



Etablierung Entscheidungshilfesystem

Schriftenreihe, Heft 7/2010



**Etablierung eines Entscheidungshilfesystems zur Erstellung von Managementplänen
auf Einzugsgebietsebene**

Sandra Naumann, Hans-Joachim Kurzer

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	13
1.1	Projekthintergrund – wsm300.....	13
1.2	Ziel- und Aufgabenstellung.....	14
2	Gewässerzustand und Einzugsgebietsmanagement – Die WRRL und die Rolle der Landwirtschaft	16
2.1	WRRL – Inhalte und Anforderungen	16
2.2	Einfluss der Landwirtschaft auf den Gewässerzustand	18
2.3	Methodik zur Erstellung von Managementplänen für Einzugsgebiete	21
3	Datengrundlagen und -verfügbarkeit.....	23
4	Ist-Zustandsanalyse	25
4.1	Allgemeine Charakteristik des Einzugsgebietes der Jahna	25
4.2	Signifikante Belastungen im Einzugsgebiet der Jahna.....	31
4.2.1	Nährstoffe.....	31
4.2.2	Schadstoffe – Pflanzenschutzmittel.....	34
4.2.3	Hydromorphologie	34
5	Defizitanalyse	37
5.1	Umweltziele	37
5.2	Vergleich von Umweltzielen und Ist-Zustand	41
5.3	Wahl der Zielvariablen.....	44
6	Ursachenanalyse	45
6.1	Nährstoffbelastung	45
6.2	Schadstoffbelastung.....	47
6.3	Hydromorphologische Belastung	47
7	Maßnahmenplanung	49
7.1	Rahmenbedingungen und Entwicklungstrends in der Landwirtschaft	49
7.2	Definition und Wirkungsabschätzung des Baselineszenarios	54
7.2.1	Die Grundsätze der guten fachlichen Praxis als grundlegende Maßnahmen.....	54
7.2.2	Umsetzung der grundlegenden Maßnahmen	58
7.2.3	Einschätzung der Wirksamkeit der grundlegenden Maßnahmen	60
7.3	Definition und Wirkungsabschätzung weiterer Maßnahmen	65
7.3.1	Ergänzende Maßnahmen nach WRRL.....	65
7.3.2	Entscheidungshilfe ENaWiL zur Unterstützung bei der Maßnahmenauswahl.....	69
7.3.3	Einschätzung der Wirksamkeit weiterer Maßnahmen	78
7.3.3.1	Abschätzung von Nährstoff-Reduktionspotenzialen mit dem Modell STOFFBILANZ	78
7.3.3.2	Abschätzung von Erosions- und P-Reduktionspotenzialen mit dem Modell Erosion-3D ..	82
7.3.3.3	Vergleich der Modellergebnisse von STOFFBILANZ und Erosion-3D	95
7.4	Entscheidungsmatrix und deren Bewertung anhand der Nutzwertanalyse	96
7.4.1	Theoretischer Überblick	96

7.4.2	Erstellung der Entscheidungsmatrix und Anwendung der Nutzwertanalyse.....	98
8	Maßnahmenumsetzung – unterstützende Instrumente in Sachsen	107
8.1	Netzwerk Wissens-Erfahrungstransfer-Schulung.....	108
8.2	Einsatz von GIS-Daten zur Lokalisierung von Maßnahmen	108
8.3	Nutzung von Synergieeffekten	116
9	Zusammenfassung.....	116
10	Literaturverzeichnis	120
11	Anhang.....	130

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Struktur des wsm300-Entscheidungshilfesystems (THIEL & SCHMIDT 2006).....	14
Abbildung 2: Schema des methodischen Ablaufs der Erstellung von Managementplänen	22
Abbildung 3: Lage und Relief des EZG Jahna	26
Abbildung 4: Verteilung der Bodenarten im EZG Jahna.....	27
Abbildung 5: Fließ- und Standgewässer (links) und OWK und GWK (rechts) im EZG Jahna	28
Abbildung 6: Landnutzung im EZG Jahna.....	29
Abbildung 7: Anteil der angebauten Fruchtarten 2006 im EZG Jahna	30
Abbildung 8: Schutzgebiete im EZG Jahna.....	31
Abbildung 9: Nitratkonzentrationen im Grundwasser im GWK Jahna (HANNAPPEL u. a. 2006).....	32
Abbildung 10: Mittlere jährliche Nitrat-N-Konzentrationen der OWK im EZG Jahna 2000 - 2007 ..	33
Abbildung 11: Entwicklung der N-Konzentration an der Jahnämündung 1993 - 2007.....	33
Abbildung 12: Mittlere jährliche P-Konzentrationen der OWK im EZG Jahna 2000 - 2007	34
Abbildung 13: Entwicklung der P-Konzentration an der Jahnämündung 1993 - 2007.....	34
Abbildung 14: Ergebnisse der Gewässerstrukturgütekartierung nach LAWA (2000) im EZG Jahna (LFUG 2006b).....	36
Abbildung 15: Anteile der Gewässerstrukturgüteklassen unter Berücksichtigung der Zuordnung zu den fünf ökologischen Zustandsklassen nach WRRL der OWK im EZG Jahna (GRUNEWALD u. a. 2007, verändert)	43
Abbildung 16: Anschlussgrad an zentrale Kläranlagen (Stand 1. Halbjahr 2004, links) und punktuelle N- und P-Einträge in Gewässer (rechts, GRUNEWALD u. a. 2007) der OWK im EZG Jahna.....	46
Abbildung 17: Quellen und Pfade der diffusen P-Einträge im EZG Jahna (KAISER u. a. 2006)	46
Abbildung 18: Quellen und Pfade der diffusen N-Einträge im EZG Jahna (KAISER u. a. 2006)	47
Abbildung 19: Verteilung der feldblockbezogenen UA-Maßnahmen im EZG Jahna im Jahr 2005.	53
Abbildung 20: Gebietskulisse WRRL/Hochwasserschutz (Referenz 2007/08) im EZG Jahna	66
Abbildung 21: ENaWiL - Startseite (oben) und Beispiel einer Ergebnistabelle (unten)	72
Abbildung 22: Schema des Aufbaus und der Wirkungsweise von ENaWiL	73
Abbildung 23: Anteil der von STOFFBILANZ ermittelten partikulären P- und diffusen N-Einträge der Maßnahmen gegenüber dem Ist-Zustand (= 100 %, siehe Kapitel 7.2.3)	81
Abbildung 24: Feldblöcke im EZG Jahna mit jeweils feldblockdominanter Kulturart im April 2006 (v. WERNER & SCHRÖDER 2006).....	85
Abbildung 25: Feldblöcke im EZG Jahna mit Bodenbearbeitungsart und Mulchgehalt (UA-ZFII-Förderung) der feldblockdominanten Kulturarten im April 2006 (v. WERNER & SCHRÖDER 2006).....	86
Abbildung 26: Erosion-3D – Anteil des Oberflächenabflusses am Niederschlag bei einem 10- und 20-jährigen Extremereignis im EZG Jahna.....	89
Abbildung 27: Erosion-3D – Gesamtsedimenteintrag bei einem 10- und 20-jährigen Extremereignis im EZG Jahna.....	89

