfeststellung wurde abgewiesen, da (u. a.) durch die Dimensionierung sowohl den Landwirten als auch öffentlichem Interesse Rechnung getragen und Ernteauffälle entschädigt würden</li> </ul>
Oberrhein Elisabethenwört (IRP)  GWD Nördlicher Oberrhein	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 400 ha, 11,9 Mio. m<sup>3</sup></li> <li>• Deichrückverlegung oder Polder</li> </ul>		

<b>Flussgebiet</b> <b>Bezeichnung</b> <b>Bundesland-Ort</b> <b>Behörde</b> <b>Jahr der Realisierung</b>	<b>Größe der Fläche</b> <b>Typ</b>	<b>Nutzung (vorher/nachher)</b>	<b>Entschädigung</b>
Oberrhein Kollerinsel RLP/BW-Speyer Genehmigungsdirekt. Süd 2004	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 232 ha, 6,1 Mio. m<sup>3</sup></li> <li>• gesteuerter Polder</li> </ul>	Vorher <ul style="list-style-type: none"> <li>• intensiver Ackerbau, vereinzelt Wiesennutzung</li> <li>• einige Höfe</li> </ul> Nachher <ul style="list-style-type: none"> <li>• Naherholung (Campingplatz, Reitwege)</li> <li>• Natürliche Sukzessionsflächen (ökologische Flutungen)</li> <li>• Abriss der Höfe und Neubau eines hw-sicheren (Warft) Hofes (Pferdepension)</li> <li>• Ackerbauliche Nutzung höher gelegener Flächen</li> <li>• Entwicklung hin zu Wiesen- und Weidenutzung angestrebt</li> <li>• Überflutungswahrscheinlichkeit 20 Jahre</li> </ul>	
Oberrhein Flotzgrün RLP-Insel Flotzgrün Genehmigungsdirekt. Süd 2001	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 5 Mio. m<sup>3</sup></li> <li>• gesteuerter Polder auf der Insel Flotzgrün</li> </ul>	Vorher <ul style="list-style-type: none"> <li>• LW</li> </ul> Nachher <ul style="list-style-type: none"> <li>• LW</li> <li>• Überflutungswahrscheinlichkeit 20 Jahre</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Wie Polder „Mittlerer Busch“</li> </ul>

Flussgebiet Bezeichnung Bundesland-Ort Behörde Jahr der Realisierung	Größe der Fläche Typ	Nutzung (vorher/nachher)	Entschädigung
<p>Oberrhein Altrip/Waldsee/Neuhofen RLP-südlich Ludwigshafen Genehmigungsdirekt. Süd 2003 PF</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 327 ha, 9 Mio. m<sup>3</sup></li> <li>• Kombination Deichrückverlegung und gesteuerter Polder</li> <li>• 45 ha natürliche Überflutung (DRV), 1,2 Mio. m<sup>3</sup></li> <li>• 237 ha gesteuerter Polder, 7,8 Mio. m<sup>3</sup></li> </ul>	<p>Vorher</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 49 % LW, 49 % Forst, 2 % freizeitliche Nutzung</li> </ul> <p>Nachher</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Überflutungswahrscheinlichkeit 25 Jahre im Winter, 100 Jahre im Sommer</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• entstehende Schäden, wie z.B. Aufwuchsschäden, Ertragsminderungen oder – ausfall, sowie sämtliche Folgeschäden werden gemäß den Festlegungen eines von der Landwirtschaftskammer Rheinland-Pfalz öffentlich bestellten und vereidigten landwirtschaftlichen Sachverständigen unverzüglich vom Land Rheinland-Pfalz entschädigt</li> <li>• Die Räumung der gefluteten Flächen von Unrat und Treibgut erfolgt durch das Land Rheinland-Pfalz.</li> <li>• Bodenordnungsverfahren nach Flurbereinigungsgesetz</li> </ul>

<b>Flussgebiet</b> <b>Bezeichnung</b> <b>Bundesland-Ort</b> <b>Behörde</b> <b>Jahr der Realisierung</b>	<b>Größe der Fläche</b> <b>Typ</b>	<b>Nutzung (vorher/nachher)</b>	<b>Entschädigung</b>
Oberrhein Bodenheim RLP-südöst. Mainz Genehmigungsdirekt. Süd 2006	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 210 ha, 6,3 Mio. m<sup>3</sup></li> <li>• gesteuerter Polder</li> </ul>	Vorher <ul style="list-style-type: none"> <li>• LW</li> <li>• Klärwerk (bei Übernahme der Klärfunktion durch Stadt Mainz, kann dieses abgerissen werden)</li> </ul> Nachher <ul style="list-style-type: none"> <li>• LW ohne Nutzungsbeschränkung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• wie Polder „Mittlerer Busch“</li> </ul>
Donau Flutpolder Katzau Bayern Wasserwirtschaftsamt Ingolstadt	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 390 ha, 9 Mio. m<sup>3</sup></li> <li>• gesteuerter Polder</li> </ul>	Vorher <ul style="list-style-type: none"> <li>• lw Nutzung u. a.</li> </ul> Nachher <ul style="list-style-type: none"> <li>• keine Nutzungsbeschränkungen</li> <li>• es werden keine negativen Auswirkungen auf Bebauung, Infrastruktur und Naturhaushalt erwartet</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• bei einer Flutung entstehende Schäden (z.B. Ernteauffälle, Bewirtschaftungserschwernisse) werden vom Träger des Vorhabens ausgeglichen</li> <li>• Flächen für technische Bauwerke werden vom Freistaat Bayern erworben, alle anderen Flächen bleiben Eigentum des bisherigen Eigentümers</li> </ul>
Donau Flutpolder Riedensheim Bayern Wasserwirtschaftsamt Ingolstadt	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 220 ha; 8,3 Mio. m<sup>3</sup></li> <li>• gesteuerter Polder</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• wie Polder Katzau</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• wie Polder Katzau</li> </ul>

<b>Flussgebiet Bezeichnung Bundesland-Ort Behörde Jahr der Realisierung</b>	<b>Größe der Fläche Typ</b>	<b>Nutzung (vorher/nachher)</b>	<b>Entschädigung</b>
Main Flutpolder Bergheinfeld BRD-Bayern Wasserwirtschaftsamt Schweinfurth Nach 2007	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 170 ha, 3,4 Mio. m<sup>3</sup></li> <li>• gesteuerter Polder</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• wie Polder Katzau</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• wie Polder Katzau</li> </ul>
Elbe Köllitzsch Sachsen – Köllitzsch	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 70 ha</li> <li>• Deichrückverlegung oder steuerbarer Flutungspolder</li> <li>• Entscheidung fällt nach Vorlage des HW-Schutzkonzeptes</li> </ul>		
Elbe Döbeltitz Sachsen – Döbeltitz	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 110 ha</li> <li>• wie Köllitzsch</li> </ul>		
Elbe Kamenz Sachsen – Kamenz	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 60 ha</li> <li>• wie Köllitzsch</li> </ul>		
Elbe Zwethau Sachsen – Zwethau	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 140 ha</li> <li>• wie Köllitzsch</li> </ul>		
Elbe Oderluch bei Rosslau Sachsen-Anhalt – Rosslau	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 140 ha</li> <li>• Deichrückverlegung</li> <li>• Baubeginn 2002</li> </ul>		
Elbe Lödderitzer Forst Sachsen-Anhalt – Aken	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 590 ha</li> <li>• Deichrückverlegung</li> <li>• Baubeginn 2008</li> </ul>		

<b>Flussgebiet Bezeichnung Bundesland-Ort Behörde Jahr der Realisierung</b>	<b>Größe der Fläche Typ</b>	<b>Nutzung (vorher/nachher)</b>	<b>Entschädigung</b>
Elbe Glindenberg Sachsen-Anhalt – Glindenberg	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 180 ha</li> <li>• Deichrückverlegung</li> <li>• Entscheidung steht aus</li> </ul>		
Elbe Ohremündung Sachsen-Anhalt – Rogätz	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 130 ha</li> <li>• Deichrückverlegung</li> <li>• Entscheidung steht aus</li> </ul>		
Elbe Klietznick Sachsen-Anhalt – Klietznick	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 160 ha</li> <li>• Deichrückverlegung</li> <li>• Entscheidung steht aus</li> </ul>		
Elbe Sandau-Süd Sachsen-Anhalt – Sandau	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 120 ha</li> <li>• Deichrückverlegung</li> <li>• Entscheidung steht aus</li> </ul>		
Elbe Sandau-Nord Sachsen-Anhalt – Sandau	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 140 ha</li> <li>• Deichrückverlegung</li> <li>• Voruntersuchungen begonnen</li> </ul>		
Elbe Südlich Mühlberg Brandenburg – Borschütz	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 206 ha</li> <li>• Deichrückverlegung</li> <li>• Voruntersuchungen begonnen</li> </ul>		
Elbe Rühstädter Bogen Brandenburg – Rühstädt	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 90 ha</li> <li>• Deichrückverlegung</li> <li>• UVS, FFH-Verträglichkeitsstudie begonnen</li> </ul>		
Elbe Böser Ort Brandenburg – Lenzen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 425 ha</li> <li>• Deichrückverlegung</li> <li>• Baubeginn 2005</li> </ul>		

<b>Flussgebiet Bezeichnung Bundesland-Ort Behörde Jahr der Realisierung</b>	<b>Größe der Fläche Typ</b>	<b>Nutzung (vorher/nachher)</b>	<b>Entschädigung</b>
Elbe Neu Bleedcke Niedersachsen – Neu Bleedcke	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 100 ha</li> <li>• Deichrückverlegung</li> <li>• Entscheidung 2004/2005 (Planfeststellung)</li> </ul>		
Elbe Trebritz-Lößnig Sachsen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 900 ha</li> <li>• steuerbarer Polder</li> <li>• Vorprüfung</li> </ul>		
Elbe Aussig-Seidewitz Sachsen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 400 ha</li> <li>• steuerbarer Polder</li> <li>• Vorprüfung</li> </ul>		
Elbe Ammelgoßwitz-Liebersee Sachsen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 430 ha</li> <li>• steuerbarer Polder</li> <li>• Vorprüfung</li> </ul>		
Elbe Döhlen/Neublesern Sachsen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 490 ha</li> <li>• steuerbarer Polder</li> <li>• Vorprüfung</li> </ul>		
Elbe Dautzschen Sachsen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 350 ha</li> <li>• steuerbarer Polder</li> <li>• Vorprüfung</li> </ul>		
Elbe Dommitzsch Süd Sachsen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 300 ha</li> <li>• steuerbarer Polder</li> <li>• Vorprüfung</li> </ul>		
Elbe Dommitzsch Nord Sachsen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 90 ha</li> <li>• steuerbarer Polder</li> <li>• Vorprüfung</li> </ul>		

<b>Flussgebiet Bezeichnung Bundesland-Ort Behörde Jahr der Realisierung</b>	<b>Größe der Fläche Typ</b>	<b>Nutzung (vorher/nachher)</b>	<b>Entschädigung</b>
Elbe Prettin-Mauken II Sachsen-Anhalt	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 1100</li> <li>• steuerbarer Polder</li> <li>• Vorprüfung</li> </ul>		
Elbe Seegrehna Sachsen-Anhalt	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 560 ha</li> <li>• steuerbarer Polder</li> <li>• Vorprüfung</li> </ul>		
Elbe Rhesen-Schönitz II Sachsen-Anhalt	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 550 ha</li> <li>• steuerbarer Polder</li> <li>• Vorprüfung</li> </ul>		
Elbe Schartau-Blumenthal Sachsen-Anhalt	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 890 ha</li> <li>• steuerbarer Polder</li> <li>• Vorprüfung</li> </ul>		
Elbe Schönhausen-Schönfeld Sachsen-Anhalt	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 2460 ha</li> <li>• steuerbarer Polder</li> <li>• Vorprüfung</li> </ul>		

### **3.3 Hochwasserschutzpolitik und Landwirtschaft – Situation in anderen Staaten**

#### **3.3.1 Großbritannien**

Folgende Gesetze treffen Festlegungen zu Ausgleichszahlungen oder Landkäufen im Zusammenhang mit der Errichtung von Hochwasserschutzanlagen:

- Land Drainage Act 1994
- Land Compensation Act 1961
- Water Resources Act 1991 und
- Coast Protection Act 1949.

In der "Strategy for Flood and Coastal Defence in England and Wales states" werden Richtlinien für Maßnahmen des HW- und Küstenschutz. Diese sollen u. a. so ausgebildet sein, dass die natürlichen Prozesse und die Dynamik der Flüsse und Küstenregionen nach Möglichkeit nicht unterbunden werden mit der Ausnahme in Gebieten, wo die menschliche Gesundheit oder bedeutende Kulturgüter in Gefahr sind.

Für Landeigentümer besteht nach diesen Richtlinien kein Rechtsanspruch auf den Fortbestand von Schutzmaßnahmen, deren zukünftige Erhaltungskosten den Wert der Schutzgüter übersteigen. Gleichfalls wird ein Rechtsanspruch an die öffentliche Hand auf Entschädigung abgelehnt, wenn eine HW-Schutzanlage auf Grund technischer, ökonomischer oder ökologischer Überlegungen aufgegeben wird. Hierbei wird die juristische Auffassung vertreten, dass die Bereitstellung von HW-Schutzanlagen, die eine Bewirtschaftbarkeit des Landes erst ermöglichen, bereits eine finanzielle, staatliche Unterstützung darstellen, auf deren Fortbestand kein Rechtsanspruch erhoben werden kann. Wünscht ein Landeigentümer den Erhalt der Schutzanlagen privat, ohne staatliche Unterstützung weiter zu finanzieren, ist dies möglich, wenn durch den Erhalt der Schutzanlage und den damit verbundenen Arbeiten klar und nachweisbar keine nachteiligen Wirkungen auf die Umwelt oder die weitere Umgebung zu erwarten sind

#### **Countryside Stewardship Scheme (CSS)**

Hierbei handelt es sich um ein naturschutzfachlich begründetes Förderprogramm mit Berührungspunkten zum Hochwasserschutz. Zur Teilnahme sind z. B. Landeigentümer berechtigt, wenn durch Entfernung existierender HW-Schutzanlagen in Küsten- oder Ästuargebieten tideabhängige Überflutungszonen geschaffen werden können. Die Förderung beinhaltet die Zahlung eines agrarökologisch begründeten Geldbetrages über den Zeitraum von 10 Jahren, wenn der Landeigentümer den Übergang zum angestrebten Biotoptyp unterstützt. Durch die Zahlung (keine Entschädigung!) wird der langfristige Wandel der Landnutzung unterstützt und der Tatsache Rechnung getragen, dass die konventionelle Landwirtschaft sich aus der Fläche permanent zurückzieht. Die Zahlung ist an die Ausführung von bestimmten Pflegemaßnahmen geknüpft und erfolgt unabhängig von der jeweiligen Grundstücksfläche, d.h. es erfolgt keine automatische Zahlung allein auf Grund der Tatsache, dass eine bestimmte HW-Schutzanlage aufgegeben wurde

#### **3.3.2 Niederlande**

Wesentliche Richtschnur des auf den Hochwasserschutz gerichteten Handelns ist die „Raum für Wasser“ – Leitlinie. Diese wurde 1995 verabschiedet und soll eine Verbindung wasserbaulicher Ziele mit Landnutzungsaspekten ermöglichen. In ihr ist die Forderung

nach der Schaffung neuer Retentionsflächen zur Förderung natürlichen Hochwasserschutzes mit Vorrang vor künstlichen Schutzmaßnahmen festgeschrieben.

#### **Vierter Plan zur Integralen Wasserpolitik**

Dieser Plan wurde 1998 verabschiedet und setzt die Forderungen der „Raum für Wasser“-Leitlinie um. Gemäß dieses Planes sind Entscheidungen über Landnutzungsänderungen an der natürlichen Dynamik des Wasser auszurichten. Der natürlichen Dynamik des Wassers wird hierbei Vorrang vor anderen (nutzungsorientierten) Interessen eingeräumt („where natural water is competing with other claims on the limited remaining space in the Netherlands, space for water should prevail“).

#### **Überarbeitung des Fluss-Management-Gesetzes (River Management Act)**

Die Überarbeitung erfolgte 1998 und erweiterte die Rechtswirksamkeit im Hinblick auf die Möglichkeiten der Enteignungen von Überflutungsflächen.

#### **Staatliche Kommission für das Wasser-Management im 21. Jahrhundert (Commissie Waterbeheer 21e Eeuw)**

Ihr obliegt die Prüfung von Möglichkeiten zur Institutionalisierung eines integralen Wassermanagements. So empfahl die Kommission im Jahr 2000 die Einrichtung von Haushaltstiteln für die Enteignung von Überflutungsflächen und zur Entschädigung von Landnutzungsbeschränkungen in Überflutungsflächen. Eine weitere Empfehlung führte zur Aufteilung der Verantwortlichkeiten für Flutschäden auf nationale und regionale Entscheidungsträger als auch die privaten Landeigentümer. So können die Wasserbehörden ihre Verantwortlichkeit reduzieren, wenn sie Wasserretentionsflächen zur Verfügung stellen, die den Anforderungen eines festgelegten Normen- und Sicherheitsystems genügen, welches die Größe der in einem bestimmten Einzugsgebiet erforderlichen Speicherflächen, festlegt (Commissie WB21).

#### **Integraler Ansatz für Landnutzungsänderungen und Wiederherstellung von Überflutungsflächen als Alternative Hochwasserschutzmaßnahmen**

Dieser Plan setzt die Anforderungen des Vierten Plans zur Integralen Wasserpolitik um. Planungsgebiet ist das Untere Flussdelta der Flüsse Rhein und Maas in den Niederlanden. Die Planung sieht die Aufgabe von 10 % des Ackerlandes im Planungsgebiet vor (ca. 6.800 ha). Nach der Umsetzung werden weitere 25-30 % des Ackerlandes im Planungsgebiet durch steigende Grundwasserspiegel oder gelegentliche Überflutung betroffen (kombinierte Nutzung; ca. 20.000 ha).

Eine Vorstudie zu den Kosten für die Umsetzung dieser Planung betrachtet folgende Entschädigungen und Ausgleichszahlungen:

- Kauf der Flächen, deren gegenwärtige Landnutzung bei Überflutung unmöglich wird und
- Entschädigung für Ernteverluste oder sonstige Schäden von Landwirten bei gelegentlicher Überflutung.

In der Studie wurden für die Kosten der Landnutzungsänderung folgende Entschädigungszahlungen kalkuliert:

- bezahlt wird „landesüblicher“ Preis, der sowohl die zukünftigen Ernteverluste als auch Kosten eines Standortwechsel berücksichtigen,
- Einmalzahlung eines Pauschalbetrages:
  - von 12 NLG/m<sup>2</sup> (ca. 5,4 €/m<sup>2</sup>) für Landwirtschaftflächen bei Flächenkauf

- von 6 NLG/m<sup>2</sup> (ca. 2,7 €/m<sup>2</sup>) als Entschädigung bei erhöhtem Grundwasserstand und gelegentliche Überflutungen auf Landwirtschaftsflächen

Die Entschädigung von Flächen, die mit erhöhtem Grundwasserstand zu rechnen haben, wurde mit Hilfe des Modells Agricom errechnet. Dieses ermittelt die Größe des Ertragsverlustes in Abhängigkeit vom steigenden Grundwasserstand.

### 3.3.3 USA

Eine detaillierte Übersicht über die Hochwasserschutzprogramme der USA bietet die Broschüre „National Flood Programs in Review – 2000“ (ASFP, 2000). Neben zahlreichen Hilfsprogrammen und gesetzlichen Regelungen auf der Ebene der Bundesstaaten sind folgende staatliche Programme besonders bedeutsam.

#### **Emergency Wetland Reserve Program**

Dieses Programm wurde 1993 durch das U.S. Department of Agriculture initiiert. Es ermöglichte den Erwerb von Grunddienstbarkeiten für überschwemmungsgefährdetes Ackerland zur Sicherung von Retentionsräumen. Auf den betreffenden Flächen wurden die natürlichen Überflutungsressourcen und Retentionsfunktionen wiederhergestellt. Ausschlaggebend für die Auswahl der Flächen waren die Kosten zur Wiederherstellung (Aufrechterhaltung) der landwirtschaftlichen Produktionseigenschaften. Die Kosten für den Erwerb der Grunddienstbarkeit mussten geringer sein, als die Instandsetzungs- bzw. Erhaltungskosten.