Abbildung 28: Erosion-3D – Gesamtoberflächenabfluss (links) und -sedimenteintrag (rechts) des Referenzjahres im EZG Jahna.....	92
Abbildung 29: Fiktives Beispiel einer Nutzenfunktion (links) und entsprechender Teilnutzwerte von vier Maßnahmenalternativen (rechts) für die Zielvariable P-Fracht (PHF) (LEICHTFUß u. a. 2006)	97
Abbildung 30: Fiktives Beispiel einer Ergebnisgrafik der Nutzwerte für sechs Maßnahmen-szenarien.....	98
Abbildung 31: Nutzenfunktionen für die Zielvariablen P- und N-Konzentration, Kosten und Akzeptanz.....	102
Abbildung 32: Gesamtnutzen der Maßnahmenalternativen im EZG Jahna bei gleicher Gewichtung aller Zielvariablen von 25 %.....	104
Abbildung 33: Gesamtnutzen der Maßnahmenalternativen im EZG Jahna bei einer stärkeren Gewichtung der Nährstoffe (N und P 40 %, Akzeptanz und Kosten 10 %).....	105
Abbildung 34: Gesamtnutzen der Maßnahmenalternativen im EZG Jahna bei einer stärkeren Gewichtung der Kosten (N und P 20 %, Kosten 50 %, Akzeptanz 10 %).....	105
Abbildung 35: Gesamtnutzen der Maßnahmenalternativen im OWK Mehltheuer Bach bei gleicher Gewichtung aller Zielvariablen von 25 %	106
Abbildung 36: Gesamtnutzen der Maßnahmenalternativen im OWK Mehltheuer Bach bei stärkerer Gewichtung von N (N 60 %, P 0 %, Akzeptanz und Kosten 20 %).....	106
Abbildung 37: Potenzielle Wassererosionsgefährdung von Ackerflächen im EZG Jahna	109
Abbildung 38: Potenziell besonders erosionsgefährdete Abflussbahnen auf Ackerflächen im EZG Jahna	110
Abbildung 39: Vergleich von Beispielen potenzieller Abflussbahnen und Orthofotos im EZG Jahna	111
Abbildung 40: Landwirtschaftliche Nutzung und Pufferzonen im Gewässerumfeld im EZG Jahna	113
Abbildung 41: Nitratrückhaltevermögen und Auswaschungsgefährdung der Böden bei realer Landnutzung im EZG Jahna.....	115
Abbildung 42: Modellierter partikuläre P-Einträge [kg P/ha/a] im EZG Jahna (GRUNEWALD u. a. 2007)	134
Abbildung 43: Modellierter gelöster N-Austrag aus der Bodenzone [kg N/ha/a] im EZG Jahna (GRUNEWALD u. a. 2007)	134
Abbildung 44: Anteil der von STOFFBILANZ ermittelten partikulären P-Einträge der Maßnahmen gegenüber dem Ist-Zustand (= 100 %, siehe Kapitel 7.2.3)	137
Abbildung 45: Anteil der von STOFFBILANZ ermittelten diffusen N-Einträge der Maßnahmen gegenüber dem Ist-Zustand (= 100 %, siehe Kapitel 7.2.3)	137
Abbildung 46: Gewässerschutzstreifen auf Ackerflächen im EZG Jahna.....	139
Abbildung 47: Begrünte Abflussbahnen auf Ackerflächen im EZG Jahna.....	139

Abbildung 48: Ist-konservierend – Erosion/Deposition für das 10- (oben) und 20-jährige (unten) Starkniederschlagsereignis	140
Abbildung 49: Ist-WRRL – Erosion/Deposition für das 10- (oben) und 20-jährige (unten) Starkniederschlagsereignis	141
Abbildung 50: Ist-Stand – Erosion/Deposition für das 10- (oben) und 20-jährige (unten) Starkniederschlagsereignis	142
Abbildung 51: Ist-konventionell – Erosion/Deposition für das 10- (oben) und 20-jährige (unten) Starkniederschlagsereignis	143
Abbildung 52: Worst Case – Erosion/Deposition für das 10- (oben) und 20-jährige (unten) Starkniederschlagsereignis	144
Abbildung 53: Gewässerschutzstreifen – Erosion/Deposition der verschiedenen Bearbeitungs- und Niederschlagsszenarien	145
Abbildung 54: Begrünte Abflussbahnen – Erosion/Deposition der verschiedenen Bearbeitungs- und Niederschlagsszenarien	146
Abbildung 55: Kombination Gewässerschutzstreifen und begrünte Abflussbahnen – Erosion/Deposition der verschiedenen Bearbeitungs- und Niederschlagsszenarien	147
Abbildung 56: Ist-Stand (oben) und Ist-konventionell (unten) – Erosion/Deposition des Referenzjahres	150
Abbildung 57: Ist-WRRL (oben) und Ist-konservierend (unten) – Erosion/Deposition des Referenzjahres	151
Abbildung 58: Gewässerschutzstreifen – Erosion und Deposition der verschiedenen Bearbeitungsszenarien des Referenzjahres	152
Abbildung 59: Begrünte Abflussbahnen – Erosion und Deposition der verschiedenen Bearbeitungsszenarien des Referenzjahres	153
Abbildung 60: Kombination Gewässerschutzstreifen und begrünte Abflussbahnen – Erosion und Deposition der verschiedenen Bearbeitungsszenarien des Referenzjahres	154

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Schutzgebiete im EZG Jahna.....	30
Tabelle 2: Mittelwerte gemessener Nitratkonzentrationen [mg/l] im GWK Jahna 2000 - 2007	32
Tabelle 3: Steckbriefe und physikalisch-chemische Orientierungswerte (POTTGIESSER & SOMMERHÄUSER, Stand: Nov. 2006, LAWA-AO 2007)	39
Tabelle 4: Vorschlag für Beurteilungskriterien zur Verbesserung der Gewässergüte der Jahna und Kleinen Jahna (AUTORENKOLLEKTIV 2000)	40
Tabelle 5: Bewertung der biologischen Qualitätskomponenten der OWK im EZG Jahna (schr. Mitt. Jenemann 2008).....	41
Tabelle 6: Vergleich der Qualitätsnormen und Orientierungswerte mit mittleren jährlichen N- und P-Konzentrationen der Messstellen im EZG Jahna im Zeitraum 2005 - 2007	42
Tabelle 7: Nutzungen im links- und rechtsseitigen Gewässerumfeld und fehlende Pufferzonen (Gewässerstrukturgütekartierung [LFUG 2006b])	48
Tabelle 8: Umfang der UL-Maßnahmen im Programm „Umweltgerechter Ackerbau“ in den AfL im EZG Jahna im Zeitraum 2004 - 2006 im Vergleich zu 2000/01.....	52
Tabelle 9: Umfang der UA-Maßnahmen in den OWK im EZG Jahna im Jahr 2005.....	54
Tabelle 10: Modellierte P-Emissionen (Em) und -Immissionen (Im) als Fracht bzw. Konzentration je OWK und für gesamtes EZG Jahna (GRUNEWALD u. a. 2007, geändert)	62
Tabelle 11: Modellierte N-Emissionen (Em) und -Immissionen (Im) als Fracht bzw. Konzentration je OWK und für gesamtes EZG Jahna (GRUNEWALD u. a. 2007, geändert)	63
Tabelle 12: Umfang der landwirtschaftlichen Nutzflächen in Gebietskulisse WRRL/ Hochwasserschutz 2007/08 im EZG Jahna	67
Tabelle 13: Größe der Wasserschutzgebiete und Umfang der landwirtschaftlichen Nutzung in den Wasserschutzgebieten nach Zonen und OWK im EZG Jahna	67
Tabelle 14: Kriterien zur Bestimmung der Maßnahmeziele	70
Tabelle 15: ENaWiL - Maßnahmen für Maßnahmeziel Verminderung der N-Einträge ins Grundwasser und Oberflächengewässer durch Auswaschung	75
Tabelle 16: ENaWiL - Maßnahmen für Maßnahmeziel Verminderung der P-Einträge ins Oberflächengewässer durch Abschwemmung	76
Tabelle 17: Ausgewählte Modellierungsergebnisse der Szenarienberechnungen mittels STOFFBILANZ für das EZG Jahna (GRUNEWALD u. a. 2007)	80
Tabelle 18: 10- und 20-jähriges Niederschlagsereignis in der Region Dresdner Elbtalgebiet.....	83
Tabelle 19: Modellierungsergebnisse des Gesamtsedimenteintrags und des Gesamtoberflächenabflusses der Einzelstarkregenereignisse und des Referenzjahres.....	90
Tabelle 20: Abschätzung des partikulären P-Eintrags in die Gewässer des EZG Jahna anhand des mit Erosion-3D ermittelten Sedimenteintrags	94

Tabelle 21: Vergleich der Erosionsergebnisse der Modelle STOFFBILANZ und Erosion-3D für das EZG Jahna (siehe auch Tabelle 19).....	95
Tabelle 22: Entscheidungsmatrix mit ermittelten Werten der Zielvariablen für die ausgewählten Maßnahmenzenarien im EZG Jahna.....	100
Tabelle 23: Entscheidungsmatrix mit ermittelten Werten der Zielvariablen für die ausgewählten Maßnahmenzenarien im OWK Mehltheuer Bach	101
Tabelle 24: Teilnutzwerte für die Zielvariablen der Maßnahmenzenarien für das EZG Jahna und den OWK Mehltheuer Bach.....	103
Tabelle 25: Digitale GIS-Datengrundlagen im Freistaat Sachsen	130
Tabelle 26: Abgeleitete digitale GIS-Daten im Freistaat Sachsen.....	131
Tabelle 27: Weitere Datengrundlagen im Freistaat Sachsen.....	132
Tabelle 28: Fläche und Einwohnerzahl der Gemeinden im EZG Jahna.....	133
Tabelle 29: Summe der jährlichen N- und P-Emissionen aus kommunalen Kläranlagen je OWK im EZG Jahna (GRUNEWALD u. a. 2007)	133
Tabelle 30: Inhalt der Maßnahmeberichte	135
Tabelle 31: Modellierungsergebnisse ausgewählter Szenarienberechnungen mittels STOFFBILANZ für das EZG Jahna (GRUNEWALD u. a. 2007).....	136
Tabelle 32: Niederschlagsereignisse des Referenzjahres der Subregion.....	138
Tabelle 33: Modellierungsergebnisse des Gesamtsedimenteintrags der einzelnen Niederschläge des Referenzjahres	148
Tabelle 34: Modellierungsergebnisse des Gesamtoberflächenabflusses der einzelnen Niederschläge des Referenzjahres	149

Abkürzungsverzeichnis

AbklärV	Klärschlammverordnung
AfL	Amt für Landwirtschaft (bis 31.07.2008)
AL	Ackerland
AMK	Agrarministerkonferenz
ATKIS DGM 25	Amtliches Topographisch-Kartographisches Informationssystem – Digitales Geländemodell 1:25.000
ATKIS DLM 25	Amtliches Topographisch-Kartographisches Informationssystem – Digitales Landschaftsmodell 1:25.000
BGR	Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe
BKG	Bundamt für Kartographie und Geodäsie
BKkonz	Bodenkonzeptkarte 1:50.000
BMELV	Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucher- schutz
BSB	Biochemischer Sauerstoffbedarf
BÜK200	Bodenübersichtskarte 1:200.000
CSB	chemischer Sauerstoffbedarf
Cyp-R	cyprinidengeprägten Gewässer des Rhithrals
DBU	Deutsche Bundesstiftung Umwelt
DDT	Dichlordiphenyltrichlorethan (Wirkstoff in Pflanzenschutzmitteln)
DSS	decision support system, Entscheidungshilfesystem
DVWK	Deutscher Verband für Wasserwirtschaft und Kulturbau e.V.
ELER	Europäischer Landwirtschaftsfonds für die Entwicklung des ländlichen Raums
EGFL	Europäischer Garantiefonds für die Landwirtschaft
ENaWIL	Entscheidungshilfe zu stofflichen und physikalischen Vorsorgemaßnah- men zum Natur- und Wasserschutz in der Landwirtschaft
EP	Gewässer des Epipotamals
EPLR	Entwicklungsprogramm für den ländlichen Raum
ER	Erhaltung genetischer Ressourcen
EZG	Einzugsgebiet
FAL	Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft
FAPRI	Food and Agricultural Policy Research Institute
FFH	Flora-Fauna-Habitatrichtlinie
FuE	Forschung und Entwicklung
GALF bR	Gesellschaft für Angewandte Landschaftsforschung bR
GAP	Gemeinsame Agrarpolitik
GIS	Geographisches Informationssystem
GL	Grünland

GWK	Grundwasserkörper
InVeKoS	Integriertes Verwaltungs- und Kontrollsystem
k. A.	keine Angabe
kons. BB	konservierende Bodenbearbeitung
KULAP	Extensive Grünlandwirtschaft
LAWA	Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Wasser
LfL	Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft
LfUG	Sächsisches Landesamt für Umwelt und Geologie (bis 31.07.2008)
LfULG	Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie (ab 01.08.2008)
LTV	Landestalsperrenverwaltung
LVAS	Landesvermessungsamt Sachsen
MCPA	4-Chlor-2-Methylphenoxyessigsäure (Wirkstoff in Pflanzenschutzmitteln)
MRK	karbonatisch-rhithral geprägte Fließgewässer der Mittelgebirge u. (Vor-) Alpen
MP	potamal geprägte Fließgewässer der Mittelgebirge und (Vor-) Alpen
N	Stickstoff
N ₂	Distickstoff
N ₂ O	Stickstoffdioxid
Nan-Adrän	Stickstoff im Dränabfluss
Nan-Ag	Stickstoff im Basisabfluss
Nan-Ao	Stickstoff im Oberflächenabfluss
Nan-Az	Stickstoff im Zwischenabfluss
Nges	Gesamtstickstoff
Npart	partikulärer Stickstoff
NH ₃ -N	Ammoniumstickstoff
NH ₄ -N	Ammoniakstickstoff
NO ₂ -N	Nitritstickstoff
NO ₃ -N	Nitratstickstoff
NAK	Naturschutz und Erhalt der Kulturlandschaft
N _{min}	mineralischer Stickstoff
N-austr.	Stickstoffaustrag
Npart	partikulärer Stickstoff
OECD	Organisation for Economic Co-operation and Development
OW	Orientierungswert
OWK	Oberflächenwasserkörper
P	Phosphor
P-Adrän	Phosphor im Dränabfluss
P-Ag	Phosphor im Basisabfluss
P-Ao	Phosphor im Oberflächenabfluss