#### **Farm Bill**

Das Gesetz wurde 1996 durch den US-amerikanischen Kongress erlassen (Änderung des Food Security Act von 1985). Es enthält eine Option zum Erwerb von Grunddienstbarkeiten im Rahmen des sog. Emergency Watershed Protection Program. Zwischen 1997 – 1999 wurden 15 Mio. \$ jährlich zum Erwerb von langfristigen Grunddienstbarkeiten aufgewendet. Hierbei entsprach die Höhe des Flächenpreises annähernd dem landwirtschaftlichen Wert der betreffenden Flächen.

#### **Emergency Conservation Program**

Hierbei handelt es sich um ein Programm zur finanziellen Unterstützung von Landwirten, deren Flächen durch Naturkatastrophen zerstört wurden (Kostenübernahme bis zu 64 %). Es umfasst finanzielle Unterstützung bei der Beseitigung von Ablagerungen auf den Flächen, Einebnung von Flächen, Wiederherstellung von Zäunen und Beregnungsanlagen. Allerdings ist die Inanspruchnahme ursächlich für Schäden vorgesehen, die dem Typ nach im betreffenden Gebiet nicht regelmäßig wiederkehrend sind. Allerdings werden im Rahmen dieses Programm oft Zahlungen an Landwirte in Überschwemmungsgebieten getätigt.

Weitere finanzielle Hilfsprogramme sind das Noninsured Crop Disaster Assistance, Emergency Loan Assistance und das Emergency Haying and Grazing Assistance program

#### **Flood Risk Reduction Program**

Dieses Programm ermöglicht die Zahlung von Geldbeträgen in Höhe von 95 % des Durchschnittsmarktwertes der letzten 7 Jahre gezahlt (kein Kauf). Es soll für Flächen mit besonders hohen Überflutungsrisiken angewandt werden. Der Eigentümer kann das Land weiter nutzen, muss jedoch einwilligen, für das betreffende Land zukünftig auf Grundstücks-Hypotheken, öffentliche Beihilfen im Falle einer Überflutung oder Ernteversicherungen zu verzichten. Das Programm wurde durch das Farm Bill angeregt,

jedoch bis heute nicht umgesetzt, da in den entsprechenden Verwaltungen Zweifel an der ausreichenden Anreizwirkung der Einmalzahlung bestehen.

## **4 Beschreibung des Untersuchungsgebietes**

### **4.1 Naturräumliche Gliederung**

#### **4.1.1 Geologische Gliederung**

Das Untersuchungsgebiet umfasst die Niederung der Mulde im Bereich von Wurzen bis Bad Dübener Heide und hat eine Nord-Süd-Ausdehnung von ca. 32 km. Nördlich wird das Untersuchungsgebiet durch die sächsische Landesgrenze zu Sachsen-Anhalt begrenzt.

Das Relief dacht hierbei von Süd nach Nord ab. So liegt der südliche Bereich des Untersuchungsgebietes auf einer Höhe von ca. 110 – 115 m NN und fällt auf ca. 80 m im Bereich von Bad Dübener Heide ab (vgl. Abbildung 4-1).

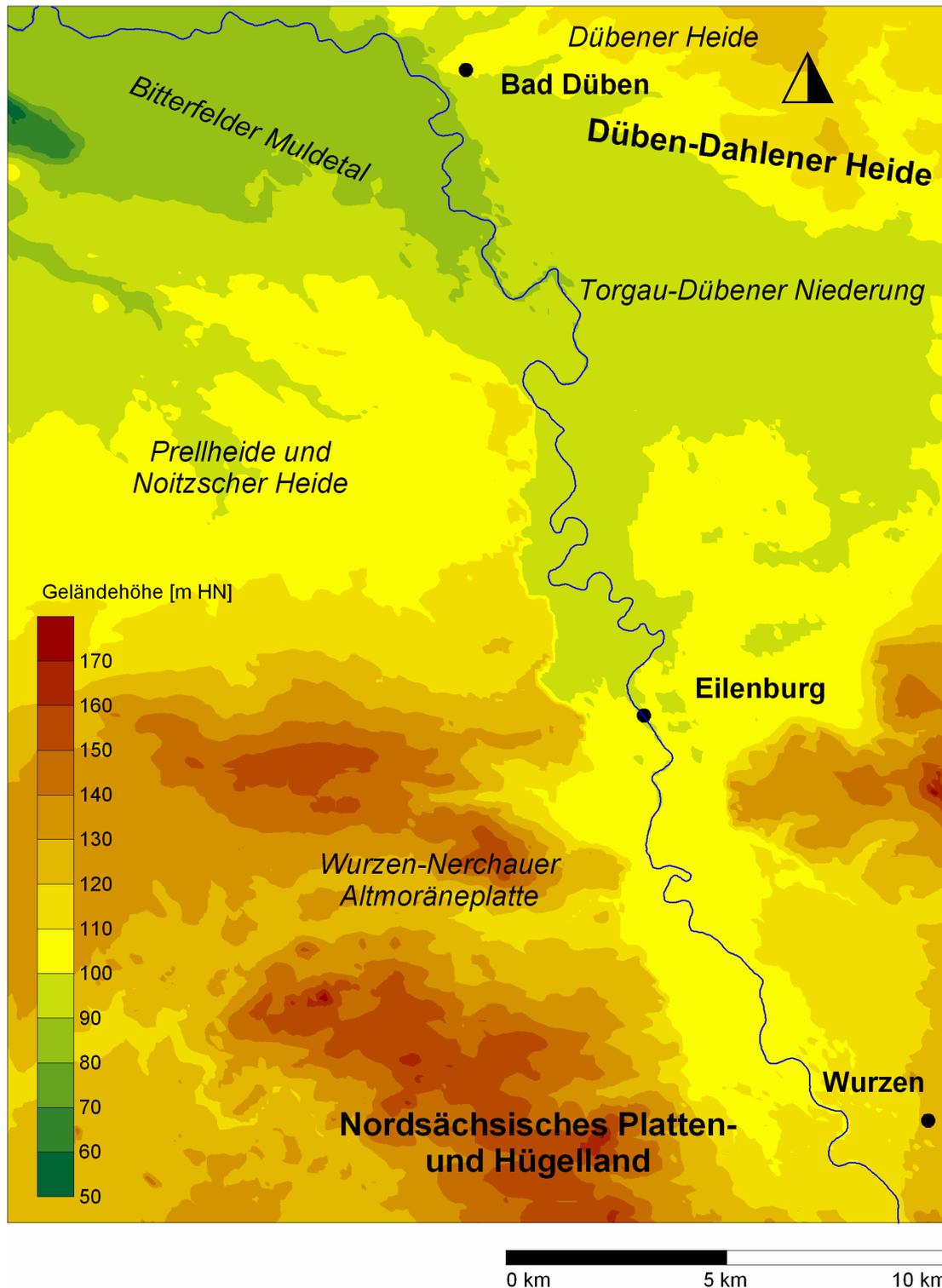
Eine geologisch begründete naturräumliche Gliederung wird durch Mansfeld und Richter (1995) vorgenommen. Bezüglich dieser Gliederung ist der südliche Bereich dem Nordsächsischen Platten- und Hügelland zuzurechnen, während der nördliche Bereich zum Naturraum der Dübener-Dahlener Heide gehört. Die Grenze zwischen beiden Naturräumen verläuft in West-Ost-Richtung ungefähr auf Höhe der Stadt Eilenburg. Eine detaillierte Beschreibung dieser beiden Naturräume findet sich in Mansfeld und Richter (1995). Die folgende zusammenfassende Darstellung fußt zu großen Teilen auf dieser Arbeit.

Das Nordsächsische Platten- und Hügelland wurde durch die Elstereiszeit und ältere Vorstöße des saalezeitlichen Inlandeises geformt. Charakteristisch für die Landschaft sind die nach Rückzug des Eises verbliebenen Sedimente, welche die charakteristischen Altmoränenplatten bilden. Unter diesem Begriff werden dabei die flachwelligen und hügeligen Flächen zusammengefasst, die auch den südlichen Bereich des Untersuchungsgebietes prägen und hier von der Mulde durchschnitten werden. Dieses Gebiet wird auch als Wurzen-Nerchau-Altmoränenplatte bezeichnet. Prägend für das heutige Landschaftsbild sind die spätweichselzeitlichen äolischen Sedimente, welche die älteren Sedimente überlagerten, wobei die Intensität von Nord nach Süd zunimmt.

Im Norden geht das Untersuchungsgebiet in den Naturraum der Dübener Heide über. Hierbei handelt es sich um ein Stauendmoränengebiet der Saalekaltzeit, das gemeinsam mit der Stauchendmoränenfläche der Dahlener Heide zum Naturraum der Dübener-Dahlener Heide zusammengefasst wird. Im Süden schließt sich an die Höhenlage der Dübener Heide eine Niederungsfläche an, die Torgau-Dübener Niederung. Hierbei handelt es sich um eine flache Ausschüfung, die sich an die Dahlener Endmoräne anschließt und später übersandet wurde. Gegenüber der Muldeniederung ist eine deutliche Randbildung zu erkennen.

Westlich wird die Muldeniederung durch die Höhenlage der Prellheide und Noitzscher Heide begrenzt, die gleichfalls dem Naturraum der Dübener-Dahlener Heide zugeordnet werden. Hierbei handelt es sich um Grundmoränenbildungen und Ablagerungen von Schmelzwassersedimenten, welche saalezeitliche Schotter der Mulde überlagern.

Die Muldeniederung zwischen Eilenburg und Bitterfeld im Norden hat sich im Ergebnis des Warthestadiums der Saaleeiszeit als Abflussbahn herausgebildet. Ab Eilenburg hat sich die Mulde tiefer in die pleistozänen Platten eingeschnitten und es finden sich in der nördlichen Hälfte des Untersuchungsgebietes Talrandbildungen mit z. T. mehreren Metern Höhendifferenz.

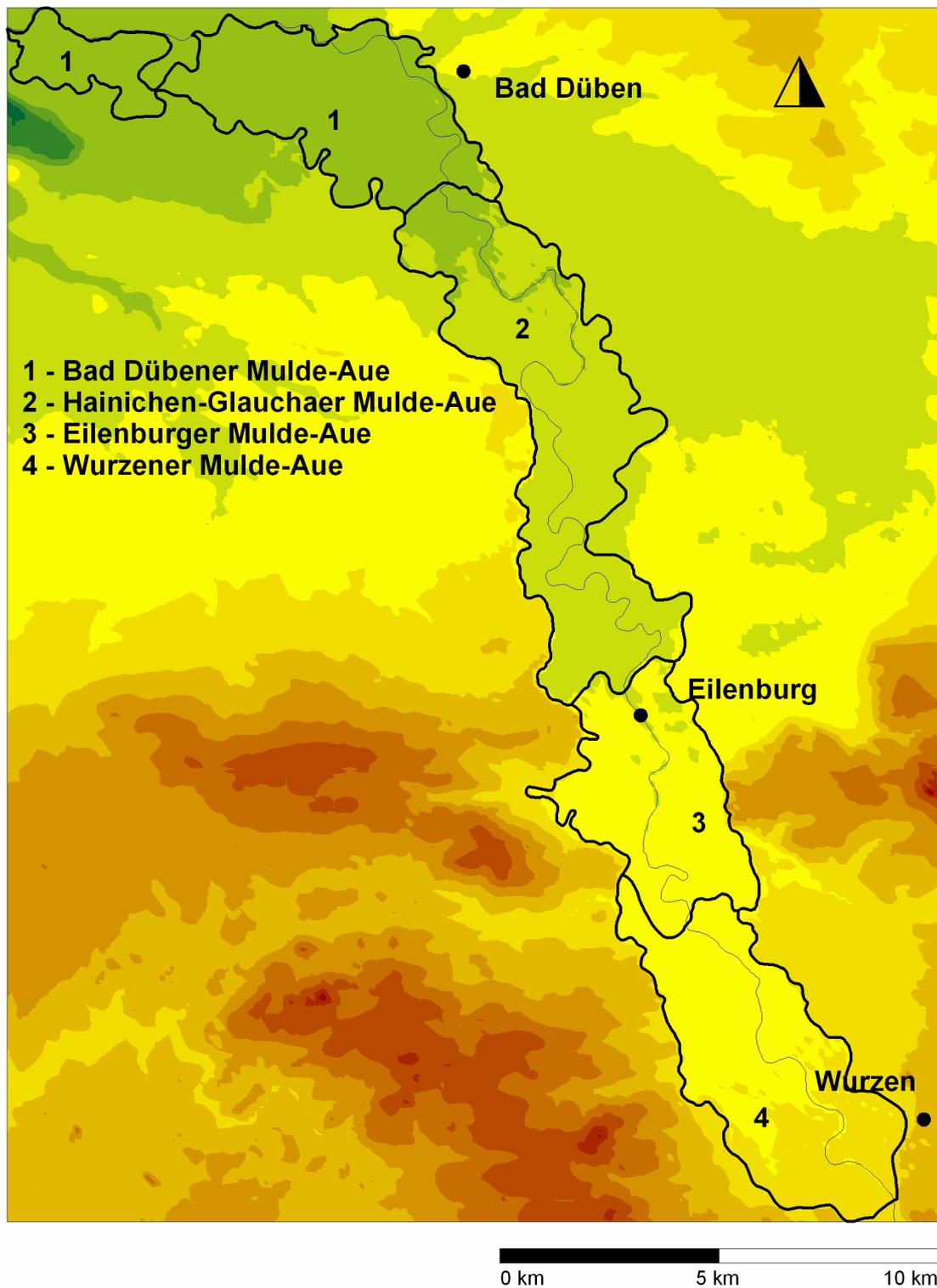


**Abbildung 4-1: Naturräumliche Gliederung des Untersuchungsgebietes nach Mannfeld und Richter (1995)**

#### 4.1.2 Sächsische Naturraumkartierung

Gemäß der sächsischen Naturraumkartierung (Sächs. Akad. d. Wiss., 1997) ist das gesamte Untersuchungsgebiet der Makrogeochore der Düben-Dahleener Heide

zuzurechnen und hier der Mesogeochore der Eilenburg-Dübener Mulde-Niederung zuzurechnen.



**Abbildung 4-2: Gliederung des Untersuchungsgebietes in Mikrogeochoren gem. Naturraumkartierung des Freistaates Sachsen**

Im Gegensatz zur im Wesentlichen geologisch basierten Naturraumgliederung von Mannsfeld und Richter werden durch die Naturraumkartierung gefüge- und komponentenbezogene Merkmale und ökologische Potenziale und Landschaftsfunktionen in die Betrachtung einbezogen. Die Bezugseinheit dieser Kartierung – die Mikrogeochore – ist eine Einheit mittleren Maßstabes mit einer Flächengröße von 10-15 km<sup>2</sup>. Innerhalb der Eilenburg-Dübener Mulde-Niederung erstreckt sich das Untersuchungsgebiet über vier Mikrogeochoren (s. Abbildung 4-2). Von Süd nach Nord sind dies:

- Wurzener Mulde-Aue,
- Eilenburger Mulde-Aue,
- Hainichen-Glauchauer Mulde-Aue,
- Bad Dübener Mulde-Aue.

Hierbei handelt es sich um Mikrogeochoren der schwach und mäßig hydromorphen Ebenen aus Auenlehm. Das durch diese vier Mikrogeochoren erfasste Gebiet wird im Folgenden als Grundlage der geographischen Abgrenzung des eigentlichen Untersuchungsgebietes verwendet. Dies erschien sinnvoll, da die Abgrenzung der Mikrogeochoren durch die am Rand der Niederung aufsteigenden Hänge gegeben ist, die gleichzeitig die reliefbedingte Grenze der potenziellen Mulde-Überschwemmungsfläche darstellen.

Die Gesamtgröße des Untersuchungsgebietes beträgt 99,8 km<sup>2</sup>. Bezüglich des Mesoreliefs handelt es sich um den Typ der Nieder- bzw. Auenebenen. Die geologische Struktur ist von Eilenburg bis zur nördlichen Grenzen sehr einheitlich. Es handelt sich hierbei um die geologisch-strukturelle Einheit einer Aue mit mächtigen Auenlehmen und –kiesen sowie Niederterassenschottern. Außerdem finden sich in diesen Bereich zahlreiche Altarme. Beim Bereich der höher gelegenen Wurzener Mulde-Aue handelt es sich um einen Auen-Niederterassen-Komplex mit inselartigen sandig-schluffigen Terrassenkörpern und schluffig-sandigem bis kiesigem Holozän. Über die gesamte Ausdehnung des Untersuchungsgebietes zeigt sich ein stark durch flussbürtige Erosionen und Akkumulation beeinflusstes Mesorelief. Die Hangneigung im Gebiet ist überwiegend sehr gering ( $\geq 80$  % der Fläche  $< 1$  % Hangneigung).

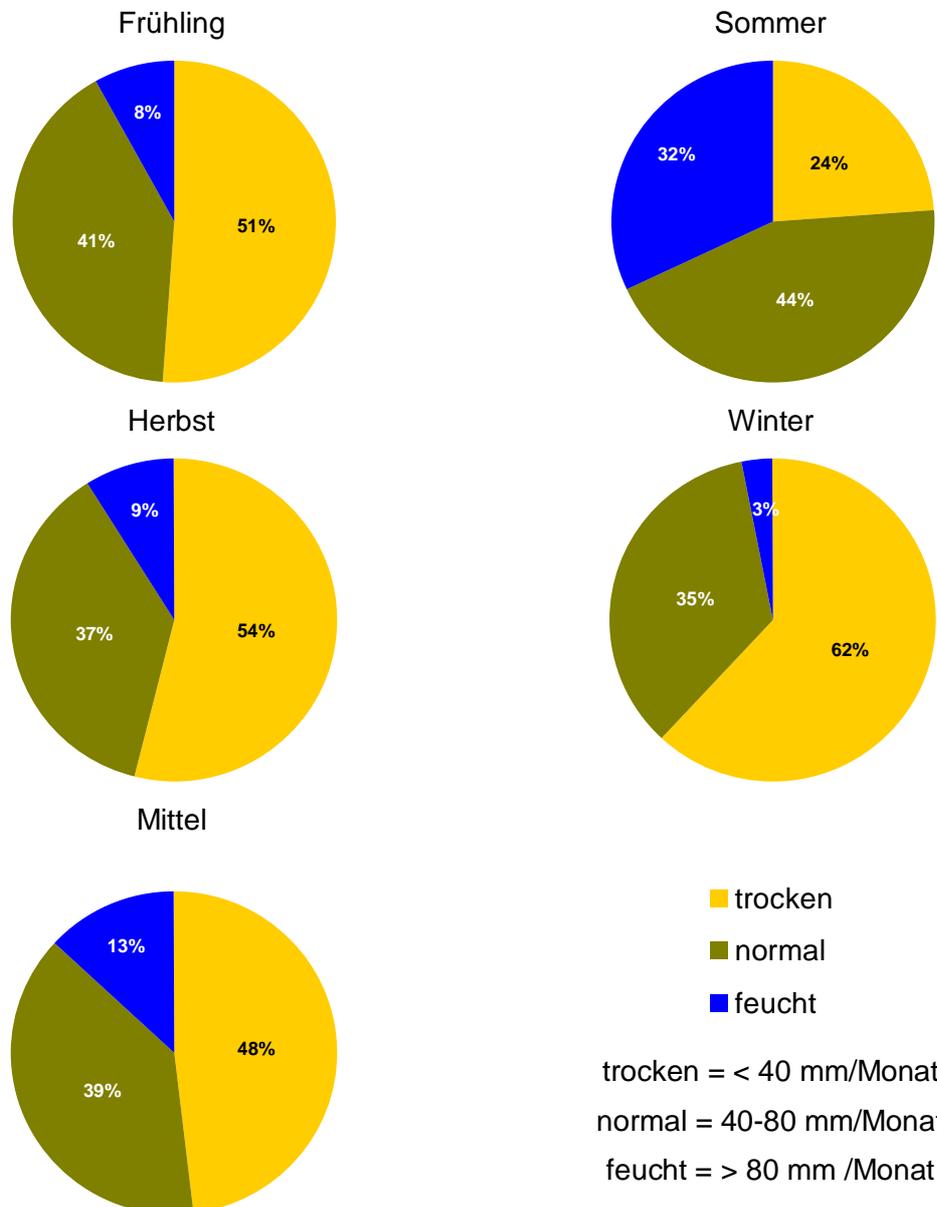
## 4.2 Klimatische Verhältnisse

Der Untersuchungsraum ist gemäß der Klimagebietsgliederung unter besonderer Berücksichtigung des Niederschlages dem Subkontinentalen Binnentiefeland zuzurechnen (Mannsfeld und Richter, 1995). Kennzeichnend für das Tieflandsklima ist der gegenüber den Mittelgebirgsklimagebieten größere Anteil trockener Monate (Niederschlagssumme  $< 40$  mm). Nach Haase (1971) wird das Gebiet des Muldentieflandes innerhalb des Niederschlagsbezirkes des Subkontinentalen Binnentieflandes der planaren Klimastufe zugerechnet. Folgende relative Häufigkeiten monatlicher Niederschlagssummen charakterisieren diesen Klimatyp (vgl. Abbildung 4-3).

Die Hauptwindrichtung im Gebiet ist Nordwest-Südost. Der daraus resultierende Lee-Effekt des Osthazes reicht bis in die Muldeniederung und führt hier zur Reduzierung der Niederschläge.

Der mittlere Jahresniederschlag beträgt ca. 500 mm bis 650 mm, wobei hier eine makroklimatische Differenzierung zwischen dem Süd- und Nordteil des Untersuchungsgebietes festzustellen ist. Während im Südteil, im Gebiet der Wurzener Mulde-Aue, mit durchschnittlichen Jahresniederschlägen von ca. 540 mm – 660 mm zu rechnen ist, ist im nördlichen Bereich die durch den Harz bedingte Lee-Wirkung stärker

wirksam und der durchschnittliche Niederschlag beträgt hier ca. 480 – 580 mm/Jahr. Dieser Unterschied schlägt sich auch in einer Differenzierung bezüglich der Makroklimastufe nieder. Hier wird die Wurzender Mulde-Aue dem Tiefland mit mäßig trockenem Klima zugeordnet, während der nördliche des Untersuchungsgebietes als Tiefland mit trockenem Klima angesprochen wird.



**Abbildung 4-3:** Relative Häufigkeit monatlicher Niederschlagssummen der planaren Klimastufe und jahreszeitliche Differenzierung, Angaben in % (Haase, 1971)

Die folgende Tabelle gibt einen Überblick über die Gebietsniederschläge der vier Mikrogeochoren, die für vier meteorologische Stationen im Untersuchungsgebiet ermittelt wurden.

**Tabelle 4-1: Niederschlagswerte (mm/Jahr) für das Untersuchungsgebiet - Messreihe 1961-1990 (Angaben nach Sächs. Akad. d. Wiss., 1997)**

Mikrogeochoren der Mulden-Auen	Mittel	Minimum	Maximum
Wurzener -	572	566	586
Eilenburger -	564	555	588
Hainichen-Glauchauer -	563	552	579
Bad Dübener -	561	541	594

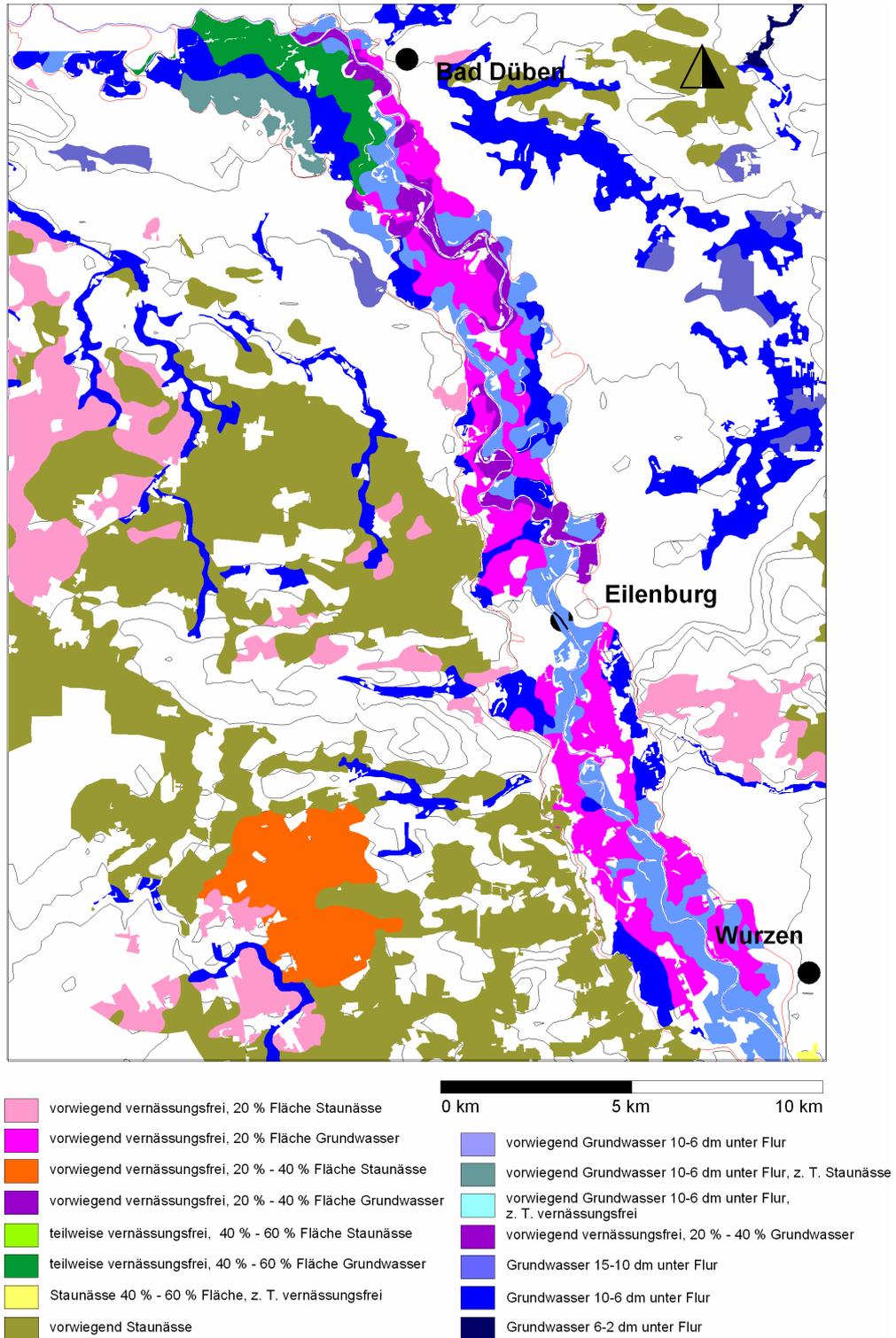
### 4.3 Grundwasser

Das Untersuchungsgebiet kann als mäßig hydromorph und mäßig grundwasserbestimmt gekennzeichnet werden. Die folgende Abbildung gibt einen Überblick über die Grundwasserflurabstände und die Hydromorphie des Untersuchungsgebietes.

Auf ca. 45 % der Fläche beträgt der Grundwasserflurabstand lediglich 10 - 6 dm. Die folgende Tabelle gibt einen Überblick über die Flächenanteile unterschiedlicher Wasserverhältnisse im Untersuchungsgebiet.

**Tabelle 4-2: Flächengrößen und Flächenanteile der Wasserverhältnisse am Untersuchungsgebiet (Akad. d. Landwirtschaftswiss. der DDR, 1979)**

	Flächengröße [ha]	Flächenanteil
vorwiegend vernässungsfrei, 20 % Fläche Grundwasser	2.362	31,46 %
vorwiegend Grundwasser, 10 - 6 dm unter Flur	1.944	25,90 %
Grundwasser 10 - 6 dm unter Flur	1.451	19,33 %
vorwiegend vernässungsfrei, 20 % - 40 % Fläche Grundwasser	641	8,54 %
teilweise vernässungsfrei, 40 % - 60 % Fläche Grundwasser, 15 - 10 dm unter Flur, z. T. 10 - 6 dm unter Flur	588	7,83 %
vorwiegend Grundwasser, 10 - 6 dm unter Flur, z. T. Staunässe	370	4,92 %
vorwiegend Staunässe	69	0,92 %
vernässungsfrei	68	0,91 %
vorwiegend vernässungsfrei, 20 % Fläche Staunässe	14	0,19 %
Grundwasser 15 - 10 dm unter Flur	1	0,01 %
Summe	7.508	100 %



**Abbildung 4-4: Verteilung der grund- und stauwasserbeeinflussten Böden im Untersuchungsgebiet (nach Akad. d. Landwirtschaftswiss. der DDR, 1979)**

## 4.4 Bodenverhältnisse

### 4.4.1 Mittelmaßstäbige landwirtschaftliche Standortkartierung

Die Grundlage zur Kennzeichnung der Bodenverhältnisse im Gebiet bilden die Ergebnisse der Mittelmaßstäbigen landwirtschaftlichen Standortkartierung (MMK). Diese Kartierung erfolgte in den Jahren von 1974-1981 unter der Federführung des Forschungszentrums für Bodenfruchtbarkeit Müncheberg. Die Kartierung erfolgte im Maßstabe 1:100.000 und hatte das Ziel, Angaben zu standortkundlichen Aspekten für die landwirtschaftliche Produktion und Meliorationsbedürftigkeiten und –eignungen zusammenzufassen. Hierbei wurde durch die MMK die gesamte landwirtschaftliche Produktionsfläche der DDR erfasst.

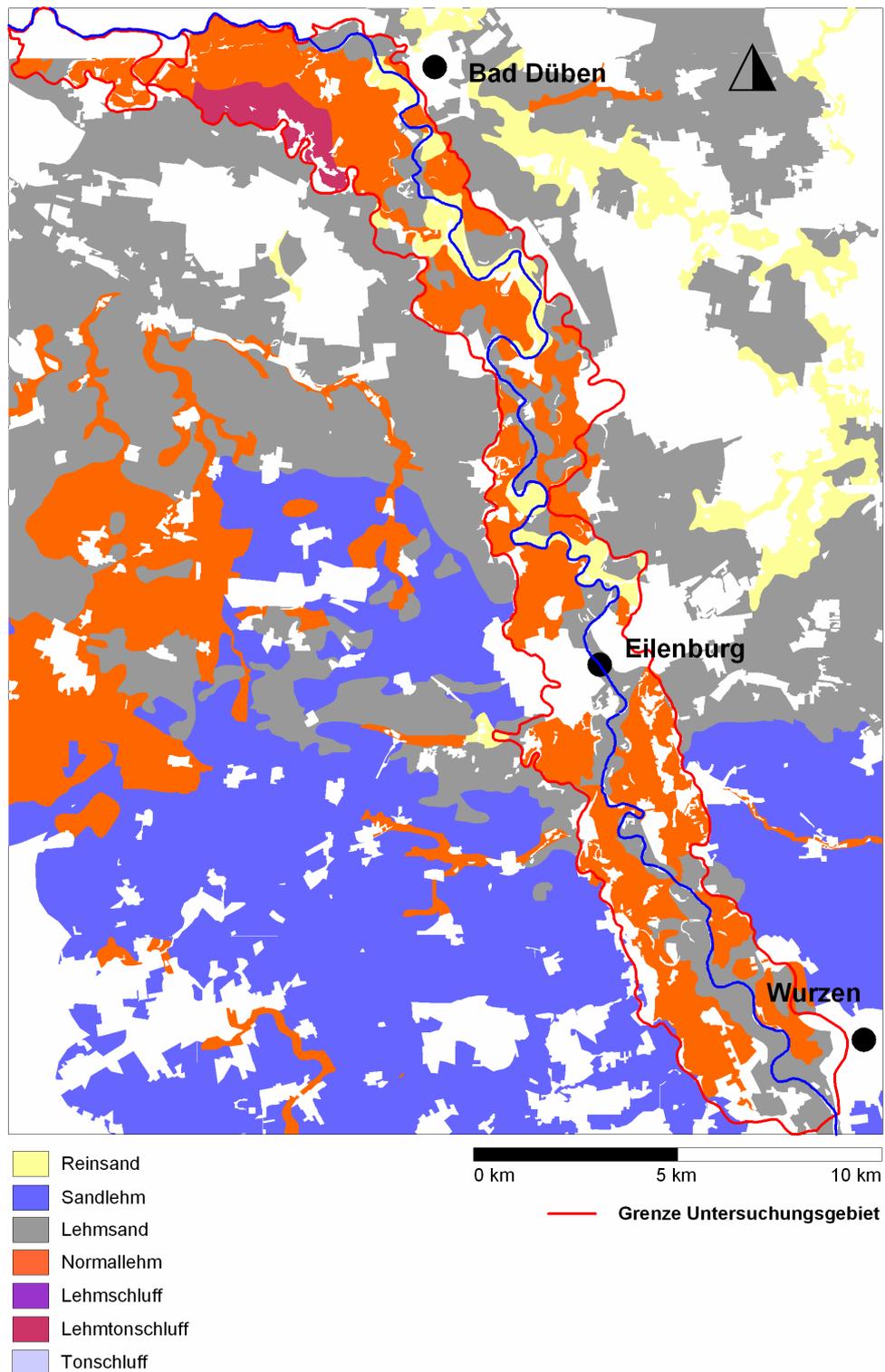
**Tabelle 4-3: Flächengrößen und Flächenanteile der MMK-Bodenarten am Untersuchungsgebiet (Akad. d. Landwirtschaftswiss. der DDR, 1979)**

	Flächengröße [ha]	Flächenanteil
Reinsand	566	8 %
Sandlehm	45	1 %
Lehmsand	2.304	27 %
Normallehm	5.172	60 %
Lehmtonschluff	370	5 %
Summe	7.474	100 %

Weiterhin enthält der MMK Angaben zu den Leitbodenformen. Diese werden durch eine Kombination vom Substrattyp und Bodentyp abgeleitet. Tabelle 4-3 enthält eine Aufstellung der im Untersuchungsgebiet vertretenen Bodenarten. Dominierende Bodenart ist der Lehmsand, der auf über der Hälfte der in der MMK erfassten Flächen des Untersuchungsgebietes anzutreffen ist. Die zweithäufigste Bodenart ist der Lehmsand, der immer noch auf ca. einem Drittel der Flächen vorkommt. Mit zusammen ca. 90 % Flächenanteil dominieren diese beiden Bodenartengruppen das Untersuchungsgebiet. Deutlich sichtbar wird dies auch in der

Abbildung 4-5, welche die Verteilung der Bodenarten im Untersuchungsgebiet zeigt.

In Tabelle 4-4 sind die aus der MMK entnommenen, im Untersuchungsgebiet auftretenden Leitbodenformen aufgeführt. Dominierende Bodenform sind die Vegen bzw. die grundwasserbeeinflussten Vega-Gleye, die insgesamt ca. 90 % des Untersuchungsgebietes bedecken. Die Bodenform der stau- bzw. sickerwasserbestimmten Auenlehm-Vega (A13 a 3, Anteil an Gesamtfläche: ca. 31 %), tritt vor allem im südlichen und mittleren Teil der Muldeniederung auf, während sie im Bereich der Bad Dübener Mulde-Niederung fast völlig fehlt. Hier werden die Böden deutlich hydromorpher. Der im Mittel geringere Grundwasserflurabstand im nördlichen Bereich der Mulde-Niederung führt zu Vergleyungen des Unterbodens und es finden sich vermehrt Vega-Gleye und Übergangsformen. Eine bildliche Darstellung der räumlichen Verteilung der MMK-Leitbodenformen findet sich in Abbildung 4-6.

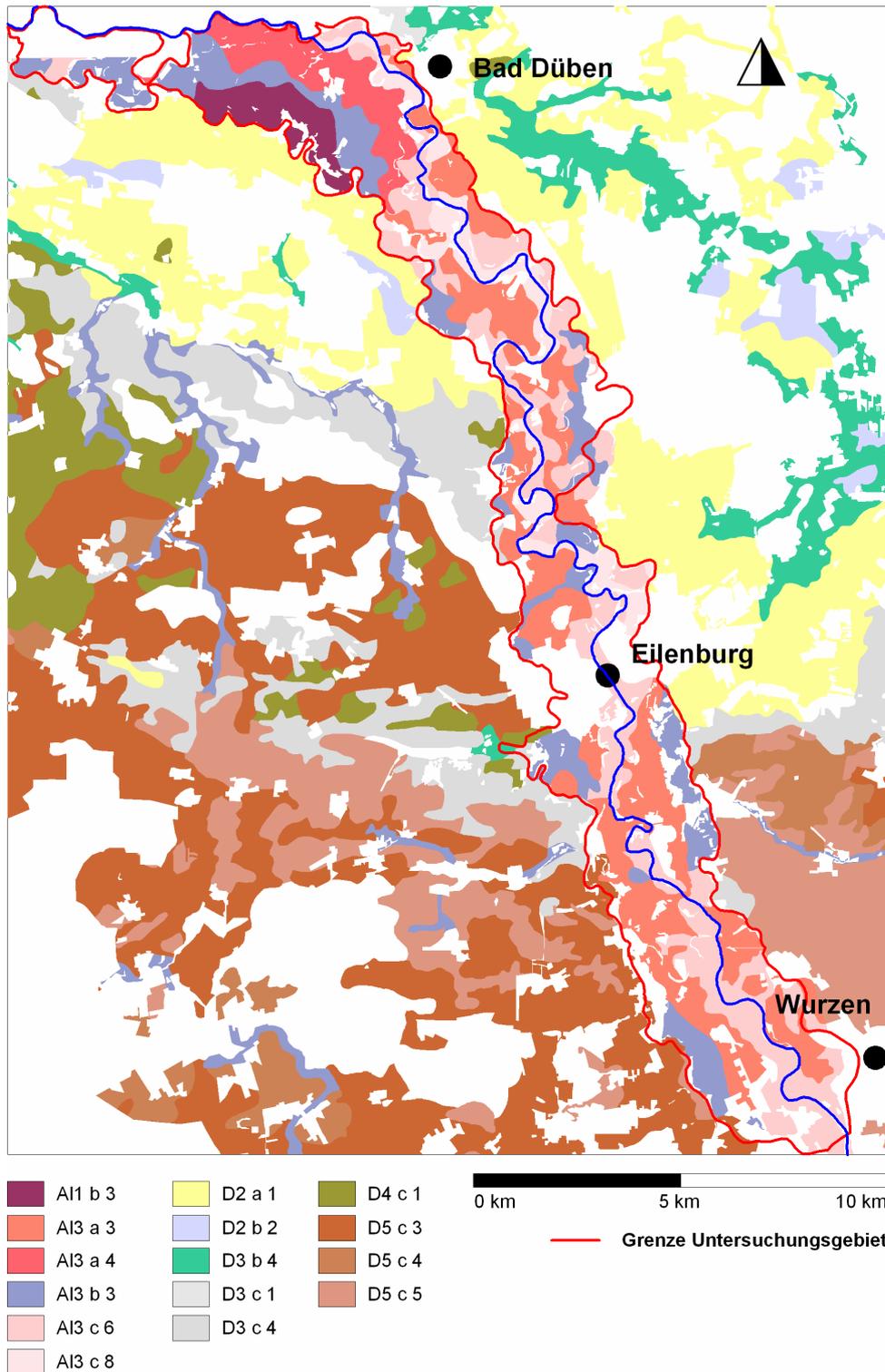


**Abbildung 4-5:** Verteilung der Bodenartengruppen nach MMK im Untersuchungsgebiet (nach Akad. d. Landwirtschaftswiss. der DDR, 1979)

**Tabelle 4-4: Flächengrößen und Flächenanteile der MMK-Leitbodenformen am Untersuchungsgebiet (sortiert nach Anteilen an der Gesamtfläche)**

Leitbodenform	Kartierungseinheit MMK	Fläche [ha]	Anteil an Gesamtfläche
Auenlehm-Vega	AI3 a 3	2.361,9	31,46 %
Deckauenlehmsand- und Auenlehmsand-Vega und -Vegagley	AI3 c 6	1.944,5	25,90 %
Auenlehm-Vegagley, Auenlehm-Gley	AI3 b 3	1.443,8	19,23 %
Auensand- und Deckauenlehmsand-Vega mit Sand-Gley	AI3 c 8	640,9	8,54 %
Auenlehm-Vega und Auenlehm-Vegagley	AI3 a 4	587,5	7,83 %
Auenton-Gley und Auenton-Amphigley	AI1 b 3	369,6	4,92 %
Sandlößtieflehm-Braunstaugley	D5 c 3	69,1	0,92 %
Decklehmsand-Braunerde und -Parabraunerde	D3 c 4	43,0	0,57 %
Sand-Braunerde	D2 a 1	16,6	0,22 %
Lehmsand-Parabraunerde und -Braunerde mit Tieflehm-Braunstaugley	D4 c 1	13,5	0,18 %
Decksandlöß-Parabraunerde mit Sandlößtieflehm-Parabraunerde	D5 c 5	8,4	0,11 %
Lehmsand-Gley	D3 b 4	7,5	0,10 %
Sand-Braungley	D2 b 2	0,9	0,01 %
Sandlößtieflehm-Parabraunerde mit -Braunstaugley	D5 c 4	0,7	0,01 %
Decklehmsand-Braunerde und Sand-Braunerde	D3 c 1	0,2	0,003 %
Summe		7.508	100 %

Auffällig ist die Zunahme hydromorpher Merkmale (AI3 b 3) zum Talrand hin, was auf Substratunterschiede hindeutet. In vom Fluss weiter entfernten Bereichen werden im Zuge von Überschwemmungen in Folge der Abnahme der Fließgeschwindigkeiten meist feinkörnigere Sedimente abgelagert, was zu Verstärkungen von Stauwassereffekte führen kann.