P-Az	Phosphor im Zwischenabfluss
P _{cal}	Calcium-Acetat-Lactat-lösliche P-Fraktion
P _{ges}	Gesamtphosphor
P _{part}	partikulärer Phosphor
PflSchG	Pflanzenschutzgesetz
QN	Qualitätsnorm
Sa-ER	salmonidengeprägte Gewässer des Epirhithrals
Sa-HR	salmonidengeprägte Gewässer des Hyporhithrals
Sa-MR	salmonidengeprägte Gewässer des Metarhithrals
SG	Sommergetreide
SGK	Strukturgüteklasse
SHF	Sedimenthauptlieferfläche
SMUL	Sächsisches Staatsministerium für Umwelt und Landwirtschaft
TN _k	kleine Niederungsfließgewässer des Norddeutschen Tieflandes
TN _m	mittelgroße Niederungsfließgewässer des Norddeutschen Tieflandes
TOC	Total Organic Carbon
TP	Total P, Gesamtphosphor
TR	rhithral geprägte Fließgewässer des Norddeutschen Tieflandes
u. a.	unter anderem
UFB	Umweltfachbereich
UA	Umweltgerechter Ackerbau
UA-ZF II	Umweltgerechter Ackerbau – Zusatzförderung II
UGA	Umweltgerechter Gartenbau, Weinbau und Hopfenanbau
UL	Umweltgerechte Landwirtschaft
UMK	Umweltministerkonferenz
ü. NN	über Normalnull
VLK	Verband der Landwirtschaftskammern e.V.
WRRL	EG-Wasserrahmenrichtlinie
WTO	World Trade Organisation, Welthandelsorganisation

1 Einleitung

Die im Jahre 2000 in Kraft gesetzte EG-Wasserrahmenrichtlinie (WRRL) fordert eine wasserwirtschaftliche Planung von gesamten, meist mehrere 1.000 km² großen Einzugsgebieten als Bewirtschaftungseinheiten. Im Sinne einer abgestimmten und zielgerichteten Fachplanung und deren nachfolgender Umsetzung ist hierfür die fach- und gebietsübergreifende Zusammenarbeit von Behörden, Verbänden, Akteuren (z. B. aus der Land-, Wasserwirtschaft, Industrie) und anderen Beteiligten auf Einzugsgebietsebene notwendig. Unter Einbeziehung der Wünsche verschiedener Interessengruppen ist in der Regel jedoch die Erarbeitung der besten Lösung für die Gewässerschonende Bewirtschaftung eines Einzugsgebietes problematisch. Ein Lösungsansatz bietet die Anwendung eines Entscheidungshilfesystems (Decision support system [DSS]), welches die an der Fachplanung beteiligten Akteure technisch und fachlich unterstützt.

1.1 Projekthintergrund – wsm300

Von 2002 bis 2005 wurde unter Mitwirkung der Sächsischen Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL) das DBU-Verbundprojekt „Verbesserte Ansätze für Wasser- und Stoffstrommanagement in intensiv genutzten kleinen Einzugsgebieten (Kurztitel wsm300)“ durchgeführt. Es wurde eine Methodik erarbeitet und in ein Entscheidungshilfesystem umgesetzt, mit dessen Hilfe die Effektivität und Effizienz der integrierten wasserwirtschaftlichen Planung und Entscheidungsfindung in Einzugsgebieten bis zu einer Größe von 300 km² verbessert werden kann. Nutzer des DSS sollen Entscheidungsträger der Wasser-, Land- und Forstwirtschaft sowie Ingenieurbüros sein, die sich mit der Managementplanung in Einzugsgebieten beschäftigen.

Ausgangspunkt des Projektes wsm300 war die Annahme, dass eine integrierte Planung von der Ebene des Flussgebietsmanagements auf die Ebene kleiner Einzugsgebiete (bis 300 km²) heruntergebrochen werden muss, da hier die Umsetzung konkreter Maßnahmen erfolgt (THIEL & SCHMIDT 2006). Weiterer Anlass des Projektes war die These, dass zwar bereits zahlreiche innovative und bewährte Maßnahmen zum Gewässerschutz sowie Verfahren und Modelle zu deren Wirkungsabschätzung existieren, jedoch aufgrund von komplexen Ursache-Wirkungs-Geflechten und unterschiedlicher Ansichten und Meinungen der Akteure und Interessengruppen im Einzugsgebiet eine integrierte Planung notwendig ist, zu der bislang entsprechende Werkzeuge fehlten (LEICHTFUß u. a. 2006, THIEL & SCHMIDT 2006).

Die „verbesserten Ansätze“ des Projektes wsm300 beruhen in der systematischen Strukturierung des Entscheidungsprozesses durch die Erarbeitung eines methodischen und technischen Rahmens zur Entscheidungsfindung (LEICHTFUß u. a. 2006). Dieser umfasst neben der Etablierung eines Gewässerbeirates die Definition von Zielvariablen, die Formulierung von Maßnahmenvarianten, die Wirkungsabschätzung von Maßnahmen mittels Modellen und Verfahren sowie die vergleichende Bewertung von Maßnahmenvarianten anhand von multikriteriellen Bewertungsverfahren. Im Rahmen des Vorhabens wurden hierzu umfassende Kataloge mit Zielvariablen sowie technischen und strukturellen Maßnahmen für die Erstellung von Planungsalternativen aufgestellt und mit

Hilfe geeigneter Computermodelle die Auswirkungen ausgewählter Maßnahmen simuliert. Zentrale Komponente der Methodik und des DSS stellt die Entscheidungsmatrix (Abbildung 1) dar, die die Modellergebnisse der verschiedenen Maßnahmen und die interessierenden Zielvariablen enthält und auf deren Basis die Planungsalternativen mit Hilfe der multikriteriellen Analyse bewertet wurden. Die umfangreichen Untersuchungen und Präsentationen wurden mit Hilfe eines modular aufgebauten Entscheidungshilfesystems durchgeführt, welches keine eigenständige Programmanwendung darstellt, sondern sich aus verschiedenen Software-Komponenten und Werkzeugen (u. a. GIS, Zeitreihenmanagement, Entscheidungsmatrix) zur Erfassung, Verarbeitung und Kommunikation von Informationen zusammensetzt und insbesondere zur Bereitstellung entscheidungsrelevanter Informationen dient.

Die Entwicklung und Verifizierung der Methodik und Werkzeuge erfolgten anhand drei verschiedener Fallstudien: des urban geprägten Einzugsgebiets der Panke nordöstlich von Berlin, des dicht besiedelten und vielfältig genutzten Einzugsgebiets der Modau in Südhessen und des vorwiegend landwirtschaftlich genutzten Einzugsgebiets der Trinkwassertalsperre Saidenbach in Sachsen.

Ausführliche Informationen zum Projekt sind in LEICHTFUß u. a. (2006) und THIEL & SCHMIDT (2006) sowie unter <http://www.wsm300.de/> zu finden.