**Abbildung 4-6:** Verteilung der Leitbodenformen nach MMK im Untersuchungsgebiet (dargestellt sind nur die auch im Untersuchungsgebiet vorkommenden Bodenformen; nach Akad. d. Landwirtschaftswiss. der DDR, 1979)

#### 4.4.2 Bodenbezogene Untersuchungen im Projekt

Im Rahmen des Projektes gilt es, die Auswirkungen zukünftiger Überflutungen auf den Bodenwasserhaushalt der betroffenen Flächen abzuschätzen. Dies ist eine wesentliche Grundlage für die zu treffenden Nutzungsprognosen für landwirtschaftliche Flächen in Überschwemmungsgebieten. Abschätzungen der Dynamik des Bodenwasserhaushaltes setzen jedoch u. a. eine Kenntnis bodenphysikalischer Kennwerte der zu untersuchenden Flächen voraus. Die vorhandenen Quellen geben hier leider nur eine grobe Orientierung. Die vorliegenden Daten erlauben zwar die flächenhafte Beschreibung des Untersuchungsgebietes, genügen jedoch nicht den Ansprüchen an eine detaillierte Charakterisierung bestimmter Flächen. Mit Hilfe eigener Untersuchungen soll die Kenntnislücke für ausgewählte Bodenformen geschlossen werden.

Ziel der Untersuchungen ist die verbesserte bodenphysikalische Charakterisierung der im Untersuchungsgebiet dominierenden Leitbodenformen Vega und Vega-Gley (90 % der Gesamtfläche des Untersuchungsgebietes). Die bodenkundlichen Information der MMK bildeten die Grundlage für die Auswahl der Untersuchungsflächen (s. Kapitel Material und Methoden). Folgende Kenngrößen werden erhoben<sup>1</sup>:

- Gesättigte hydraulische Leitfähigkeit (Feldsättigung),
- Wasserretentionscharakteristik,
- Horizontbezogene Korngrößenverteilung.

Mit Hilfe der aus diesen Kenngrößen ableitbaren bodenphysikalischen Parameter ist eine detaillierte Einschätzung des Bodenwasserhaushaltes bei verschiedenen Randbedingungen (Kulturarten, Überstau der Flächen, Art der Bodenbearbeitung) möglich.

Weiterhin wird im Rahmen des Projektes eine agrarmeteorologisch-bodenphysikalische Mess-Station eingesetzt, die eine kontinuierliche Erfassung von:

- Niederschlag,
- Temperatur,
- Windgeschwindigkeit,
- Tensiometerdruckhöhe am Standort in 3 Bodentiefen,
- Wassergehalt am Standort in 3 Bodentiefen,

ermöglicht. Diese Daten dienen der Kalibrierung eines Bodenwasserhaushaltsmodelles, das im Zuge der Auswertung eingesetzt wird.

#### 4.5 Potenziell natürliche Vegetation

Der Begriff der potenziell natürlichen Vegetation (PNV) bezeichnet die Vegetation, welche sich in einem Gebiet selbständig entwickeln würde, falls der Einfluss des Menschen auf die Pflanzen und den Standort entfällt. Die PNV ist direkt von der naturräumlichen Ausstattung des Standortes, die durch Reliefstruktur, Substrateigenschaften, Wasserversorgung und klimatische Verhältnisse gekennzeichnet ist, abhängig.

---

<sup>1</sup> Gegenwärtig wird im Rahmen des Projektes eine Diplomarbeit durchgeführt, welche die Bestimmung von Tiefenprofilen der gesättigten hydraulischen Leitfähigkeit von Auen-Böden im Untersuchungsgebiet zum Inhalt hat.

Das Untersuchungsgebiet der Muldeniederung ist als natürliches Überschwemmungsgebiet klar von den umgebenden, höher gelegenen Gebieten abgegrenzt. Die PNV der Überschwemmungsaue wird durch Pflanzengesellschaften des Auwaldkomplexes gebildet. Hierzu zählen sowohl Weichholzaunen mit Schwarzpappeln und Weiden als auch Hartholzaunen, in denen Eschen, Feldulmen und Ahorn dominieren. Auf vergleyten Böden können sich Erlen- und Erlen-Eschenwälder entwickeln.

## **4.6 Landnutzung des Untersuchungsgebietes**

### **4.6.1 Historische Landnutzung**

Die Mulde-Aue erfuhr im Verlauf der Jahrtausende vielfältige Veränderungen. Mit dem Eintritt der Mulde in die Leipziger Tieflandsbucht ist sie nicht mehr durch felsigen Untergrund in ihrem Verlauf festgelegt und veränderte daher im Mittel- und Unterlauf vielfach ihren Verlauf.

Im Muldeabschnitt zwischen Wurzen und Eilenburg ist bis in das 15. Jahrhundert nichts Näheres über Veränderungen des Flussverlaufes bekannt. Erste Hinweise auf eine natürliche Veränderung im Muldelauf finden sich aus der ersten Hälfte des 16. Jahrhunderts. Wahrscheinlich 1507 wurde der heute unter dem Namen „Alte Dögnitzer Mulde“ bekannte Altarm abgeschnitten. Die Mulde hat sich daraufhin weiter nach Osten verlagert (Schellhorn, o. J.).

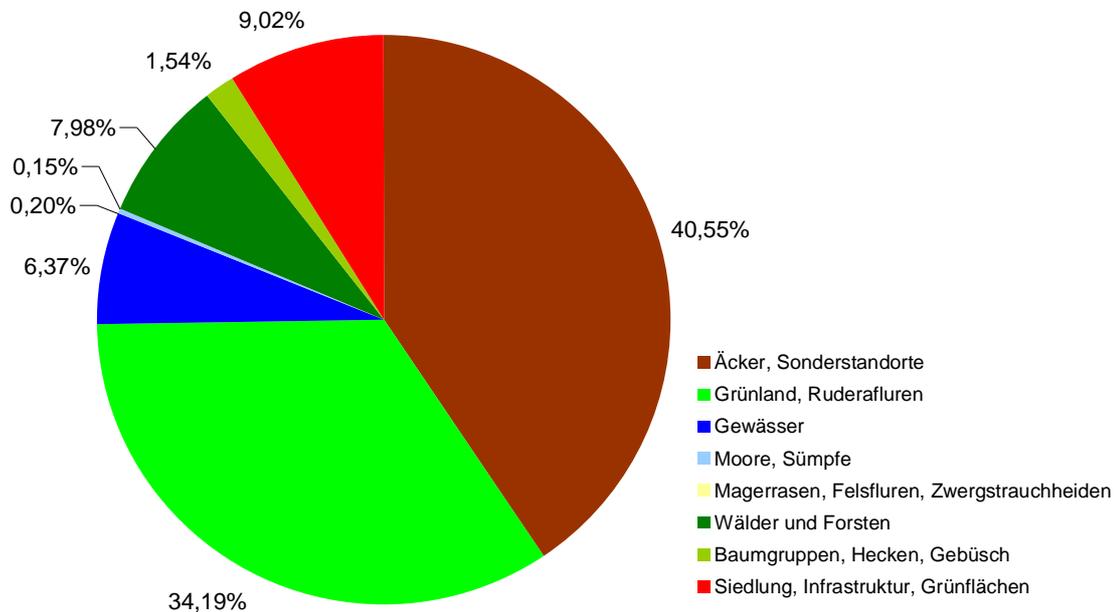
Schon sehr früh siedelten Menschen in der Nähe der Mulde. Laufveränderungen und Überschwemmungen hatten für die Menschen sehr weitreichende Folgen. Um die nachteiligen Auswirkungen von Überschwemmungsereignissen einzudämmen, wurde früh versucht, den Flusslauf zu regulieren. Zwischen Wurzen und Eilenburg wird von ersten Wasserbaumaßnahmen aus dem 16. Jahrhundert berichtet (ebenda). Anfangs beschränkten sich die Maßnahmen auf die Verstärkung der Ufer durch Steine und Holzbarrieren, um ein weiteres Abbrechen des Ufers zu unterbinden. Später kamen Erdaufschüttungen und Dämme hinzu, die Schutz vor größeren Hochwässern bieten sollten. Für den Flussabschnitt zwischen Eilenburg bis Bad Dübener Heide existieren keine Überlieferungen für Wasserbaumaßnahmen aus dieser Zeit. Deutlich sichtbar ist dies auch an der gegenüber dem südlicheren Flussverlauf stärkeren Mäandrierung der Mulde.

Aus den darauf folgenden Jahrhunderten sind immer wieder Berichte über gezielte Laufveränderungen durch den Menschen überliefert. So sind aus dem Jahr 1808 Planungen für einen Durchstich, der die beiden heute nur noch als Altarme existierenden Fluss-Schleifen „Schusterbuch“ östlich von Püchau und „Totes Männchen“ nordöstlich von Püchau verbinden sollte, bekannt. Das eigentliche Ziel des Durchstiches war der Hochwasserschutz für das Dorf Canitz. Der Durchstich wurde letztendlich auf Grund von Grundstücksstreitigkeiten nicht vollzogen, aber eine Begradigung des Flusslaufes vorgenommen. 1810 wurde durch einen Durchstich die Fluss-Schleife „Totes Männchen“ abgetrennt und 1925 der „Schusterbusch“

Es ist anzunehmen, dass mit der Intensivierung der wasserbaulichen Eingriffe auch die Nutzung der Aue weiter zunahm. Viele Flächen erhielten durch Erdaufschüttungen und Dämme den nötigen Hochwasserschutz, um Ackerbau zu betreiben. Zahlreiche Überlieferungen von Hochwasserereignissen belegen die bereits frühe Nutzung der Aue als Weide- und Ackerland. So wird oft von hohen Ernteverlusten berichtet z. B. von der Flut vom 14. August 1573 in der „... alles Getreide verloren ging.“ (ebenda).

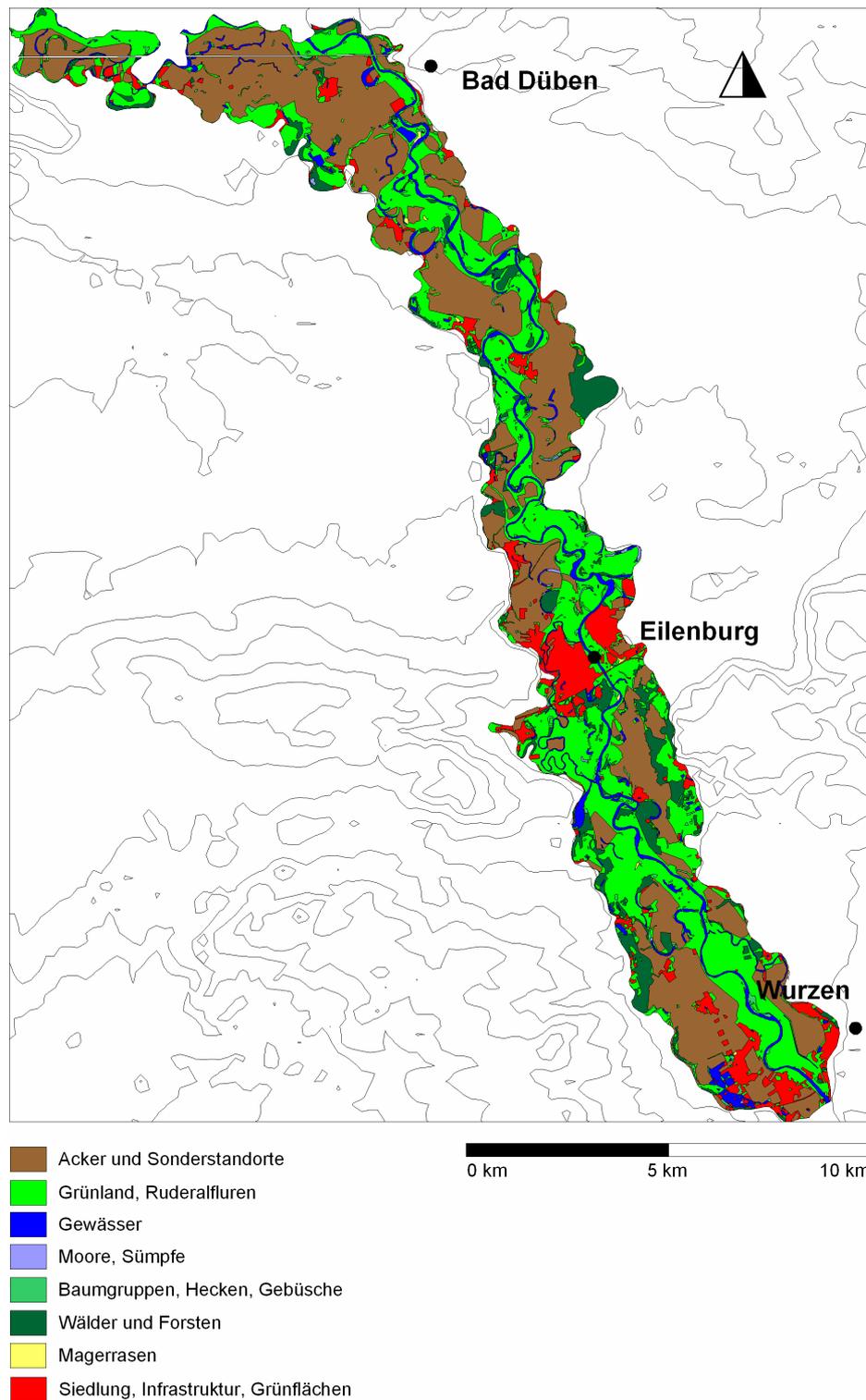
#### 4.6.2 Heutige Landnutzung

Auf Grund der hohen Ertragsfähigkeit der Böden (gute Wasser- und Nährstoffversorgung) im Untersuchungsgebiet wurden die Flächen bereits früh entwaldet und in eine landwirtschaftliche Nutzung überführt. Das Untersuchungsgebiet ist heute überwiegend landwirtschaftlich geprägt (vgl. Abbildung 4-7 und Abbildung 4-8).



**Abbildung 4-7: Landnutzung im Untersuchungsgebiet (LfUG, 2000)**

Die ackerbauliche Nutzfläche (Ackerflächen, Sonderkulturen) hat einen Flächenanteil von ca. 41 %. Ein Drittel des Untersuchungsgebietes ist Grünland. Bezüglich des Flächennutzungstypes kann das Untersuchungsgebiet also als Acker-Grünland-Mischgebiet in Auenlage eingeordnet werden. Die Eilenburger Mulde-Aue unterscheidet sich auf Grund ihres hohen Siedlungsflächenanteils von den anderen Bereichen des Untersuchungsgebietes, was in der Charakterisierung des Flächennutzungstyps in der Naturraumkartierung für Sachsen (Sächs. Akad. d. Wiss., 1997) durch eine Kombination der Flächennutzungstypen Stadtrand-Kombination und Grünland-Acker-Mischgebiet mit Wald in Auenlage ausgedrückt wird.



**Abbildung 4-8: Landnutzung des Untersuchungsgebietes (LfUG, 2000)**

Trotz der Dominanz der agrarischen Flächennutzung findet sich im Gebiet noch eine Reihe von Biotopen mit einer hohen Wertigkeit aus naturschutzfachlicher Sicht. Ausdruck der hohen naturschutzfachlichen Bedeutung weiter Bereiche des Untersuchungsgebietes ist die Unterschutzstellung eines ca. 5.900 ha großen Gebietes entlang der Mulde als FFH-Gebiet FFH 4340-302 „Vereinigte Mulde und Mulde-Auen“ (FFH-Richtlinie, s. auch Abbildung 4-9). Insgesamt sind im Gebiet elf Arten nach Anhang II der FFH-Richtlinie nachgewiesen worden. Der Biber hat im Untersuchungsgebiet sein bedeutendstes sächsisches Reproduktionsgebiet.

Die für jedes FFH-Gebiet formulierten Erhaltungsziele geben Auskunft über naturschutzfachliche Entwicklungsziele und Besonderheiten des Gebietsmanagements. Die für das FFH-Gebiet „Vereinigte Mulde und Mulde-Auen“ definierten Erhaltungsziele sind auf folgende Lebensräume ausgerichtet (LfUG, 2002):

- mitteleuropäisch bedeutsamer, colliner bis planarer Flusslauf mit überwiegend naturnaher Fließgewässerdynamik,
- naturnahes Auengebiet mit seinem naturraumtypischen, funktional zusammenhängenden, reich strukturierten Lebensraumkomplex aus Flusslauf, Altwässern, großflächigen Grünländern, Auwäldern und bedeutsamen Laubwaldkomplexen der Hang- und Hochflächen sowie der Seitentäler.

Eine Reihe von Erhaltungs- und Entwicklungszielen im FFH-Gebiet sind auf eine natürliche Fließgewässerdynamik ausgerichtet bzw. damit verknüpft und stehen damit in direkter Berührung zu Hochwasserschutzmaßnahmen im Gebiet (ebenda):

- Erhaltung und partiell Initiierung einer naturnahen Fließgewässerdynamik der Mulde,
- Erhaltung bzw. Wiederherstellung der Durchgängigkeit des Fließgewässers und Verbesserung der Wasserqualität,
- Erhaltung bzw. zielgerichtete Förderung von naturnahen auendynamischen Prozessen auf dafür geeigneten Flächen, wie z. B. zeitweiliger Überflutung, Sedimentation, Kolkbildungen und Herausbildung von Weichholz- und partiell Hartholzauenwäldern und Sicherung von Retentionsräumen,
- von direkter anthropogener Beeinflussung unbeeinträchtigte, eigendynamische Entwicklung ausgewählter Waldbereiche sowie des überwiegenden Teiles des Muldelaufes einschließlich der Entfernung von Uferbefestigungen als ersteinrichtende Maßnahmen mit günstiger Wirkung,
- Vermeidung neuer bzw. Zurückdrängung vorhandener ackerbaulicher Nutzung der Auenbereich zu Gunsten einer extensiven Grünlandbewirtschaftung.

Im Untersuchungsgebiet befinden sich neben dem FFH-Gebiet noch drei Naturschutzgebiete:

- Gruna (29,3 ha),
- Wölpener Torfwiesen (48,0 ha),
- Vereinigte Mulde Eilenburg – Bad Düben (1.453,0 ha).

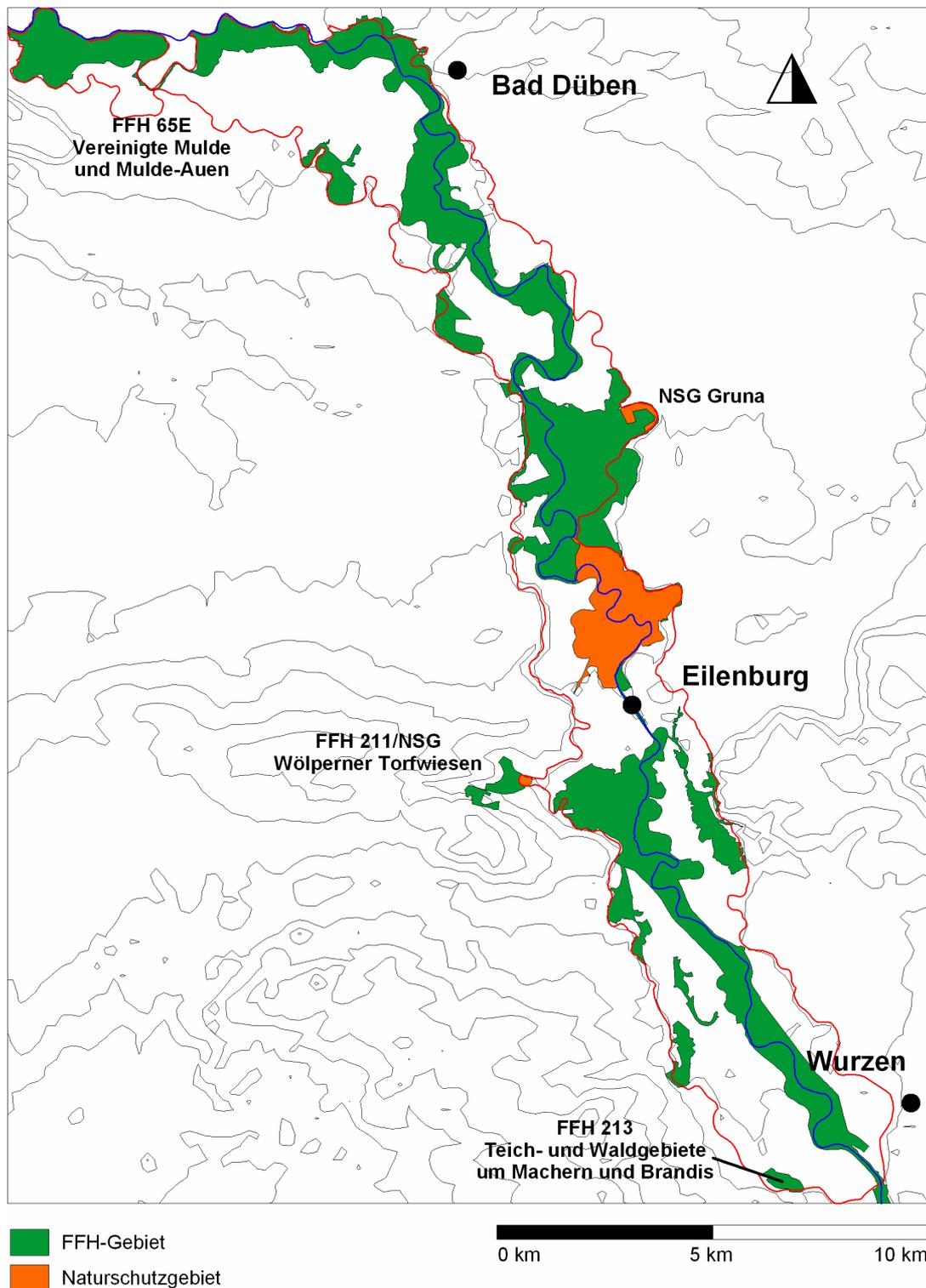
Im FFH-Gebiet wurden insgesamt 17 Lebensraumtypen nach Anhang I der FFH-Richtlinie gemeldet. Darunter befinden sich drei prioritäre Lebensraumtypen. Im Einzelnen wurden erfasst:

- Natürliche eutrophe Seen mit einer Vegetation des Magnopotamions oder Hydrocharitions,

- Flüsse der planaren bis montanen Stufe mit Vegetation des *Ranunculion fluitantis* und des *Callitriche-Batrachion*,
- Flüsse mit Schlammbänken mit Vegetation des *Chenopodion rubri p.p.* und des *Bidention p.p.* ,
- Trockene europäische Heiden,
- Subpannonische Steppen-Trockenrasen [*Festucetalia vallesiacae*],
- Feuchte Hochstaudenfluren der planaren und montanen bis alpinen Stufe,
- Brenndolden-Auenwiesen (*Cnidion dubii*),
- Magere Flachland-Mähwiesen (*Alopecurus pratensis*, *Sanguisorba officinalis*),
- Silikatfelsen mit Felsspaltvegetation,
- Silikatfelsen mit Pionierv egetation des *Sedo-Scleranthion* oder des *Sedo albi-Veronicion dillenii*,
- Hainsimsen-Buchenwald (*Luzulo-Fagetum*),
- Waldmeister-Buchenwald (*Asperulo-Fagetum*),
- Subatlantischer oder mitteleuropäischer Stieleichenwald oder Hainbuchenwald (*Carpinion betuli*) [*Stellario-Carpinetum*],
- Labkraut-Eichen-Hainbuchenwald *Galio-Carpinetum*,
- Schlucht- und Hangmischwälder *Tilio-Acerion*,
- Auenwälder mit *Alnus glutinosa* und *Fraxinus excelsior* (*Alno-Padion*, *Alnion incanae*, *Salicion albae*),
- Hartholzauenwälder mit *Quercus robur*, *Ulmus laevis*, *Ulmus minor*, *Fraxinus excelsior* oder *Fraxinus angustifolia* (*Ulmion minoris*),

Weiterhin konnten insgesamt elf Tierarten nach Anhang II der FFH-Richtlinie nachgewiesen werden:

- Rotbauchunke - *Bombina bombina*,
- Kamm-Molch - *Triturus cristatus*,
- Rapfen - *Aspius aspius*,
- Schlammpeitzger - *Misgurnus fossilis*,
- Held-Bock - *Cerambyx cerdo*,
- Hirschkäfer - *Lucanus cervus*,
- Eremit - *Osmoderma eremita*,
- Mopsfledermaus - *Barbastella barbastellus*,
- Biber - *Castor fiber*,
- Fischotter - *Lutra lutra*,
- Großes Mausohr - *Myotis myotis*,



**Abbildung 4-9: Lage der unter Naturschutz stehenden Flächen innerhalb des Untersuchungsgebietes**

### 4.6.3 Bewirtschaftungsstruktur

Im Rahmen des Teilprojektes 3 wird eine Erfassung der aktuellen Bewirtschaftungsstruktur des Untersuchungsgebietes durchgeführt.<sup>2</sup> Folgende Verhältnisse der Landnutzung wurden erfasst:

- Ackerland 3.152 ha
- Grünland 2.010 ha

**Tabelle 4-5: Größe und relative Anteile der durch Haupterwerbsbetriebe bewirtschafteten Ackerflächen im Untersuchungsgebiet (Ergebnisse Betriebsbefragung)**

Betrieb	Flächengröße [ha]	Anteil an der Gesamtackerfläche [%]
1	803,1	25,5
2	413,8	13,1
3	395,3	12,5
4	256,4	8,1
5	189,2	6,0
6	145,6	4,6
7	137,5	4,4
8	123,7	3,9
9	103,7	3,3
10	101,7	3,2
11	85,4	2,7
12	66,5	2,1
13	53,9	1,7
14	46,1	1,5
15	32,8	1,0
16	30,9	1,0
17	21,9	0,7
18	17,7	0,6
19	15,0	0,5
20	8,7	0,3
21	7,3	0,2
22	2,6	0,1
Summe	3.152	

Die Ackerflächen des Untersuchungsgebietes werden gegenwärtig von 22 Haupterwerbsbetrieben bewirtschaftet. Der Flächenumfang der Ackerflächen je Betrieb schwankt dabei zwischen 2 ha und 800 ha (vgl. Tabelle 4-5). Mehr als 50 % der Gesamtackerfläche befinden sich in der Bewirtschaftung von drei Agrargenossenschaften. Der Anteil von Nebenerwerbsflächen ist mit 76,4 ha sehr gering (2,4 % der Gesamtackerfläche). Einen Überblick über die Bewirtschafterstruktur der Ackerfläche bietet die Karte 1 (Anhang). Die Analyse der Bewirtschafterstruktur bildet eine wichtige Grundlage für die Beurteilung der Betroffenheit der Betriebe infolge von Hochwasserschutzmaßnahmen.

<sup>2</sup> Die hier gewonnenen Daten zu Verteilung der Landnutzung weichen bezüglich der Flächenanteile von den im vorangegangenen Kapitel beschriebenen Verhältnissen ab. Diese Differenzen sind z. T. auf die unterschiedliche Aktualität der verwendeten Daten zurückzuführen. Die in Kapitel 4.6.2 zu Grunde gelegte Datengrundlage repräsentiert die Verhältnisse im Jahr 1992-2000 (LfUG, 2000).

**Tabelle 4-6: Größe und relative Anteile der durch Haupterwerbsbetriebe bewirtschafteten Grünlandflächen im Untersuchungsgebiet**

Betrieb <sup>3</sup>	Flächengröße [ha]	Anteil am Gesamtgrünland [%]
1	274,4	13,7
2	141,1	7,0
3	136,9	6,8
4	113,0	5,6
5	112,3	5,6
6	111,3	5,5
7	105,7	5,3
8	94,0	4,7
9	87,9	4,4
10	81,9	4,1
11	79,3	3,9
12	74,3	3,7
13	72,5	3,6
14	66,7	3,3
15	59,8	3,0
16	58,1	2,9
17	39,6	2,0
18	31,6	1,6
19	30,3	1,5
20	27,0	1,3
21	25,9	1,3
22	20,7	1,0
23	11,3	0,6
24	6,3	0,3
25	5,8	0,3
26	2,9	0,1
Summe	2.010	

Grünlandnutzung im Untersuchungsgebiet betreiben z. Zt. 26 Haupterwerbsbetriebe. Die mittlere Flächengröße des bewirtschafteten Grünlandes je Betrieb beträgt ca. 72 ha, wobei hier im Vergleich zu den Ackerflächen je Betrieb deutlich geringere Unterschiede zwischen den einzelnen Betrieben auftreten (vgl.

<sup>3</sup> Die Nummerierung dient lediglich der Kennzeichnung der Anzahl der Haupterwerbsbetriebe. Eine Vergleichbarkeit der Nummern in Tabelle 4-5 und Tabelle 4-6 ist nicht gegeben.

Tabelle 4-6). Auch für das Grünland ist der Anteil der Nebenerwerbsflächen an der Gesamtgrünlandfläche mit ca. 3,8 % sehr gering.

## **5 Hochwasserschutz und –vorsorge im Untersuchungsgebiet**

Der Entwurf zum Hochwasserschutzkonzept wurde erst Ende November fertig gestellt. Eine Einarbeitung des Konzeptes in den Zwischenbericht war daher nicht mehr möglich. Die vorliegenden Angaben zu geplanten Hochwasserschutzmaßnahmen bilden frühere und z. T. deutlich von den aktuellen Planungen abweichende Bearbeitungsstände ab, so dass auf eine Einbeziehung zunächst verzichtet wurde.

## 6 Überflutungen und landwirtschaftliche Nutzung

### 6.1 Hochwasserempfindlichkeit landwirtschaftlicher Flächen

Das Schadensrisiko, das mit Hochwasserereignissen verbunden ist, ergibt sich aus dem Zusammenspiel zweier unabhängiger Komponenten des Naturereignisses Überflutung - dem Zerstörungspotenzial der Überflutungen auf der einen und der Empfindlichkeit der betroffenen Fläche auf der anderen Seite (Gilard, 1998).

Die Hochwasserempfindlichkeit einer landwirtschaftlich genutzten Fläche, also der Schaden, der im Falle einer Überflutung zu erwarten ist, hängt dabei neben naturräumlichen und technischen Aspekten nicht zuletzt auch von ökonomischen Randbedingungen ab. Letztere ergeben sich direkt aus der Tätigkeit des Landwirtes durch die Art der angebauten Kultur, Kapitaldienstbarkeiten, erwartete Gewinne etc. Eine Vielzahl der ökonomischen Randbedingungen sind durch Bewirtschaftungsentscheidungen des Landwirtes steuerbar. Damit ist eine Möglichkeit der Beeinflussung der Hochwasserempfindlichkeit der landwirtschaftlichen Flächen gegeben.

### 6.2 Hochwasserschäden auf landwirtschaftlichen Flächen

Generell kann für landwirtschaftliche Flächen zwischen zwei Arten der Schädigung differenziert werden:

1. Effekte, welche bestimmte Ertrageigenschaften der Fläche permanent bzw. quasi-permanent schädigen und im Wesentlichen unabhängig von der Art der angebauten Kultur sind (z. B. Veränderung des Wasserspeichervermögens, Oberbodenabtrag, Schadstoffeintrag) sowie
2. Effekte, welche die angebauten Pflanzen direkt schädigen (z. B. Erstickung von Pflanzen und Bodenlebewesen, Schädigungen an Pflanzen durch strömendes Wasser) und zu Ertragsverlusten im Jahr der Überflutung führen.

Die wirtschaftlichen Schäden durch Überschwemmung landwirtschaftlicher Flächen ergeben sich durch:

- Ertragsverluste,
- Qualitätsverluste bei den Ernteprodukten,
- Mehraufwendungen für Neuansaat, Bodenbearbeitung, Düngung und Pflanzenschutzmittel,
- Minderung des Wertes der landwirtschaftlichen Flächen (Bodenverluste, Schadstoffeinträge, verringertes Ertragspotenzial).

#### 6.2.1 Schäden durch Überstau

Zu den direkten Hochwasserschädigungen zählen Erstickungsschäden an Pflanzen und Tieren infolge von Wasserüberstau von Flächen. Neben den damit verbundenen Ertragsverlusten an landwirtschaftlichen Kulturen führen die oft beträchtlichen Schädigungen der Bodenfauna (insbesondere Erstickung der Regenwürmer) zu Minderungen des Ertragspotenzials der betroffenen Fläche.

Das Ausmaß der Schädigung wird von mehreren Parametern bestimmt. Die wesentlichen Einflussfaktoren sind:

- Zeitpunkt der Überflutung, d.h. Jahreszeit und Entwicklungszustand der landwirtschaftlichen Kultur,
- Dauer des Überstaus,
- Höhe des Überstaus und
- Fließgeschwindigkeit des Wassers.

Bisher sind kaum Kenntnisse über das Zusammenspiel der einzelnen, das Schadensmaß bestimmenden Faktoren vorhanden. Die Abschätzung von Schadenspotenzialen wird weiter erschwert, da neben den genannten Faktoren immer auch naturräumliche Gegebenheiten (z.B. bodenphysikalische Eigenschaften der Flächen) oder die Art der Bodenbearbeitung einen Einfluss auf die schädigende Wirkung des Überstaus haben werden.

Die enthält eine Zusammenstellung von Richtwerten hinsichtlich Überstauhöhen und Überstauzeiten, bei deren Überschreitung mit einer Schädigung der jeweiligen landwirtschaftlichen Kultur zu rechnen ist. Hierbei handelt es sich um Werte, die mit Hilfe von Befragungen betroffener nordfranzösischer Landwirte ermittelt wurden und eine grobe Abschätzung von Schadenspotenzialen bestimmter Hochwässer erlauben sollen.

**Tabelle 6-1: Richtwerte für durch landwirtschaftliche Flächen maximal tolerierbare Überstauzeiten und –höhen bei Überflutungen (nach Desbos, 1997)**

Kultur	Einflussfaktoren				
	Jahreszeit	Maximale Überstauzeit	Maximale Überstauhöhe	Maximale Wiedereintrittswahrscheinlichkeit	Maximale Fließgeschwindigkeit
Gemüse Feldgemüse Gartenbau	F <sup>1</sup>	0 d – 1 d		5 a	0,25 m/s
	S/H	1 d - 3 d		5 a	0,25 m/s
Gewächshäuser	Ganzjährig	1 d – 3 d	1 m	5 a	
Sommerkulturen	F/S	8 d		5 a	
	W/H	1 Monat		1 a	
Winterkulturen	W	1 Monat		10 a	
	F/S	3 d		1 a	
	H	8 d		1 a	
Weinanbau	S/H	0 d	0,5 m	10 a	0,25 m/s
	W	1 Monat	0,5 m	5 a	
Obstplantagen	F/S	1 d	1 m	10 a	0,50 m/s
	W	1 Monat	1 m	1 a	0,30 m/s
Dauergrünland	F	10 d		1 a	
	H/W	1 Monat		1 a	
Wald		7 d – 1 Monat		1 a	

<sup>1</sup> F = Frühjahr, S = Sommer, H = Herbst, W = Winter

## 6.2.2 Schäden durch Stoffeintrag

### 6.2.2.1 Allgemeines

Hochwasserbedingte Stoffeinträge können landwirtschaftliche Flächen nachhaltig schädigen. Schädigungen können hierbei durch die physikalische und die chemische Wirkung der eingetragenen Stoffe bedingt sein. Die Beseitigung überflutungsbedingter Ablagerungen ist in der Regel mit hohen Aufwendungen verbunden.

Verbleiben überflutungsbedingte Ablagerungen auf den Flächen oder werden sie in den Oberboden eingearbeitet, so werden die bodenphysikalischen Eigenschaften (Wasserretentionsvermögen, hydraulische Leitfähigkeit) der betroffenen Flächen direkt und irreversibel verändert. Gleiches gilt für die Kapazität zur Stoffbindung der betreffenden Bodenschichten.

Die eingetragenen Stoffe wirken darüber hinaus direkt über ihre chemischen Eigenschaften auf die Flächen ein. Neben düngenden Effekten ist es vor allem der Eintrag von Schadstoffen, der für die landwirtschaftlichen Nutzflächen von Bedeutung ist. Hochwassersedimente und Überflutungswasser besitzen oft ökologisch relevante Schadstoffgehalte (Schwermetalle, organische Schadstoffe) und ein deutliches toxikologisches Potenzial. Mulde und Elbe transportieren trotz der in den letzten Jahren verbesserten Wasserqualität immer noch schwebstoffgebundene Schadstoffe in Konzentrationen, die Maßnahmewerte nach BBodSchV überschreiten (Gröngröft et al., 2003).

Neben der gebundenen, an Feststoffe gebundenen Form können Schadstoffe auch in gelöster Form im Überflutungswasser vorhanden sein (Stoffe  $< 1 \text{ nm}$  = gelöst, Feststoffe bzw. feststoffgebundene Substanzen  $1 \text{ nm} - 1 \text{ mm}$  = kolloidal gebunden, Feststoffe bzw. feststoffgebundene Substanzen  $> 1 \text{ mm}$  = partikelgebunden). Der Transport und die Ablagerung von Schadstoffen durch Hochwässer wird wesentlich durch die Verteilung zwischen gelöster, kolloidaler und partikulärer Phase bestimmt (Baborowski et al., 2003). Während partikelgebundene Schadstoffe leicht sedimentieren können, werden gelöste und kolloidal gebundene Schadstoffe oft über weite Strecken im Fließgewässer transportiert und auf die Überschwemmungsflächen eingetragen. Untersuchungen zum Augusthochwasser 2002 haben gezeigt, dass beträchtliche Schadstoffanteile in gelöster und kolloidaler Form im Hochwasser transportiert wurden (ebenda). Dies ist besonders von Bedeutung, da im Rahmen von Überwachungsprogrammen in der Regel nur die partikelgebundenen Schadstoffe erfasst werden.

Die im Zuge des Hochwassers 2002 durchgeführten Sonderprojekte und Ad-hoc-Untersuchungen zur Schadstoffsituation in den betroffenen Flussgebieten geben detailliert Auskunft über die Frachten und Konzentrationen zum Zeitpunkt der Überflutungen 2002. Für eine Langzeitprognose der für zukünftige Überflutungsflächen zu erwartenden stofflichen Belastungen und damit verbundenen standörtlichen Veränderungen sind diese Ergebnisse, auf Grund des Extremcharakters der Überflutung, jedoch nur begrenzt geeignet. Um die stofflichen Belastungen von Flächen, die in Folge von Rückdeichungen zukünftig von regelmäßigen Überflutungen betroffen sind, einschätzen zu können, ist eine genaue Kenntnis der „normalen“ Belastungssituation des Flusses und seiner zukünftigen Entwicklung erforderlich.