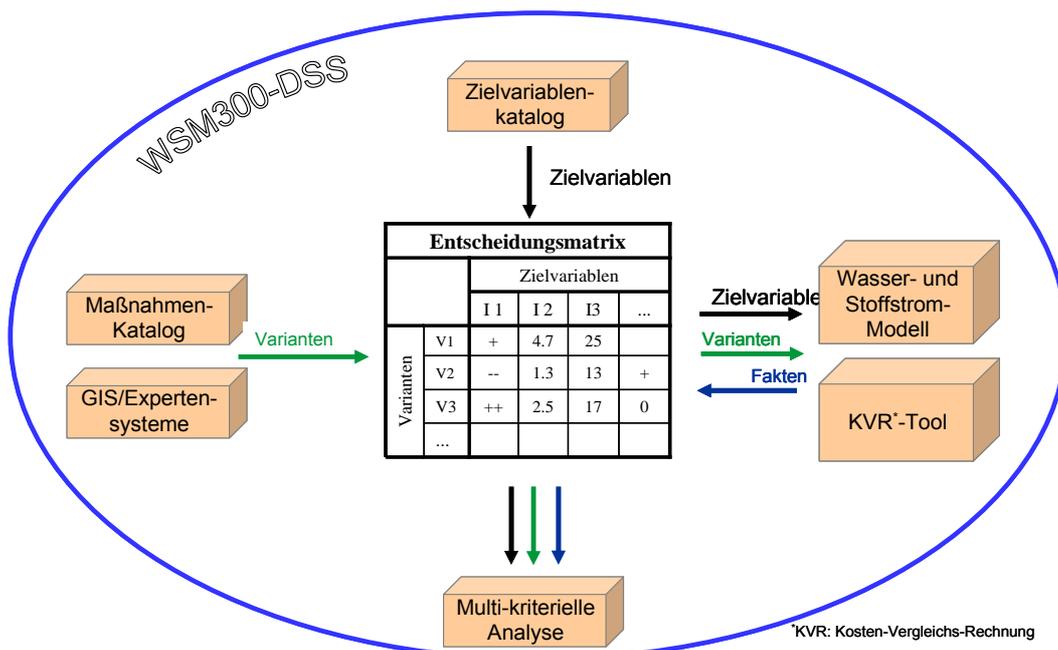


Abbildung 1: Struktur des wsm300-Entscheidungshilfesystems (THIEL & SCHMIDT 2006)

1.2 Ziel- und Aufgabenstellung

Im Rahmen des von September 2006 bis Oktober 2008 laufenden Projektes sollte das Entscheidungshilfesystem wsm300 in Sachsen exemplarisch angewendet und erprobt werden. Ziel war die

Implementierung des DSS wsm300 mit seinen verschiedenen Werkzeugen zur fachübergreifenden Entwicklung und Umsetzung von Bewirtschaftungsplänen auf Einzugsgebietsebene durch sächsische Fachbehörden (z. B. LfJLG, LTV).

Ausgehend von der übergeordneten Zielstellung ergaben sich hinsichtlich der Herangehensweise folgende Arbeitsschritte bzw. Aufgabenschwerpunkte:

- Auswahl eines zu bearbeitenden Flusseinzugsgebietes (gemeinsam mit Fachbehörden),
- Schaffung eines Gewässer- bzw. Projektbeirates (gebildet aus den für die Fachplanung zuständigen Fachbehörden und Akteuren aus dem Einzugsgebiet),
- Recherche und Zusammenstellung verfügbarer digitaler und analoger Daten, Karten und Fachinformationen für die Bewirtschaftungsplanung auf Einzugsgebietsebene,
- Definition von Belastungen und Problembereichen im Einzugsgebiet sowie deren Ursachen (Ist-Zustands- und Ursachenanalyse),
- Festlegung von Zielvariablen durch den Projektbeirat und Ermittlung der Defizite als Differenz von Umweltzielen und Ist-Zustand,
- Auswahl und Definition von Maßnahmen (aus Maßnahmenkatalog),
- Abschätzung der Wirksamkeit von Maßnahmen mit Hilfe spezifischer, vorab vom Projektbeirat ausgewählter Stoff- und Wasserhaushalts- sowie Erosionsmodelle bzw. Schätzverfahren,
- vergleichende Bewertung der Maßnahmen mit Hilfe eines multikriteriellen Bewertungsverfahrens,
- Vorschläge für die Umsetzung ausgewählter bzw. festgelegter Maßnahmen.

Obwohl beim Einzugsgebietsmanagement in der Regel verschiedene Nutzungsinteressen (Wasserwirtschaft, Landwirtschaft, Forstwirtschaft, Siedlungen, Industrie) betroffen sind und auch das DSS im Projekt wsm300 für mehrere Bereiche angewendet wurde, standen im Rahmen dieses Projektes landwirtschaftliche Aspekte und Maßnahmen im Vordergrund. Das Projekt sollte der zukünftigen stärkeren Einbeziehung und aktiven Mitwirkung der Landwirtschaft an der Bewirtschaftungsplanung von Einzugsgebieten dienen. Ziel des Projektes war die Erstellung eines Leitfadens für die Erarbeitung von landwirtschaftlichen Maßnahmenplänen und deren Umsetzung auf Einzugsgebietsebene. Die Ergebnisse des Projektes können unter anderem genutzt werden zur:

- dauerhaften Implementierung eines Entscheidungshilfesystems und seiner Werkzeuge in die Arbeit der Fachbehörden in Sachsen zur gemeinsamen Bearbeitung von Planungsaufgaben, z. B. im Rahmen der Umsetzung der WRRL,
- Unterstützung der Fachbehörden bei der Ermittlung von wirksamen, praktikablen und von Betroffenen auch akzeptierten Maßnahmen, z. B. bei der Umsetzung der WRRL
- Unterstützung der Fachbehörden bei der Bewertung vorgesehener oder bereits festgelegter Bewirtschaftungsprogramme in Einzugsgebieten,
- Unterstützung der Fachbehörden bei der Abschätzung der wirtschaftlichen Auswirkungen von Bewirtschaftungsmaßnahmen.

Als Untersuchungsgebiet wurde das Einzugsgebiet der Jahna ausgewählt. Gründe hierfür waren die überwiegend landwirtschaftliche Nutzung des Einzugsgebietes sowie die vorhandenen stofflichen Belastungen der Jahna und ihrer Zuflüsse. Außerdem lagen zum Untersuchungsgebiet zahlreiche Forschungsergebnisse vor.

2 Gewässerzustand und Einzugsgebietsmanagement – Die WRRL und die Rolle der Landwirtschaft

2.1 WRRL – Inhalte und Anforderungen

Bis in die 1980er-Jahre war in Deutschland und anderen europäischen Staaten infolge anthropogen bedingter Nähr- und Schadstoffeinträge eine stetige Verschlechterung der Wasserqualität von Oberflächengewässern und vom Grundwasser zu verzeichnen, die sich auf den Zustand der angrenzenden Meere auswirkte. In den letzten Jahrzehnten wurden vielfältige nationale und internationale Anstrengungen unternommen, die Gewässerbelastungen nachhaltig zu verringern, da Wasser die Lebensgrundlage des Menschen darstellt. Beispiele hierfür sind die Arbeitsgemeinschaft Elbe (ARGE-Elbe), die Internationale Kommission zum Schutz des Rheins (IKSR) sowie die Meereschutz-Konventionen OSPAR und HELCOM.