Die Vereinigte Mulde mit ihren Stammflüssen Zwickauer und Freiburger Mulde entwässert ein Gebiet von ca. 7.600 km<sup>2</sup>, wobei hier die Metall- und Bergbaugebiete des Erzgebirges ebenso eingeschlossen sind, wie die industriell dominierten Regionen von Chemnitz und Bitterfeld. Die Mulde stellt somit das wichtigste Entwässerungssystem des Erzgebirges in nördliche Richtung dar. Neben der bereits hohen geogenen Schwermetall-Grundlast der Mulde aus dem Erzgebirge sind es vor allem die anthropogenen bergbaubürtigen Quellen, welche die Mulde zu einem der Hauptpeinträger von Schwermetallen in die Elbe machten. Im Erzgebirge wird seit dem 12. Jahrhundert Bergbau betrieben. Grubenwirtschaft einschließlich der Grubenentwässerung, Haldenwirtschaft und die Verhüttung von Erzen führten bereits frühzeitig zu erhöhten Einträgen von Schwermetallen in das Fluss-System. Im letzten Jahrhundert trug auch die vermehrte Ansiedlung weiterer Industriestandorte von der Textil- und Papierindustrie bis zur chemischen Industrie zur Verschlechterung der stofflichen Belastungssituation in der Mulde bei. Generell lassen sich heute vier Hauptfaktoren für stoffliche Belastung kennzeichnen (Beuge et al., 1994):

- Anthropogene Salzbelastung durch kommunale und industrielle Abwassereinleitungen  
Hauptkomponenten Cl, SO<sub>4</sub>, Na, elektrische Leitfähigkeit,
- Belastung durch Buntmetallbergbau, -verhüttung und -verarbeitung –  
Hauptkomponenten Pb, Zn, Cd, As, Cu,
- Belastung durch Nickelverhüttung und Galvanikabwässer – Hauptkomponenten Cr, Ni,  
Cd,
- Belastung durch Auswaschung aus versauerten Waldgebieten – Hauptkomponenten  
Fe, Mn, Co.

Vor allem im Bereich der bergbaulichen Tätigkeit und der Abwasserreinigung hat es in den letzten Jahrzehnten weitreichende Veränderungen gegeben. So wurden die nach Einstellung des Bergbaus verbliebenen Grubenhohlräume geflutet. Überlaufende Grubenwässer führten und führen zum Austrag großer Mengen an Schwermetallen in die Zwickauer und Freiburger Mulde (Martin et al., 1994). Die Flutungen der Gruben im mittleren und westlichen Erzgebirge liegen ca. 50 Jahre zurück. Untersuchungen von Martin et al. (ebenda) haben gezeigt, dass die Grubenwässer auch heute noch für einen beträchtlichen Teil der Schwermetallfracht im Wasser und in den Schwebstoffen verantwortlich sind.

#### 6.2.2.2 Schwermetalle und Arsen

In der Vereinigten Mulde treffen die Stoff-Frachten der Freiburger und der Zwickauer Mulde zusammen. Die Vereinigte Mulde ist vor allem durch sehr hohe Schwermetallgehalte gekennzeichnet. Verschiedene Untersuchungen jüngerer Datums haben deutlich gemacht, dass trotz der bereit seit Jahrzehnten zurückliegenden Beendigung des Bergbaus und der Stilllegung vieler Industrieanlagen seit 1990, die Verbesserung der Gewässerqualität nur sehr langsam vor sich geht. So lassen sich neben dem zu erwartenden Trend des Belastungsrückgangs für einige Elemente (Zn) auch Belastungszunahmen (z. B. As) feststellen (Beuge et al., 1994). Andere Elemente zeigen Konzentrationsschwankungen, die auf Veränderungen in Bindungs- und Transportform schließen lassen (Beuge et al., 1994). Tabelle 6-2 enthält eine Zusammenstellung von Schwermetallgehalten für die Vereinigte Mulde, die im Zuge verschiedener Forschungsprojekte der letzten Jahre ermittelt wurden. Für die Vereinigte Mulde sind nach diesen Untersuchungen insbesondere As und die Schwermetalle Cd und Zn die Elemente, welche die Belastungssituation prägen.

**Tabelle 6-2: Schwermetallgehalte (Wasser, Sediment, Schwebstoff) in der Vereinigten Mulde**

	As	Pb	Cd	Cr	Cu	Hg	Zn
Messwerte 1991-1993: Beuge et al., 1994; ATV-DVWK, 2000							
Filtrat [µg/l]	6,2	4,2	0,6	2,7	3,4	0,01	37
Sediment [mg/kg]	238	380	44	170	216	2,8	1900
Schwebstoffe [mg/l]	k. A.	350	46	130	k. A.	k. A.	5400
Messwerte 1997: Arge Elbe, 2000							
Filtrat [µg/l]	8,6	0,4	0,2	0,6	2,9	2,3	12,2
Schwebstoffe [mg/kg]	123	191	18,8	127	103	0,2	1208
Messwerte 2002: Rank et al., 2003							
Sediment [mg/kg]	140	257	5,0	k. A.	k. A.	k. A.	k. A.
Messwerte 2002, Probenahme Grimma: Klemm et al., 2003							
Sediment [mg/kg]	253	436	3,2	52	103	1,3	410

Eine Bewertung der Belastungssituation setzt die Kenntnis der geogenen Hintergrundbelastung voraus. Die Vereinigte Mulde besitzt auf Grund ihrer erzgebirgischen Stammflüsse einen hohen Belastungshintergrund. Im Rahmen eines vom BMBF und BMU initiierten Forschungsprogrammes zur Schadstoffsituation der Elbe (ATV-DVWK, 2000) wurden die natürlichen Hintergrundwerte von Schwermetallkonzentrationen in der Elbe und den Nebenflüssen einschließlich der Vereinigten Mulde untersucht. Zu diesem Zweck wurden die natürlichen, geogenen Schwermetallkonzentrationen von Auesedimenten der jeweiligen Flussniederungen ermittelt. Die natürliche Auelehmbildung ist in den Flussniederungen industrialisierter Einzugsgebiet mit dichter Besiedelung und Landwirtschaft durch die menschliche Tätigkeit überprägt. Die geogenen Komponenten der Stoffgehalte in den Auesedimenten (Herkunft der Stoffe aus der natürlichen Verwitterung und Erosion von Gesteinen und Erzen) werden durch die anthropogenen Komponenten überlagert und oft deutlich übertroffen. Für die Vereinigte Mulde sind dies insbesondere die Stoff-Freisetzung im Ergebnis des Erzbergbaus und die damit verbundene Ablagerung von Roh- und Reststoffen. Die landwirtschaftliche Tätigkeit in den Flussniederungen greift außerdem in die natürlichen Prozesse der Bodenbildung am Ablagerungsort ein. So werden die natürliche Pedogenese unterbrochen, chemische Umwandlungsprozesse modifiziert, Stoffe durch die Bodenbearbeitung künstlich umgelagert und über den gesamten Bearbeitungshorizont verteilt, was zu verstärkten Anreicherungen in tieferen Bodenschichten führt. Die anthropogenen Stoffeinträge verstärken den Konzentrationsgradienten in den oberen Bodenschichten. Diese Einflüsse erschweren die Bestimmung der natürlichen Hintergrundbelastung von Aueböden erheblich. In der Regel können die oberen Schichten der Aueböden für eine solche Untersuchung nicht mehr herangezogen werden. Im Falle des genannten Forschungsprogrammes wurden daher ausschließlich tiefere Schichten der holozänen Auesedimente untersucht (ca. 1.500 Jahre alt; Prange et al. 1997), für die eine Unbeeinflussung durch menschliche Tätigkeiten angenommen werden konnte.

Eine etwas andere Herangehensweise liegt den vom Sächsischen Landesamt für Umwelt und Geologie (1996) ermittelten Hintergrundwerten zu Grunde. Hier erfolgte die Probenahme generell aus dem Oberboden (20 cm Tiefe) und die Hintergrundwerte wurden über das Bodenformenkonzept der Bodenkundlichen Kartieranleitung errechnet. Die Tabelle 6-3 enthält eine Gegenüberstellung der geogenen Hintergrundwerte aus beiden Untersuchungen

**Tabelle 6-3: Geogene Hintergrundwerte von Schwermetalle und Arsen im Gebiet der Vereinigten Mulde – Angaben in mg/kg**

Hg	Cd	Pb	Zn	Cr	Cu	As
ATV-DVWK 2000 (Königswasserauszug der Korngrößenfraktion < 20 µm)						
0,06	0,8	43	260	50	34	46
LfUG 1996 (Königswasserauszug der Fraktion 2 mm)						
0,13	0,4	49	120	22	26	24

Die Hintergrundwerte zeigen eine hohe geogene Belastung. Für Cadmium, Blei, Zink und Arsen besitzt die Vereinigte Mulde im Vergleich der im genannten Elbe-Forschungsprojekt untersuchten deutschen Flüsse (Schwarze Elster, Saale, Unstrut, Weiße Elster, Elbe, Havel/Spree) die höchste Hintergrundbelastung (ATV-DVWK, 2000). Der anthropogene Anteil an den Schwermetallgehalten des Sedimentes übertrifft die Anteile geogenen Ursprungs bei weitem.

Für eine Beurteilung der Beeinflussung der Aueböden durch überflutungsbedingte Sedimenteinträge müssen die pedogenetischen Prozesse, denen die Hochwassersedimente nach der Ablagerung unterworfen sind, in die Betrachtung einbezogen werden. Mit zunehmender Sedimentalterung verschiebt sich das Muster der

stofflichen Verteilung bis zu einem gewissen Maß. Verantwortlich hierfür ist vor allem die Mineralisation der allochthonen organischen Sedimentbestandteile. Durch diesen Prozess erfolgt eine relative Anreicherung der Schwermetalle im Sediment, d.h. die Konzentration wird erhöht. Bioturbation, Oxidationsprozesse, strukturelle Bodenveränderungen modifizieren die Verteilung der Stoffe in der oberen Bodenschicht ebenfalls. Letztere pedogenetische Prozesse wirken langfristig in Richtung einer Schadstoffminimierung im Oberboden. Untersuchungen von Schwartz (1999) zeigen, dass dieser Effekt auch in bestimmten Bereichen heutiger Vordeich-Flächen zu beobachten ist.

Die Belastungssituation der Sedimente der Vereinigten Mulde wird bei Überflutung zukünftiger Rückdeichungsbereiche dort sehr wahrscheinlich zu Schadstoffeinträgen führen. Um die Qualität dieses Eintrages zu beurteilen können die Grenzwerte der Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung (BBodSchV) herangezogen werden. Die hier festgeschriebenen Vorsorge-, Prüf- und Maßnahmewerte dienen dem Schutz vor schädlichen Bodenveränderungen gem. § 2 (3) Bundesbodenschutzgesetz (BBodSchG). Die Besorgnis schädlicher Bodenveränderung ist gegeben, sobald die Schadstoffgehalte des Bodens die Vorsorgewerte der BBodSchV überschreiten. Für die in Tabelle 6-2 aufgeführten Schwermetallgehalte für Sedimente der Vereinigten Mulde aus den Jahren 1991-1993 werden die Vorsorgewerte für alle Elemente überschritten<sup>4</sup>. Werden die Prüfwerte der BBodSchV überschritten, so sind weitergehende Untersuchungen zur Klärung der Gefährdungssituation erforderlich. Überschreitet der Schadstoffgehalt dagegen einen Maßnahmewert nach BBodSchV so ist hier ein zwingender Handlungsbedarf durch Nutzungsaufgaben bzw. –verbote gegeben.

**Tabelle 6-4: Schwermetallgehalte von Sedimentproben der Vereinigten Mulde und Kennzeichnung der Überschreitungen von Grenzwerten nach § 8 BBodSchG (Angaben in mg/kg) – Angabe der Grenzwerte bei Analytik im Königswasserextrakt**

As	Pb	Cd	Cu	Hg
Prüfwerte für den Pfad Boden-Nutzpflanze im Hinblick auf die Pflanzenqualität – Acker				
200 <sup>1</sup>				5
Maßnahmewerte für den Pfad Boden-Nutzpflanze im Hinblick auf die Pflanzenqualität – Grünland				
50	1200	20	1300 <sup>2</sup>	2
Messwerte 1991-1993: Beuge et al., 1994; ATV-DVWK, 2000				
238	380	44	216 <sup>2</sup>	2,8
Messwerte 2002: Rank et al., 2003				
140	257	5,0	k. A.	k. A.
Messwerte 2002, Probenahme Grimma: Klemm et al., 2003				
253	436	3,2	103	1,3

<sup>1</sup> für Böden mit zeitweise reduzierende Verhältnissen = 50 mg/kg

<sup>2</sup> für Schafe = 200 mg/kg

Die geogenen Hintergrundwerte der Vereinigten Mulde (Tabelle 6-3) liegen überwiegend unterhalb der BBodSchV-Vorsorgewerte für Lehm-Schluff (lediglich Zink überschreitet den Vorsorgewert). Werden die konkreten Schadstoffgehalte der Sedimentproben (Tabelle 6-4) den Prüf- und Maßnahmewerten der BBodSchV gegenübergestellt, so wird deutlich, dass vor allem bei Arsen zu Grenzwertüberschreitungen kommt. Auch die Cadmiumgehalte können kritische Grenzgehalte erreichen. Die Relevanz dieser Einträge

<sup>4</sup> Die BBodSchV schränkt in § 9 (2) diesen Besorgnisgrund für Böden mit naturgemäß erhöhten Schadstoffgehalten ein.

auf Polderflächen bzw. Rückdeichungsgebiete z. B. für den Brotgetreideanbau<sup>5</sup> oder die Beweidung bedarf zukünftig besonderer Beachtung.

### 6.2.2.3 Organische und andere Schadstoffe

Neben den Schwermetallen sind es auch organische Verbindungen, Pestizide oder Nährstoffe, welche die Schadstoffbelastung von Hochwasserablagerungen bilden. Das stoffliche Spektrum ist hier sehr variabel. Die Vereinigte Mulde weist einen sehr hohen Belastungsgrad an biogenen und petrogenen Kohlenwasserstoffen auf (ATV-DVWK, 2000). Eine genaue Kennzeichnung des stofflichen Spektrums ist auf Grund der starken zeitlichen Variabilität und nicht bekannten Anzahl der enthaltenen Schadstoffe schwierig.

Untersuchungen an der Vereinigten Mulde im Zuge des Hochwassers 2002 ergaben für die organischen Schadstoffe ein relativ unkritisches Bild. Jedoch traten auch hier lokal erhöhte Konzentrationen für einige Stoffe auf (z. T.  $\beta$ -HCH, PCB, DDT; Anacker et al. 2003)

### 6.2.3 Schäden durch fließendes Wasser

Die Strömungskraft von Hochwasserwellen kann zu Zerstörungen an landwirtschaftlichen Gebäuden, Stallungen, Zäunen, Geräten etc. und nicht zuletzt an den Kulturpflanzen führen. Auch können Weidetiere geschädigt werden. Die Zusammenstellung von Richtwerten zu Schadenspotenzialen von Hochwässern in Tabelle 6-1 enthält auch Angaben zu für Nutzpflanzen tolerierbare Fließgeschwindigkeiten.

Von großer Bedeutung sind Schädigungen durch Bodenabtrag. In Abhängigkeit von der Fließgeschwindigkeit der Hochwasserwelle und der Stabilität der Bodenkörper werden durch das fließende Wasser Bodenpartikel von den überschwemmten Flächen abgeschwemmt und in das Gewässer eingetragen. Im Fließgewässer werden diese Partikel abtransportiert und gelangen an anderer Stelle wieder zur Ablagerung. Mit den abgetragenen Bodenteilchen kommt es zu einem Stoffeintrag in die Gewässer. Der Bodenabtrag beeinträchtigt direkt die Gewässerqualität und verschärft das Problem der Sedimentablagerung in unteren Flussabschnitten.

Das Ausmaß der Erosionsanfälligkeit überschwemmter Flächen wird wesentlich von Art und Umfang der Bodenbedeckung bestimmt. Bewachsene Flächen sind gegenüber dem Bodenabtrag weniger anfällig als gerade abgeerntete oder bestellte Flächen. Ferner kann ein Wirkung des Bodenbearbeitungssystems angenommen werden.

### 6.2.4 Indirekte Schäden durch das Hochwasser

Neben den genannten direkten Schäden bewirken Überflutungen eine Vielzahl sekundärer Effekte. Zu nennen wären hier Einschränkungen der Befahr- und Bearbeitbarkeit, Verzögerungen in der Bestellung oder Neubestellung der Flächen bis hin zu Auswirkungen auf die Fruchtfolge, die Auswaschung von Nährstoffen, Einspülung von unerwünschten Samen auf Ackerflächen, Beförderung phytopathogener Pilze, Denitrifikationsprozesse.

---

<sup>5</sup> So werden durch die LfL (2003) für Sommergerste, Winterweizen und Winterroggen orientierende Grenzwerte für Cadmium-Konzentrationen im Boden angegeben, bei deren Überschreiten ein Risiko des Überschreitens der Lebens- bzw. Futtermittelkonzentrationen gegeben ist. Für Winterweizen, Sommergerste und Winterroggen liegen diese Bodengrenzwerte in der Größenordnung von 0,7-3,9 mg/kg.

### **6.2.5 Handlungsempfehlungen und weiterer Untersuchungsbedarf**

Flächen, die auf Grund der Geländemorphologie die Sedimentation der Wasserinhaltsstoffe z. T. durch Strömungsberuhigung befördern, besitzen ein hohes Schädigungsrisiko. Gleiches gilt für Flächen, die z. B. auf Grund ihrer Lage am Rand der Überschwemmungsflächen einen höheren Feinkornanteil im Hochwassersediment aufweisen. Einen Hinweis auf die Entwicklungsrichtung der Schadstoffbelastungen zukünftiger Überschwemmungsflächen können die Untersuchungen der Stoffgehalte der heute bereits bestehenden Außendeichflächen liefern.

Der Zusammenhang zwischen Geländemorphologie, Überflutungshäufigkeit und Schadstoffdeposition ermöglicht die Abgrenzung von Flächen mit besonders hohem Belastungsrisiko. So weisen tiefer gelegene Bereiche (Flutrinnen, Geländemulden) meist höhere Schadstoffgehalte auf als höher gelegene Flächen. Untersuchungen von Schwartz et al. (1999) und Rinklebe (2003) haben gezeigt, dass eine klare Abhängigkeit der Boden-Schwermetallgehalte von ihrer Lage innerhalb der Überschwemmungsgebiete gegeben ist.

Eine detaillierte Geländehöhenvermessung (Nutzung digitaler Geländemodelle) kann als Grundlage für die Ausweisung von besonders gefährdeten Abschnitten in Rückdeichungsgebieten dienen. Die Kenntnis der Geländemorphologie erlaubt die Prognose von Überschwemmungsdauer und -häufigkeit und Rückschlüsse auf das Strömungsverhalten von Hochwasserwellen.

## 7 Veränderungen der landwirtschaftlichen Landnutzung

### 7.1 Umwandlung von Ackerland in Grünland

Auf Ackerflächen in Überschwemmungsgebieten, die in Poldern oder nach Deichrückbau entstehen, besteht in Bereichen, in denen an- und abströmendes Wasser bestimmte Fließgeschwindigkeiten überschreitet ein potenzielles Risiko von Oberbodenabträgen. Grünland ist auf Grund der ganzjährigen Bodenbedeckung und der starken Durchwurzelung des Oberbodens hier deutlich weniger gefährdet. Die flächendeckende Umnutzung von Acker- in Grünland ist daher eine der am häufigsten erhobenen Forderungen für die Flussauenbereiche, zumal sie häufig naturschutzfachlichen Zielen entspricht. Diese Forderung besteht somit auch bei Deichrückbau und Poldern.

Die Erfahrungen mit dem Hochwasserereignis im August 2002 zeigen aber auch, dass der überwiegende Anteil der Ackerflächen offensichtlich nicht bzw. kaum von einer überschwemmungsbedingten Erosion betroffen war, da hier das an- und abströmende Wasser nur eine geringe Schleppkraft besaß bzw. die Ackerflächen ausreichend stabil gegenüber einer derartigen Erosion waren. Die Forderung nach einer flächendeckenden Umwandlung von Acker- in Grünland in den Auen kann daher in Frage gestellt werden, zumal diesbezüglich kaum wissenschaftliche Erkenntnisse vorliegen.