Die am 22.12.2000 in Kraft getretene EG-Wasserrahmenrichtlinie (WRRL) ist die erste europäische Richtlinie, die einen umfassenden und kohärenten Schutz für das Gut Wasser vorsieht (<http://www.umwelt.sachsen.de/umwelt/wasser/75.htm>). Ziel der Richtlinie ist nach Artikel 1 und 4 (RL 2000/60/EG) die Schaffung eines Ordnungsrahmens für den Schutz von Binnen-, Übergangs- und Küstengewässern sowie des Grundwassers zwecks der Erreichung des guten Zustands aller natürlichen Gewässer und des guten Potenzials aller ausgewiesenen künstlich oder erheblich veränderten Gewässer bis zum Jahr 2015. Unter bestimmten Bedingungen können als Ausnahmeregelungen die Fristen zur stufenweisen Reduzierung der Gewässerbelastungen bis 2027 verlängert oder weniger strenge Umweltziele definiert werden. Folgende Erneuerungen bzw. Veränderungen hat die Wasserrahmenrichtlinie gegenüber der vorherigen deutschen Wasserpolitik gebracht:

- räumliche Ausrichtung an Flussgebietseinheiten,
- integrierter Ansatz unter Einbeziehung von punktuellen und diffusen Belastungen,
- kostendeckende Wasserversorgung bis 2010,
- technischer Standard der Abwasserreinigung entsprechend den besten verfügbaren Technologien.

Die in der Regel sehr großen Flussgebietseinheiten (z. B. Elbe 148.000 km²) werden zur überregionalen Koordination der Aufstellung und Umsetzung der Maßnahmenprogramme in Koordinierungs- und Bearbeitungsräume gegliedert. Sachsen wurde in zehn hydrologisch abgegrenzte Bearbeitungsgebiete unterteilt, wovon neun zum Einzugsgebiet der Elbe gehören. Die eigentliche Bewertung und Bewirtschaftung der Gewässer wird jedoch in den Wasserkörpern durchgeführt. Die Oberflächen- (OWK) und Grundwasserkörper (GWK) stellen die kleinste räumliche Bezugseinheit der WRRL dar und werden nach hydrologischen bzw. hydrogeologischen Kriterien eingeteilt.

Die *rechtliche Umsetzung* der WRRL erfolgte auf nationaler Ebene durch die Novellierung des deutschen Wasserhaushaltsgesetzes (WHG) im Jahr 2002 und auf Länderebene durch die Novellierung des Sächsischen Wassergesetzes (SächsWG) im Jahr 2004. Darüber hinaus trat 2004 die Sächsische Wasserrahmenrichtlinienverordnung (SächsWRRLVO) in Kraft, die detaillierte inhaltliche Vorgaben zur WRRL enthält.

Die *fachliche Umsetzung* der WRRL erfolgt in festgelegten Zeitabschnitten. Nach dem Inkrafttreten der Richtlinie im Dezember 2000 wurde bis 12/2004 die Bestandsaufnahme der Gewässerbelastungen mit der Beurteilung der Zielerreichung durchgeführt und anschließend bis 12/2006 die Monitoringprogramme zur Überwachung der Gewässer eingerichtet. Bis 12/2009 werden die Bewirtschaftungspläne für die Flussgebietseinheiten erstellt. Deren Maßnahmenprogramme sollen bis 12/2012 umgesetzt werden, sodass bis Ende 2015 der gute Zustand erreicht wird.

Die **Bewirtschaftungspläne** (RL 2000/60/EG, Art. 13) stellen die zentralen Instrumente bei der künftigen Flussgebietsbewirtschaftung nach WRRL dar und sind nach ihrer Veröffentlichung für alle Behörden verbindlich. Sie fassen alle für den Bezugsraum wesentlichen Informationen zusammen und sind besonders für die Kommunikation aller wasserwirtschaftlichen Aktivitäten im Rahmen der WRRL gegenüber der Europäischen Kommission und der Öffentlichkeit von Bedeutung. Die Bewirtschaftungspläne sind grenzüberschreitend zu koordinieren und werden spätestens alle sechs Jahre angepasst und fortgeschrieben.

Ein zentraler Bestandteil der Bewirtschaftungspläne sind die Maßnahmenprogramme mit den ‚grundlegenden‘ und gegebenenfalls ‚ergänzenden‘ Maßnahmen. ‚Grundlegende‘ Maßnahmen sind rechtliche und inhaltliche Umsetzungen bereits bestehender gemeinschaftlicher Wasserschutzvorschriften in Bundes- und/oder Landesrecht und stellen nach Art. 11 (3) der WRRL (RL 2000/60/EG) zu erfüllende Mindestanforderungen dar, die verbindlich umzusetzen sind. Dazu gehören u. a. europäische Gesetze sowie Richtlinien zum Schutz des Wassers, wie z. B. die Nitrat- und Trinkwasserrichtlinie (Anh. VI Teil A), und deren Umsetzungen in deutsches Recht. ‚Ergänzende‘ Maßnahmen (RL 2000/60/EG, Art. 11 (4)) sind rechtliche, administrative und wirtschaftliche Instrumente, die ergriffen werden können, um die Umweltziele zu erfüllen. Anh. VI, Teil B der WRRL enthält eine vorläufige Liste von ergänzenden Maßnahmen, z. B. Fortbildungsmaßnahmen sowie Forschungs-, Entwicklungs- und Demonstrationsvorhaben.

Die Öffentlichkeit ist nach Art. 14, WRRL (RL 2000/60/EG) bei der Aufstellung, Überprüfung und Aktualisierung der Bewirtschaftungspläne einzubeziehen, um die Transparenz und Akzeptanz bei der Umsetzung der Richtlinie zu erhöhen. Zur Öffentlichkeitsarbeit in Sachsen zählen hierzu neben verschiedenen Publikationen und Informationsmaterialien u. a. der WRRL-Beirat im Sächsischen Staatsministerium für Umwelt und Landwirtschaft (SMUL) mit Vertretern der wichtigsten sächsischen Interessengruppen und Verbände, die regionalen Gewässerforen zur Dialogförderung zwischen den Beteiligten und deren Information zu aktuellen Themen zur WRRL-Umsetzung sowie die

Sächsischen Gewässertage der Sächsischen Landesstiftung für Natur und Umwelt mit fachspezifischen Themen zum Gewässerschutz.

Im Freistaat Sachsen ist das SMUL die federführende Behörde bei der Umsetzung der WRRL. Die fachliche Umsetzung obliegt hauptsächlich dem LfULG in Zuständigkeit für die Erstellung der sächsischen Beiträge zu den Bewirtschaftungsplänen und Maßnahmenprogrammen der Flussgebiets-einheiten Elbe und Oder. Hierbei wird das LfULG durch die Mitwirkung weiterer sächsischer Fachbehörden (z.B. LTV) unterstützt. Die Umsetzung der WRRL im behördlichen Vollzug vor Ort ist Aufgabe der sächsischen Landesdirektionen, Landkreise bzw. kreisfreien Städte.

2.2 Einfluss der Landwirtschaft auf den Gewässerzustand

In der Landwirtschaft wird zur Gewinnung von pflanzlichen und tierischen Erzeugnissen der Boden als wichtigster Produktionsfaktor genutzt. Die landwirtschaftliche Nutzung des Bodens kann, wie nachfolgend aufgezeigt wird, mit negativen Auswirkungen auf den Zustand von Gewässern verbunden sein. Wichtig für die landwirtschaftliche Produktion sind neben dem Boden insbesondere der Einsatz von Dünge- und Pflanzenschutzmittel, auf die nachfolgend näher eingegangen wird.