Vorbehaltlich weiterer Untersuchungen kann daher aus den praktischen Erfahrungen mit dem Hochwasser 2002 heraus angenommen werden, dass eine derartige Maßnahme zunächst nur für ausgewählte Flächen, z.B. mit starken Strömungen, in Betracht gezogen werden sollte.

Auch aus Sicht der Landwirtschaft kann die eine flächendeckende Umwandlung von Acker- in Grünland nur bedingt mitgetragen werden. Die Flussauen zählen häufig zu den ertragreichsten Böden einer Region und können für die Wirtschaftlichkeit von Betrieben von existenzieller Bedeutung sein. Erschwerend kommt hinzu, dass unter den gegenwärtigen Rahmenbedingungen Grünland gegenüber dem Marktfruchtanbau kaum konkurrenzfähig ist. Ein weiteres Problem besteht in den abnehmenden Tierbeständen. Im Zuge der Umsetzung der Agrarstrukturreform ist mit weiteren Reduzierungen gerade in der Milchviehhaltung zu rechnen, so dass die Verwertungsmöglichkeiten für Grünland weiter abnehmen. Steigende Milchleistungen erfordern zudem Futterqualitäten, die häufig nicht mit Grünlandaufwüchsen zu erreichen sind. Eine landwirtschaftliche Grünlandnutzung steht also zuvorderst dem Problem eines fehlenden Futterbedarfs gegenüber.

Nicht zuletzt können bei Grünlandbewirtschaftung von Überflutungsbereichen Probleme hinsichtlich des hochwasserbedingten Schadstoffeintrages auftreten. Es besteht zumindest lokal das Risiko einer Überschreitung von Prüf- und Maßnahmenwerten des Bodenschutzes (vgl. Kapitel 6.2.2). Gegenwärtig bestehen noch große Unsicherheiten bezüglich des Aspektes des Schadstoffüberganges vom Boden in die Pflanze. Zudem können überschwemmungsbedingte Anhaftungen an den Grünlandaufwüchsen dazu führen, dass sie aus der Sicht des Futtermittelrechts nicht verwertet werden können.

Weitere Ansätze zur Verwertung des Grünlandes wären der Vertragsnaturschutz oder die energetische Verwertung. Für beides erscheint eine flächendeckende Anwendung jedoch unrealistisch. Bezüglich des Vertragsnaturschutzes wäre für die Vereinigten Mulde und insbesondere der im Untersuchungsgebiet avisierten Überschwemmungsflächen der damit verbundene finanzielle Aufwand sehr hoch. Gleiches gilt für Lösungen, die auf einem Flächenankauf, der den Weg zu einer unproblematischen Nutzungsumwandlung frei machen würden, basieren. Für jedes der zuletzt genannten Konzepte stellt sich außerdem das Problem der nicht vorhandenen Ausweichflächen für die betroffenen

Landwirte. Gerade auch im Untersuchungsgebiet sind in vertretbarer Entfernung von den Auebereichen keine adäquaten Austauschflächen vorhanden. Die deutlich geringere Ertragsfähigkeit, der die Aueflächen einrahmenden Sandstandorte würde zudem eine höhere Flächenkompensation erforderlich machen.

Bezüglich der energetischen Verwertung bestehen derzeit nur sehr begrenzte Verwertungsmöglichkeiten, wie nachfolgend in Kapitel 7.3 dargestellt.

In ackerbaulich geprägten Überschwemmungsgebieten sollte daher zukünftig geprüft werden, inwiefern ein überschwemmungsverträglicher Ackerbau den Zielen, die hinter der Forderung nach einer flächendeckenden Umwandlung von Acker- in Grünland stehen, entsprechen kann. U. a. folgende Modifikation des Ackerbaus wären in Betracht zu ziehen:

- Eine Gründecke ist soweit wie möglich sicher zu stellen, wobei überschwemmungsempfindliche Zwischenfrüchte zu meiden sind.
- Im Falle einer Überflutung schnell verrottende Früchte wie Kartoffeln, Zuckerrüben, Raps, Leguminosen und Gemüse dürfen nicht oder nur mit Einschränkung angebaut werden (Getreidebau und Feldfutter (Gras und Mais) sind grundsätzlich zulässig).
- konservierende Bodenbearbeitung,
- keine PSM mit W-Auflage.

Diese und weitere Möglichkeiten sind im Rahmen des Vorhabens noch näher zu prüfen.

## 7.2 Konservierende Bodenbearbeitung

Eine Möglichkeit, die Anfälligkeit von Ackerflächen gegenüber einer Wassererosion zu mindern, ist die Umstellung der Bewirtschaftung von einer konventionellen (pflügenden) auf eine konservierende (pfluglose) Bodenbearbeitung. Die erosionsmindernde Wirkung der konservierenden Bodenbearbeitung ist durch viele Untersuchungen weitreichend belegt (LfL, 2002). Gegenstand dieser Betrachtung ist die Wirkung eines Pflugverzichtes auf eine Minderung des Oberflächenabflusses und den damit verbundenen Oberbodenabtrag. Im Wesentlichen beruht der Effekt der nachgewiesenen Erosionsminderung durch eine konservierende Bodenbearbeitung auf zwei Effekten (ebenda):

1. Erhöhung der Wasserinfiltration und damit Reduzierung der Oberflächenabflüsse
2. Erhöhung der Aggregatstabilität/ Verminderung der Verschlammungsanfälligkeit.

Die erosionsmindernde Wirkung wurde bisher unter dem Aspekt niederschlagsinduzierter Oberflächenabflüsse nachgewiesen. Die erhöhte Aggregatstabilität gekoppelt mit der bei konservierender Bearbeitung vorhandenen Mulchaufgabe sowie die höhere Lagerungsdichte langjährig pfluglos bestellter Flächen lassen jedoch auch eine verbesserte Bodenstabilität für abfließendes Wasser von Überflutungsflächen erwarten.

Um konkrete Aussagen zur erosiven Wirkung von Überflutungen machen zu können, bedarf es jedoch noch weitergehender Untersuchungen sowohl auf Acker- als auch Grünlandflächen. Im Falle des Flächenabflusses von Überflutungsflächen sind einige Besonderheiten in die Betrachtung einzubeziehen. So kommt es auf Überflutungsflächen vor dem Abflussereignis in Abhängigkeit von Überstaudauer und bodenphysikalischen Eigenschaften zu einer mehr oder weniger tiefreichenden Wassersättigung des oberen Bodenprofils. Die Stabilität gesättigter Bodenaggregate ist deutlich kleiner als im ungesättigten Zustand. Luftsprengung der Aggregate während der Aufsättigung kann zudem zu einer Minderung der Stabilität führen. Des Weiteren können

Sedimentationsprozesse die Oberflächenrauigkeit verändern und damit die Abflussgeschwindigkeiten verändern. Für folgende Aspekte besteht Klärungsbedarf:

- Zusammenhang zwischen Abflussgeschwindigkeit und Oberflächenabtrag von Überflutungsflächen (Maximalgeschwindigkeit),
- Einfluss von Überstaudauer und –höhe auf erosionsmindernde Effekte z. T. Aggregatstabilität,
- Einfluss von Sedimentationen auf die Oberflächenrauigkeit,
- Relevanz der Abschwemmung von Boden- und Pflanzenmaterial unter dem Aspekt der Wasserqualität und angrenzender Biotope.

### 7.3 Nutzungsalternative Nachwachsende Rohstoffe

Wie in den vorangegangenen Kapiteln dargestellt, sind die hochwassergefährdeten Flächen Gebiete, die konkurrierenden Nutzungsansprüchen unterliegen. Nachwachsende Rohstoffe können hier in bestimmten Bereichen eine kompromissfähige Nutzungsalternative aus der Sicht landwirtschaftlicher, wasserwirtschaftlicher und naturschutzorientierter Anforderungen darstellen.

In der unmittelbaren Gewässernähe werden die Forderungen der Wasserwirtschaft, keine stauenden Hindernisse zu errichten bzw. einen schnellen Abfluss des Wassers zu gewähren, Vorrang haben. Eine extensive Grünlandbewirtschaftung, wie sie derzeit schon auf vielen Standorten praktiziert wird, wird auch weiterhin dominierend sein. Die Nutzung des Aufwuchses kann im herkömmlichen Sinne als Futtermittel, aber auch als nachwachsender Rohstoff (z. B. zur Biogaserzeugung, Feststoffverbrennung, Herstellung von Bau- und Dämmstoffen) genutzt werden. Für die Produktion von Biogas bieten sich zwei Varianten an. Zum einen die Nassvergärung des Substrates mit Gülle und zum anderen die Trockenfermentation mit einem Perkolat (eine mit Bakterien angereicherte Flüssigkeit).

Frisches Grüngut eignet sich gut als Koferment bei der Biogasherstellung (Reinhold, 2003). Die Nassvergärung bedarf nach dem heutigen Stand der Technik jedoch der Zugabe von Gülle. Dementsprechend sind Standorte für Biogasfermenter an Betriebe mit Tierhaltung gebunden. Demgegenüber sind die Investitionskosten für eine Biogasanlage zur Trockenvergärung (bezogen auf die installierte Leistung) jedoch durchschnittlich doppelt so hoch wie für die stärker verbreitete Nassfermentation (Küttner, 2003, mündl. Mittl.)

Neben der Nutzung von Gras für die Biogaserzeugung besteht, vor allem für spätgeschnittenes und damit energiearmes Grüngut (wie es häufig bei extensiv bewirtschafteten Flächen anfällt), die Möglichkeit der Verbrennung. Weitere Verwendungsarten wie z. B. Kraftstoffherstellung über den Weg der Ethanolgewinnung, Fasernutzung oder Proteinextraktion werden von verschiedenen Forschungseinrichtungen noch auf ihre Praxistauglichkeit untersucht.

Außerhalb des unmittelbaren Flutbereiches, auf den immer noch regelmäßig überschwemmten Flächen, können andere Energiepflanzen eine Alternative sein. Der Anbau nachwachsender Rohstoffe in Form von schnellwachsenden, autochthonen Gehölzen ermöglicht eine ganzjährige Bodenbedeckung und kann auch bei stärkerem Hochwasser die Bodenerosion vermindern. Während nach längeren Überflutungen auch für Weidegrünland ein Mulchen nötig werden kann, werden solche Ereignisse von den verschiedenen Weiden- und Pappelarten relativ gut vertragen. So zeichnet sich auch in der Forstwirtschaft, auf überschwemmungsgefährdeten Flächen eine Renaissance dieser Baumarten bzw. des Pappel-Mischwaldes ab. Ob allerdings die Bestandesdichten und

Wuchsleistungen der auf Ackerflächen etablierten Kurzumtriebsplantagen auf die Standortverhältnisse in den Auen übertragen werden können, wird derzeit noch untersucht. Bei längeren Umtriebszeiten (ca.9 Jahre) können diese Hölzer auch für die industrielle Zwecke genutzt werden. Denkbar ist hier die Herstellung von Dämmstoffen, Paletten sowie Zellstoff für die Papierindustrie. Neuere Verarbeitungsmethoden für schnellwachsendes Plantagenholz ergeben sich in der Elektroindustrie (Platinen aus Lignozellulose).

Auch auf gelegentlich überschwemmten Standorten können nachwachsende Rohstoffe eine Bewirtschaftungsalternative darstellen. Neben den genannten Nutzungen von Gras und schnellwachsenden Baumarten kann hier auch der Anbau von Ölpflanzen (z. B. Raps für die Biodieselproduktion) oder anderer Energiepflanzen (z. B. Ganzpflanzenverbrennung von Getreide bzw. Silage von Mais oder Sorghumarten zur Herstellung von energiereichen Substraten für die Biogasproduktion) wirtschaftlich sein. Dabei können bekannte Anbauverfahren sowie die vorhandene landwirtschaftliche Technik der Betriebe genutzt werden.

## **8 Betriebswirtschaftliche Bewertung der Auswirkungen auf die Landwirtschaft**

Die betriebswirtschaftliche Bewertung der Auswirkungen der geplanten Hochwasserschutzmaßnahmen auf die Landwirtschaft bildet den Schwerpunkt der Bearbeitung des Teilprojektes 3 im Jahr 2004.

## **9 Stand der Arbeiten**

### **9.1 Teilprojekt 1 –ds „Überflutung landwirtschaftlicher Flächen – Wirkungen, Folgen und Anpassungsstrategien“**

#### **9.1.1 Zielstellung**

Als Kernstück der Planungen zur Verbesserung des Hochwasserschutzes im Einzugsgebiet der Vereinigten Mulde wird gegenwärtig das Hochwasserschutzkonzept für die Vereinigte Mulde erarbeitet.<sup>6</sup> Dieses Konzept sieht im Untersuchungsgebiet verschiedene Deichrückverlegungen und die Schaffung von Hochwasserpolderflächen vor. Gegenstand des Teilprojektes 1 ist die Erstellung von Betroffenheitsanalysen und Handlungsempfehlungen für die durch diese Planungen betroffenen landwirtschaftlichen Nutzflächen.

#### **9.1.2 Aufgaben**

Basierend auf dem Hochwasserschutzkonzept für die Vereinigte Mulde erfolgt eine Kartierung der Überschwemmungsgebiete sowie der Überschwemmungshäufigkeiten und -höhen im Untersuchungsgebiet.

Auf der Grundlage der Kartierung der potenziellen Überschwemmungsgebiete wird eine Erhebung von Bodenarten und Bodentypen durchgeführt. Im Ergebnis ist eine Übersicht über die Verteilung der typischen Bodenformen innerhalb der potenziellen Überschwemmungsflächen zu erstellen. Diese Informationen bilden die Grundlage für bodenhydrologische Untersuchungen und stellen einen wesentlichen Bestandteil für die Charakterisierung typischer Überschwemmungsflächen im Untersuchungsgebiet dar. Geplant ist die Erhebung typischer bodenphysikalischer und bodenhydrologischer Kennwerte im Gebiet. Die Kenntnis der bodenkundlichen Charakteristik ist eine Voraussetzung für die pflanzenbaulichen, agrarökologischen und hydrologischen Betrachtungen.

Es ist zu untersuchen, inwieweit sich eine generelle Typisierung von Standorteigenschaften der potenziellen Überschwemmungsflächen vornehmen lässt. Dies ist besonders bedeutsam im Hinblick auf die Übertragbarkeit der Projektergebnisse auf andere Gebiete Sachsens. Die Besonderheiten der potenziellen Flächen im Hinblick auf die ökologischen Standorteigenschaften sind herauszuarbeiten.

Eine Voraussetzung für die Beantwortung der landwirtschaftlichen Fragestellungen ist die Definition genereller Standortansprüche der Landwirtschaft an zu nutzende Überschwemmungsflächen. Durch eine Überlagerung dieser Parameter mit den vorhandenen Bedingungen sind die Konfliktbereiche konkret zu benennen. Für diese Problemfelder muss nach Lösungsansätzen gesucht werden. Denkbare Ansätze wären z. B.:

- Anbau weniger wertvoller landwirtschaftlicher Kulturen,
- Anpassung Fruchtfolgen,
- Dauerbrache nach EU-RL,

---

<sup>6</sup> Der Entwurf des Hochwasserschutzkonzeptes für das Untersuchungsgebiet wird Ende November fertiggestellt. Die endültige Fassung des Konzeptes soll im Frühjahr 2004 beschlossen werden.

- Umstellung auf bodenschonendere Bewirtschaftungsformen,
- Kurzumtriebsplantagen mit schnellwachsenden Gehölzen,
- Extensivierung der Nutzung (AL/ GL),
- Umwandlung von Acker- in Grünland,
- Einsatz meliorativer Maßnahmen,

Auf dieser Basis sind verschiedene Nutzungsszenarien zu entwerfen und landwirtschaftlich sowie betriebswirtschaftlich zu bewerten.

Damit im Zusammenhang stehen wasserwirtschaftliche Fragestellungen im Hinblick auf eine möglichst schadlose Abführung des Hochwassers innerhalb des Fließquerschnittes. Auch hier sind Nutzungsaspekte zu berücksichtigen.

Für hochwassergefährdete landwirtschaftliche Nutzflächen ist der Aspekt des Bodenschutzes von besonderer Bedeutung. Durch die Überflutung von Auenbereichen gelangen große Mengen von Sedimenten auf die Flächen, die z. T. erhebliche Belastungen mit Schadstoffen aufweisen können. Um hier eine Risikoabschätzung vornehmen zu können, muss die tatsächliche Belastungssituation des Gewässers abgeklärt werden. Hierfür ist auf vorhandene Untersuchungen zurückzugreifen. Untersuchungen auf den bereits jetzt durch Hochwasser betroffene Flächen bieten wichtige Anhaltspunkte. Einen zweiten Schwerpunkt des Bodenschutzes bildet das Problem des Erosionsschutzes von Überschwemmungsflächen.

Es soll untersucht werden, inwieweit sich die möglicherweise gegebene hochwasserbedingte Belastungssituation durch Stoffeinträge für den Boden durch veränderte Landnutzungen positiv beeinflussen lässt. Zu klären ist außerdem, inwieweit sich durch Nutzungsänderungen eine Verbesserung des Erosionsschutzes der betroffenen Flächen im Falle von Hochwasserereignissen erreichen lässt.

### 9.1.3 Stand und Ausblick

Ausgangspunkt der Bearbeitung war eine intensive Recherche der vorhandenen Datengrundlagen. Hierzu zählten neben den für das Gebiet verfügbaren Daten zu Nutzung, naturräumlichen und betrieblichen Aspekten vor allem die Auswertung der anlässlich des Hochwassers 2002 erhobenen Daten und der Studien und Vorplanungen zum Hochwasserschutz im Gebiet der Vereinigten Mulde. Das Hochwasserschutzkonzept für das Untersuchungsgebiet stellt eine der wichtigsten Datengrundlagen für das Verbundprojekt dar und wurde erst Ende November fertig gestellt. Die Planung der Felderhebungen und -untersuchungen im Jahr 2002 musste daher auf der Basis der existierenden Vorplanungen erfolgen.

Insgesamt wurden vier Untersuchungsflächen (vgl. Kapitel 2) für vertiefende bodenkundliche Untersuchungen ausgewählt. Die Untersuchung weiterer Flächen ist für 2003 geplant. Weiterhin wurde auf einer Fläche eine Mess-Station installiert. Neben klimatologischen Daten wurde hier auch die jahreszeitliche Dynamik des Bodenwasserhaushaltes über die Tensiometerdruckhöhen des Bodens in verschiedenen Tiefen erfasst. Für 2003 ist die Ergänzung der Mess-Station durch TDR-Mess-Sonden geplant, was parallel zu den Saugspannungsmessungen im Boden Direktmessungen des Bodenwassergehaltes erlaubt. Die hier gewonnenen Daten dienen der Parametrisierung und Validierung eines Bodenwasserhaushaltsmodelles mit dessen Hilfe Aussagen zu bodenhydrologischen Aspekten mit besonderer Relevanz für Überschwemmungsflächen (Abtrocknungsverhalten, Oberflächenabfluss etc.) getroffen werden sollen.

Im Rahmen der Projektbearbeitung wurde die Recherche rechtlich-administrativer Aspekte zum Hochwasserschutz in Deutschland und anderen Ländern begonnen. Die zusammengetragenen Fakten ermöglichen einen Überblick zum Vorgehen bei der Ausweisung von Überschwemmungsgebieten und zum Umgang mit der Entschädigungsproblematik auf nationaler und internationaler Ebene.

## **9.2 Teilprojekt 2 – Nutzung hochwassergefährdeter und geogen belasteter Flächen mit nachwachsenden Rohstoffen**

### **9.2.1 Zielstellung**

Mit dem Teilprojekt: „Nutzung hochwassergefährdeter und geogen belasteter Flächen mit nachwachsenden Rohstoffen“ soll eine alternative Nutzungsmöglichkeit von Überflutungsgebieten untersucht werden. Hintergrund sind die hochwasserbürtigen Schwermetallbelastungen der Böden (geogenen und anthropogenen Ursprungs) entlang der sächsischen Fließgewässer, durch die diese Gebiete für die Nahrungsgüter- und Futtermittelproduktion risikobehaftet sind. Dabei besteht das Ziel über nachwachsende Rohstoffpflanzen (schnellwachsende Baumarten, Miscanthus-Schilfgras) im Bereich der Wurzelzone die Bodenpartikel stärker zu binden, die Aufnahme von Schadstoffen zu messen sowie die Verträglichkeit der Kulturen für solche natürlichen Ereignisse zu prüfen.