Boden und Sediment: Landwirtschaftlich genutzte Böden werden üblicherweise regelmäßig bearbeitet. Die Bodenbearbeitung dient u. a. der Einmischung von Ernteresten und organischen Düngern, der Beseitigung von Struktur- und Spurschäden, zur Bereitung eines optimalen Saatbettes sowie zur mechanischen Bekämpfung von Unkräutern, Ungräsern, Schädlingen und Krankheitserregern (KREITMAYR & BAUER 2006). Der konventionelle Einsatz des Pfluges, mit dem der Boden bis zu einer Tiefe von ca. 25 cm gewendet wird, bewirkt eine schnellere Bodenerwärmung und damit einhergehend eine raschere N-Nachlieferung im Frühjahr sowie eine bessere Nährstoff- und Humusverteilung im Wurzelraum (KREITMAYR & BAUER 2006). Nachteile einer intensiven Bodenbearbeitung sind neben einem hohen Zeit- und Kostenfaktor die Zerstörung der Bodenaggregate, die Störung des Bodenlebens, der verstärkte Humusabbau und die verminderte Tragfähigkeit. Diese veränderten physikalischen und chemischen Bodeneigenschaften können in Kombination mit einer geringen bzw. zeitweise fehlenden Bodenbedeckung verstärkt zur Bodenerosion führen, was nicht nur die Verminderung der Ertragsfähigkeit und eine geringere Ausnutzung der eingesetzten Produktionsmittel, sondern auch einen erhöhten Sedimenteintrag in nahe gelegene Gewässer zur Folge haben kann. Dieser wirkt sich direkt auf die Gewässerstruktur und -biozönose aus, z. B. durch die Verschlammung bzw. Versandung der als Lebensraum für Tiere und Pflanzen dienenden Gewässersohle oder durch die zur Einschränkung der Photosynthese der Unterwasserpflanzen führenden Wassertrübung (LANDESAMT FÜR NATUR UND UMWELT DES LANDES SCHLESWIG-HOLSTEIN 2005, LANDESUMWELTAMT NORDRHEIN-WESTFALEN 1999). Die eingebrachten Sedimente können den Gewässerzustand direkt aber auch indirekt durch die an ihnen gebundenen Nähr- und Schadstoffe beeinflussen.

Nährstoffe: Pflanzen benötigen für ihr Wachstum Nährstoffe, die sie vor allem durch ihre Wurzeln aus dem Boden aufnehmen. Durch die Ernte der Pflanzen wird die organische Substanz mit den darin eingeschlossenen Nährstoffen bis auf die Ernterückstände dem Stoffkreislauf des Bodens entzogen. Damit keine Nährstoffunterversorgung und dadurch bedingte Ertragsminderung auftritt, werden auf landwirtschaftlich genutzten Böden nach Ermittlung des erforderlichen Bedarfs Nährstoffe in Form von mineralischen oder organischen Düngemitteln ausgebracht. Werden dem Boden jedoch mehr Nährstoffe zugeführt als von den angebauten Kulturarten und den Mikroorganismen im Boden aufgenommen werden können, kann es zum erhöhten Nährstoffaustrag aus dem Boden und damit einhergehend zu einem erhöhten Eintrag in die Gewässer kommen. Erhöhte Nährstoffeinträge in die Gewässer führen zur Eutrophierung und dadurch zur Verschlechterung des Gewässerzustands (FREDE & DABBERT 1998). Eine Gewässerbelastung wird vor allem durch die Hauptnährstoffe Stickstoff und Phosphor verursacht.

Stickstoff (N): Pflanzen nehmen vorrangig anorganische N-Verbindungen wie Nitrat und Ammonium auf. Da diese gut wasserlöslich sind, können sie aus dem Boden besonders schnell aufgenommen werden. Aufgrund der guten Wasserlöslichkeit besteht aber vor allem für Nitrat ein Auswaschungsrisiko ins Grundwasser, insbesondere während der Vegetationsruhe in der winterlichen Hauptsickerungsphase. Der Großteil des Stickstoffs im Boden (>90 %) ist organisch gebunden (u. a. in Aminosäuren, -zucker, Amiden und heterozyklischen N-Verbindungen) und deshalb nicht pflanzenverfügbar und mobil. Der N-Gehalt des Bodens steht somit in enger Beziehung zur organischen Substanz (Humus). Organische N-Verbindungen werden im Boden mikrobiell zu Ammonium abgebaut (Mineralisierung) und dann weiter zu Nitrat oxidiert (Nitrifikation). N-Verluste treten im Boden neben dem Entzug durch Pflanzen und Mikroorganismen (Immobilisierung) und der Auswaschung von Nitrat ins Grundwasser durch den Abbau von Nitrat zu gasförmigen Verbindungen (N_2 und N_2O) durch Mikroorganismen (Denitrifikation) und die Ammoniakverflüchtigung insbesondere in kalkhaltigen Böden nach Gülleausbringung auf. Neben dem Verbleib von Ernterückständen auf dem Acker und der Ausbringung von mineralischen und organischen Düngemitteln erhalten landwirtschaftlich genutzte Böden außerdem eine N-Zufuhr durch die Deposition von N-Verbindungen aus der Atmosphäre (Immission) sowie durch die symbiotische und asymbiotische N-Fixierung. Als mögliche Gewässer belastende N-Eintragspfade sind folglich die Auswaschung des wasserlöslichen Nitrats ins Grundwasser bzw. über Dränagen und den Zwischenabfluss in Oberflächengewässer und die Deposition von N-Verbindungen aus der Atmosphäre zu nennen (HEGE u. a. 2006, DVWK 1994, FREDE & DABBERT 1998, SCHEFFER & SCHACHTSCHABEL 2002).

Phosphor (P): Im Gegensatz zu Stickstoff, der kaum geogen vorkommt, stellen die Gesteine den größten globalen P-Speicher dar. Durch deren Verwitterung wird Phosphor mobilisiert und in den globalen Kreislauf eingetragen. Im Boden liegt Phosphor aufgrund seiner hohen Affinität zu stark elektrophilen Kationen (wie Fe^{3+} , Al^{3+} , Ca^{2+}) selten in gelöster, sondern überwiegend in gebundener Form vor. Neben Phosphatmineralen und anorganischen Phosphaten (z. B. Apatit) kommt Phosphor im Boden organisch in Phytaten, Nukleinsäuren, P-Proteinen, Phospholipiden und Mikroorga-

nismen sowie als sorbiertes Phosphat vor allem an Partikeloberflächen von Fe-Oxiden, Allophanen und Schichtsilikaten sowie der organischen Substanz vor. Der P-Gehalt von landwirtschaftlichen Böden wird neben dem Ausgangsgestein ebenso wie der N-Gehalt durch Ein- und Austräge bestimmt. Eine P-Zufuhr von außen erfolgt insbesondere durch die mineralische und organische Düngung, aber auch durch die atmosphärische Deposition von z. B. Boden- und Staubpartikeln. Zu den P-Verlusten zählen neben dem Entzug durch Pflanzen und Bodenorganismen Erosions- und Abschwemmungsprozesse. Der durch Erosion und Abschwemmung verursachte laterale Austrag von vor allem partikulärem, aber auch gelöstem Phosphor im Oberflächenabfluss stellt in der Regel den bedeutendsten landwirtschaftlichen P-Eintragspfad in die Gewässer dar. Durch die starke Bindungsneigung von Phosphor nehmen die P-Gehalte mit zunehmender Bodentiefe in der Regel rasch bis auf die Hintergrundwerte ab, sodass eine Auswaschungsgefahr nur unter bestimmten Bedingungen (hohe P-Sättigung, hohe Grundwasserstände, sorptionsschwache Böden) besteht (SCHEFFER & SCHACHTSCHABEL 2002, FREDE & DABBERT 1998, MÜLLER 1989, TISCHNER 2000, FIEDLER 1990, RÖMER 1998 und 2000).