Gleichzeitig wird erwartet mit der Anpflanzung einen wirtschaftlichen Ertrag zu realisieren. Ein weiterer Aspekt ist die Erhaltung der landwirtschaftlichen Nutzung auf überschwemmungsgefährdeten Flächen bei gleichzeitiger Verbesserung der strukturellen Vielfalt. Letztlich wird, bei energetischer Nutzung der angepflanzten Kulturen, über eine neutrale CO<sub>2</sub>-Bindung ein Beitrag zum Klimaschutz gewährleistet und die in den Aschen und Filtern konzentriert anfallenden Schwermetalle kontrolliert entsorgt werden.

### **9.2.2 Aufgaben**

Es werden ausgewählte schnellwachsende Baumarten und Herkünfte von Miscanthus – Gras für die alternative Nutzung der häufig von Hochwasser betroffenen Flächen getestet.

Von den Pflanzen wird erwartet, dass sie den Einfluss von Hochwasser über einen längeren Zeitraum vertragen, Schadstoffe zu binden vermögen und trotz dieser Stressfaktoren eine hohe Biomasse erzeugen können.

Die Standorte für die Anpflanzungen wurden nach den beiden folgenden Kriterien ausgewählt. Zum einen sollten die Flächen bereits mit Schwermetallen belastet sein und zum anderen einem regelmäßigen jährlichen Hochwasserereignis ausgesetzt sein.

Als Versuchspflanzen wurden folgende Baumarten der Weichholzaue ausgewählt:

- Silberweide (*Salix alba*),
- Godesbergweide (*Salix rubens*),
- Mandelweide (*Salix triandra*),
- Korbweide (*Salix viminalis*),
- Schwarzpappel (*Populus nigra*)

Hinzu kommt das südostasiatische Schilfgras *Miscanthus sinensis x giganteus*.

Sowohl die Baumarten als auch die Grasart zeichnen sich durch schnelles Wachstum in ihrer juvenilen Phase und leichte Bestandesbegründung aus. Bei den ausgewählten Baumarten handelt es sich darüber hinaus um Arten, die ein natürliches Vorkommen in

der Weichholzaue besitzen. Unter Beachtung naturschutzfachlicher Aspekte wurde autochtones und mehrklonales Pflanzgut (in einem ausgewogenem Geschlechterverhältnis) eingesetzt. Bei der Etablierung der ersten Versuchsfläche kamen bewurzelte Heister, die einen sicheren Anwuchs gewährleisten (um die kurze Projektdauer bestmöglich zu nutzen) zur Anwendung. Nach erfolgreicher Etablierung, ab dem dritten Standjahr, können sowohl das Miscanthusgras als auch die Bäume mehrmals genutzt werden (Miscanthusgras – jährlich, Gehölze – in zwei- bis dreijähriger Rotation). Von Vorteil ist, dass weder Pflanzenschutzmittel noch zusätzliche Düngemittel für die Ausbildung hoher Biomasseerträge notwendig sind (Röhricht et al. 2002).

Um der Forderung der Wasserwirtschaft nach einem schnellen Abfluss von Hochwässern Rechnung zu tragen, wird bei der Versuchsanlage ein relativ großer Pflanzverband der Gehölze von 2 x 3 m eingehalten. Der Miscanthus dagegen kann im bewährten 1 x 1 m-Verband gepflanzt werden.

Das Messprogramm orientiert sich an der oben genannten Zielsetzung des Teilprojektes. Es erfolgen:

- Monitoring der Schadstoffkonzentration auf der Versuchsfläche,
- Erfassen der Erosion bzw. Sedimentation auf der Fläche,
- Anwuchsverhalten und wachstumskundliche Erhebungen (Biomassezuwachs),
- Gehalte von Nähr- und Schadstoffen in der nutzbaren Biomasse,
- Erfassung der Kosten der Etablierung und Bewirtschaftung der Versuchskulturen,
- Ermitteln der Erträge einer dreijährigen Wachstumsphase,
- Dokumentieren von Klimadaten und insbesondere von Überschwemmungsdauer und -häufigkeit der Flächen.

Die in den Überschwemmungsgebieten und ausgewählten Versuchsflächen bedürfen, neben dem Einverständnis des Eigentümers, einer besonderen naturschutz- und wasserrechtliche Prüfung. Nachfolgende Behörden waren in die Planungsphase involviert:

- Untere Naturschutzbehörde Delitzsch und Döbeln,
- Untere Wasserbehörde Delitzsch und Döbeln,
- Amt für Landwirtschaft Mockrehna (Anzeigen der Nutzungsänderung, Beantragen der Prämie für Flächenstilllegung),
- Amt für ländliche Neuordnung Wurzen,
- Straßenbauamt Leipzig (Ausgleichflächen für den Straßenbau?!),
- Regierungspräsidium Leipzig (bei Lage der Flächen in einem kreisübergreifenden Schutzgebiet),
- Ministerium für Landwirtschaft und Umwelt (in Bezug auf Förderprogramme)

Das Staatliche Umweltfachamt Leipzig wird von der jeweils zuständigen Behörde als fachberatendes Organ einbezogen. Inhaltlich wurden Abstimmungen zu folgende Arbeiten und Terminen in enger Zusammenarbeit mit den Behörden getroffen.:

- Anpflanzungstermin und Bodenvorbereitung,
- Lage der Versuchsflächen (Mindestabstand zur Uferkante),
- Bestandesdichte/Pflanzverband,

- Verwendete Kulturen, Arten, Herkünfte,
- Art der Bewirtschaftung,
- evtl. Rückführung der Flächen in den Ausgangszustand.

### 9.2.3 Stand und Ausblick

Im Rahmen des Projektes sind drei Versuchsflächen beantragt worden. Ein Standort befindet sich rechtsseitig der Elbe in Höhe der Stadt Belgern. Auf der Weidefläche, bewirtschaftet durch das Lehr- und Versuchsgut Köllitsch, wurden fünf Parzellen von je 14 x 27 m mit jeweils 80 Bäumen gepflanzt. Eine Vegetationsaufnahme der Firma Salix – Büro für Ökologie und Landschaftsplanung ergab, dass vor der Pflanzung ein stark lückiger Queckenrasen (*Agropyretum repentis* FELDFÖLDY 1942) dominierte. Die Vegetation zeigt zudem eine mittlere Wasserversorgung mit regelmäßiger Überflutung und sommerlicher Austrocknung an. Bemerkenswert ist das natürliche Vorkommen zahlreicher Altexemplare der in Sachsen und Deutschland sehr seltenen Schwarzpappel (*Populus nigra*, Rote Liste Sachsen 2) in der näheren Umgebung der Versuchsfläche. Das Auftragen von einem speziellen Verbisschutzmitteln auf den Versuchspflanzen war notwendig, um Verbiss-Schäden durch die vorkommenden Bibern zu verhindern.

Es wird erwartet, dass bis zum Frühjahr 2004 die ersten Überflutungen (die typischen Winter- und Frühjahrshochwasser) auf der Fläche zu verzeichnen sind.

Der zweite Versuch soll rechtsseitig der Freiburger Mulde in der Nähe der Gemeinde Marschwitz angelegt werden. Die hier wirtschaftende Agrargenossenschaft Polkenberg, hat nach dem Hochwasser 2002 die Fläche mit Erde aufgeschüttet und Gras angesät.

Eine weitere Fläche ist am Mühlgraben, einem Seitenarm der Vereinigten Mulde bei Eilenburg, beantragt. Der ausgewählte Acker war bisher stillgelegt und wird von der Agrargenossenschaft Jesewitz für den Anbauversuch vorbereitet. Eine endgültige Entscheidung, ob diese Fläche für den Versuch genutzt werden kann, steht auf Grund naturschutzfachlicher Bedenken (Vorkommen des Kormorans im Gebiet) noch aus.

## 9.3 Teilprojekt 3 – Betriebswirtschaftliche Bewertung verschiedener Nutzungsszenarien sowie Kosten-Nutzen-Analysen als Grundlage für Entschädigungs- und Ausgleichszahlungen

### 9.3.1 Zielstellung

Im Zuge der Neukonzeption des Hochwasserschutzes im Untersuchungsgebiet werden auch eine Reihe von Maßnahmen diskutiert, die mit Änderungen der Landnutzung, Nutzungseinschränkungen oder auch Nutzungsaufgabe für bestimmte landwirtschaftliche Nutzflächen verbunden sind. Gegenstand des Teilprojektes 3 ist die Bewertung betriebswirtschaftlicher und agrarökonomischer Konsequenzen der geplanten Hochwasserschutzmaßnahmen im Untersuchungsgebiet. Die hier gewonnenen Erkenntnisse sollen eine wesentliche Grundlage für Empfehlungen zur Anpassung der landwirtschaftlichen Nutzung an das Hochwasserschutzkonzept bilden. Neben Nutzungsempfehlungen auf der Basis betriebswirtschaftlicher Überlegungen sind durch das Teilprojekt 3 auch Aussagen zu bestimmten Aspekten von Entschädigung und Ausgleich auf der Basis von Kosten-Nutzen-Analysen zu erbringen.

### 9.3.2 Aufgaben

Am Beginn der Bearbeitung stehen Untersuchungen zur Nutzungsartenentwicklung im Muldeabschnitt Wurzen – Eilenburg. Dies umfasst im Einzelnen:

- Sichtung und Erfassung der gegenwärtigen Landnutzung,
- Untersuchungen zur Entwicklung der ursprünglichen Landnutzung im USG,
- Kartierung der Landnutzung auf der Kartengrundlage des LfUG,
- Erhebung zur Flächennutzung durch Befragung von Landwirten und unter Mitarbeit ÄfL Wurzen und Mockrehna.

Aufbauend auf dem aktuellen Hochwasserschutzkonzept und den Ergebnissen der Landnutzungskartierung erfolgen in einem zweiten Schritt die Untersuchungen zu betriebswirtschaftlichen und agrarökonomischen Auswirkungen einer veränderten Landnutzung im Untersuchungsgebiet. In einem ersten Schritt werden hierfür verschiedene Nutzungsszenarien entworfen. Die betriebswirtschaftliche Bewertung erfolgt mit Hilfe der Berechnung auf der Ebene von Modellbetrieben. Um mögliche Entschädigungs- bzw. Ausgleichszahlungen monetarisieren zu können, werden Kosten-Nutzen-Analysen durchgeführt.

Neben diesen betriebswirtschaftlichen Betrachtungen werden die sozialökonomischen Auswirkungen einer veränderten Landnutzung auf der Grundlage der konkreten betrieblichen Situation im Untersuchungsgebiet bewertet. Hierbei fließen auch Aspekte der Sozialpflichtigkeit des Eigentums bzw. der Eigentümer und Flächennutzer in ihrer gesamtgesellschaftlichen Verantwortung in die Betrachtung ein.

### 9.3.3 Stand und Ausblick

Im Jahr 2003 erfolgte eine flächendeckende Kartierung der Landnutzung im Untersuchungsgebiet. Neben den Angaben zur Art der landwirtschaftlichen Nutzung wurde hier auch die Bewirtschafterstruktur als Grundlage für die betriebswirtschaftlichen und sozialökonomischen Fragestellungen erfasst.

Im September 2003 beendete der zuständige Projektmitarbeiter seine Tätigkeit an der LfL. Die Stelle ist gegenwärtig zur Neubesetzung ausgeschrieben.

## Literatur

Akademie der Landwirtschaftswissenschaften der DDR. 1979. Mittelmaßstäbige landwirtschaftliche Standortkartierung 1:100.000

Anacker, U., U. Gutteck und M. Welker. 2003. Schadstoffbelastungen in Hochwassersedimenten. Tagungsband Statusseminar des BMBF-Ad-hoc-Verbundprojektes „Schadstoffbelastung im Mulde- und Elbe-Einzugsgebiet nach dem Auguthochwasser 2002“ in Freiberg, 27.-29. 08.2003, 12-17

Arbeitsgemeinschaft zur Reinhaltung der Elbe. 2000. Multielementanalysen von Wasserproben der Elbe und ausgewählter Nebenflüsse – Längsprofilbeprobung vom September 1997

Arbeitsgruppe Bodenkunde der Geologischen Landesämter und der Bundesanstalt für Geowissenschaften. 1992. Bodenkundliche Kartieranleitung

ASFPM - Association of State Floodplain Managers, Inc. 2000. National Flood Programs in Review. [www.floods.org](http://www.floods.org)

ATV-DVWK (Hrsg). 2000. Die Elbe und ihre Nebenflüsse – Belastung, Trends, Bewertung, Perspektiven.

Baborowski, M., F. von der Kammer und K. Friese. 2003. Transport von Schwermetallen bei Hochwasserführung der Elbe: gelöst, partikel- oder kolloidgebunden? Tagungsband Statusseminar des BMBF-Ad-hoc-Verbundprojektes „Schadstoffbelastung im Mulde- und Elbe-Einzugsgebiet nach dem Auguthochwasser 2002“ in Freiberg, 27.-29. 08.2003, S. 17-22

BbodSchG. Bundes-Bodenschutzgesetz i. d. Fassung vom 17.03.1998

BbodSchV. Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung i. d. Fassung vom 12.07.1999

Beuge, P.; A. Greif, T. Hoppe, A. Kluge, W. Klemm und R. Starke. 1994. Schadstoffbelastung der Mulde – Wege zur Gesundheit. Vortrag auf der 72. Jahrestagung der DMG in Freiberg, gehalten am 22.09.1994.

Desbos, Elisabeth. 1997. Qualifying land vulnerability to flooding. Post-graduate studies memorandum – CEMAGREF Lyon –INSA Lyon – September 1995, completed in 1997.; zit. In Citeau, Jean-Michel. 2003. A New Flood Control Concept in the Oise Catchment Area: Definition and Assessment of Flood Compatible Agricultural Activities. FIG Working Week 2003, Paris, France

FFH-Richtlinie – Richtlinie 92/43/EWG des Rates vom 21.05.1992 zur Erhaltung der natürlichen Lebensräume sowie der wildlebenden Tiere und Pflanzen

Fleege, F. 2003. Gas aus Gras und was noch? Bauernzeitung 25.Woche, S. 40-41

Gilard, O. 1998. Guide pratique de la méthode inondabilité. Ed. Agences de l'Eau, Ministère de l'Environnement; zit. In Pivot, J.-M., E. Josien, M. Testut, P. Martin und N. Gendreau. 2002. Flood hazard change and farmland vulnerability. In: Proceedings of the European Conference on Advances in Flood Research. 218-239.

Gröngröft, A., F. Krüger und G. Miehlich. 2003. Schwermetallbelastungen der Böden in Elbauen ober- und unterhalb der Muldemündung. Tagungsband Statusseminar des BMBF-Ad-hoc-Verbundprojektes „Schadstoffbelastung im Mulde- und Elbe-Einzugsgebiet nach dem Auguthochwasser 2002“ in Freiberg, 27.-29. 08.2003, S. 37-42

Haase, J. 1971. Die räumliche Struktur der Niederschlagsverhältnisse in den

- sächsischen Bezirken. Diss. Halle-Wittenberg; zit. in Mannsfeld u. Richter, 1995
- Klemm, W., U. Knittel, A. Greif, J.A.C. Broekaert und V. Siemens. 2003. Schwermetalle und Arsen in der Mulde. Tagungsband Statusseminar des BMBF-Ad-hoc-Verbundprojektes „Schadstoffbelastung im Mulde- und Elbe-Einzugsgebiet nach dem Auguthochwasser 2002“ in Freiberg, 27.-29. 08.2003, 83-87
- Land Compensation Act. 1961
- Land Drainage Act. 1994
- LfL –Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft. 2002. Entwicklung von dauerhaft umweltgerechten Landbewirtschaftungsverfahren im sächsischen Einzugsgebiet der Elbe.
- LfL –Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft. 2003. Hinweise und Empfehlungen zum Umgang mit arsen- und schwermetallbelasteten landwirtschaftlich und gärtnerisch genutzten Böden.
- LfUG – Sächsisches Landesamt für Umwelt und Geologie. 1996. Bodenatlas des Freistaates Sachsen – Teil 1 Hintergrundwerte für Schwermetalle und Arsen in landwirtschaftlich genutzten Böden
- LfUG – Sächsisches Landesamt für Umwelt und Geologie. 2000. Color-Infrarot-(CIR)-Biotoptypen- und Landnutzungskartierung. CD-ROM
- LfUG – Sächsisches Landesamt für Umwelt und Geologie. 2002. Gebietspezifische Erhaltungsziele nach Artikel 6 (3) der Richtlinie 92/43/EWG für den sächsischen Gebietsvorschlag gemeinschaftlicher Bedeutung Nr. 65 E
- LfUG – Sächsisches Landesamt für Umwelt und Geologie. 2003. <http://lfugwww.smul.sachsen.de/de/wu/umwelt/lfug/lfug-internet/>
- Mannsfeld, K. und H. Richter (Hrsg.). 1995. Naturräume in Sachsen. Forschungen zur Deutschen Landeskunde, Band 238
- Martin, M.; P. Beuge, A. Kluge und T. Hoppe. 1994. Grubenwässer des Erzgebirges – Quellen von Schwermetallen für die Elbe. Spektrum der Wissenschaft.
- Prange A., E. Bössow, B. Erbslöh, R. Jablonski, E. Jantzen, P. Krause, F. Krüger, P. Leonhard, R. Niedergesäß, R. Pepelnik, A. Schäfer, M. Schirmacher und W. v. Tümping jr. 1997. Geogene Hintergrundwerte und zeitliche Belastungsentwicklung, Abschlussbericht, GKSS-Forschungszentrum Geesthacht GmbH, Band 3/3, 405 S.
- Rank, G., K. Kardel, W. Pälchen und A. Greif. 2003. Schadstoffbelastungen im Mulde- und Elbe-Einzugsgebiet nach den Auguthochwasser 2002
- Reinhold, G. 2003. Feldfrüchte vergären. Bauernzeitung 35. Woche, S. 14-15
- Rinklebe, J. 2003. Schwermetalle in Auenböden der Elbe – ihre Verbreitung, Mobilitäten, Bindungsformen und ihr Transfer in Nutzpflanzen. Tagungsband Statusseminar des BMBF-Ad-hoc-Verbundprojektes „Schadstoffbelastung im Mulde- und Elbe-Einzugsgebiet nach dem Auguthochwasser 2002“ in Freiberg, 27.-29. 08.2003, 121-126
- Röhrich, C. 2002, Acker- und pflanzenbauliche Untersuchung zum Anbau ein- und mehrjähriger Energiepflanzen im Freistaat Sachsen. Schriftenreihe der Sächsischen Landesanstalt für Landwirtschaft, Heft 4
- Sächsische Akad. d. Wiss. 1997. Die Naturraumkarte des Freistaates Sachsen
- Schellhorn, G. o. J. Die Muldenaue und ihre größten Überschwemmungen. In: Heimatbuch zur Geschichte der Dörfer Bennewitz mit Schmölen, Deuben, Grubnitz mit

Nepperwitz

Schwartz, R. 1999. Beurteilung der Stoffeinträge über frische Schlämme für die Böden in der rezenten Aue und in zukünftigen Außendeichsflächen der unteren Mittelelbe. Hamburger Bodenkundl. Arbeiten 44, 84-92

Schwartz, R., A. Gröngröft und G. Miehlisch. 1999. Die Bedeutung der Eindeichung auf den Wasser- und Stoffhaushalt ausgewählter Böden an der Mittelelbe. In UFZ-Bericht 1/1999 „Stoffhaushalt von Auenökosystemen der Elbe und ihrer Nebenflüsse“, 109-102

## **Anhang**

**Karte A1: Nutzungs- und Bewirtschafterstruktur in der Mulde-Aue zwischen Wurzen und Landesgrenze Sachsen**