Pflanzenschutzmittel: Ziele des Einsatzes von Pflanzenschutzmitteln in der Landwirtschaft sind nach TISCHNER (2006) der Schutz vor Ertragsverlusten und die Sicherung der Erntegutqualität sowie arbeitstechnische Einsparungen. Nach Pflanzenschutzgesetz (PflSchG) hat der Pflanzenschutz integriert zu erfolgen. Neben den bevorzugt anzuwendenden mechanischen und biologischen Verfahren kommen beim Integrierten Pflanzenschutz bei der Bekämpfung von Schädlingen, Krankheiten und Unkräutern auch chemische Pflanzenschutzmittel wie Herbizide, Fungizide und Insektizide, zum Einsatz. Ziel des Integrierten Pflanzenschutzes ist es, die Anwendung chemischer Pflanzenschutzmaßnahmen auf das notwendige Maß zu beschränken (z. B. durch Schadschwellenprinzip) (TISCHNER 2006). Die heute zugelassenen chemischen Pflanzenschutzmittel werden im Vergleich zu früher häufig verwendeten persistenten Mitteln relativ rasch durch physikalische, chemische und biologische Vorgänge umgewandelt oder vollständig abgebaut. Eine unsachgemäße Anwendung von chemischen Pflanzenschutzmitteln kann jedoch nach TISCHNER (2006) u. a. zu unzulässigen Rückständen in den Ernteprodukten, zum Auftreten resistenter Schädlinge, Krankheiten oder Unkräuter oder zur Massenvermehrung von Schadorganismen durch das Ausschalten von natürlichen Gegenspielern führen. Darüber hinaus können sie bei einer Verfrachtung durch Erosions-, Abschwemmungs-, Auswaschungs- oder Abdriftprozessen bereits in geringen Konzentrationen toxisch auf Nichtzielorganismen wirken und Pflanzen und Tiere im Boden, Wasser und Luft schädigen und das Trinkwasser verunreinigen (BALSIGER 2004, SCHEFFER & SCHACHTSCHABEL 2002). Deshalb werden chemische Pflanzenschutzmittel gemäß WRRL häufig als prioritär gefährliche Stoffe eingestuft.

Neben den Stoffausträgen aus landwirtschaftlich genutzten Böden können auch landwirtschaftliche Direkteinträge z. B. von Hofflächen, beim Weiden entlang von Gewässern sowie durch Abdrift beim Düng- und Pflanzenschutzmitteleinsatz entlang von Gewässern zur Gewässerbelastung beitragen (SCHMID & PRASUHN 2000).

Stoffverlagerungen sind natürliche Prozesse. Die Intensivierung der Landwirtschaft nach dem Zweiten Weltkrieg u. a. durch einen gesteigerten Nährstoff- und Pflanzenschutzmitteleinsatz führte jedoch zu erhöhten, die Umwelt belastenden Stoffanreicherungen und -verfrachtungen (FREDE & DABBERT 1998). Seit Beginn der 1990er-Jahre wurden auch im Bereich Landwirtschaft verstärkt Vorschriften und Gesetze (z. B. Pflanzenschutzgesetz, Düngeverordnung) zur Verminderung der Umweltbeeinträchtigungen erlassen, deren Grundsätze (= gute fachliche Praxis) vom Landwirt verpflichtend einzuhalten sind. Der Landwirtschaft kommt bei der Umsetzung der WRRL eine zentrale Rolle zu. Zum einen stellt sie häufig den größten Flächennutzer dar. Zum anderen sind die diffusen Stoffeinträge, zu denen die landwirtschaftlichen zählen, in den vergangenen Jahren weniger gesunken als die punktuellen Stoffeinträge, sodass deren Anteil an der Gesamtbelastung gestiegen ist (FREDE & DABBERT 1998).

Die Landwirtschaft kann auch die Gewässerstruktur beeinflussen. Neben den bereits erwähnten negativen Auswirkungen auf die Gewässersohle durch einen erhöhten Sedimenteintrag kann eine bis an die Ufer heranreichende Bewirtschaftung zu fehlenden naturnahen Uferstrukturen führen. Negative Effekte sind auch durch Entwässerung möglich.

2.3 Methodik zur Erstellung von Managementplänen für Einzugsgebiete

Die projektbezogene Herangehensweise bei der Erstellung von Managementplänen auf Einzugsgebietsebene erfolgte in Anlehnung an das Projekt wsm300 (LEICHTFUß u. a. 2006) und den sächsischen Entwurf der Bewirtschaftungsplanung gemäß den Anforderungen der WRRL (LfULG 2007a; RL 2000/60/EG). Abbildung 2 zeigt ein vereinfachtes Schema des komplexen methodischen Ablaufes der Bewirtschaftungsplanerstellung.

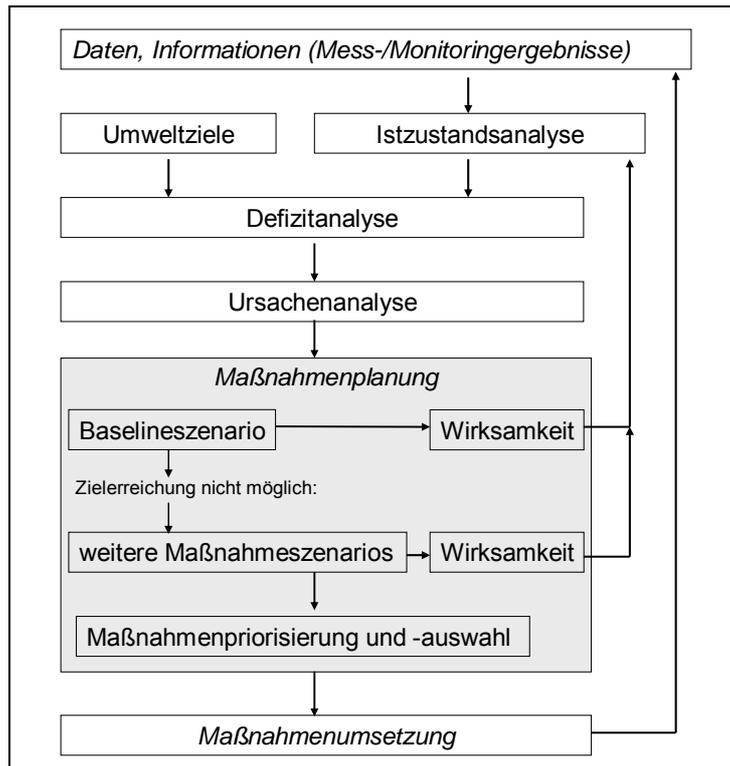


Abbildung 2: Schema des methodischen Ablaufs der Erstellung von Managementplänen

Zur Erstellung von Maßnahmen- und Bewirtschaftungsplänen sind Informationen und Monitoringdaten aus dem Einzugsgebiet notwendig, die zu Beginn recherchiert, zusammengestellt bzw. gegebenenfalls noch erhoben werden müssen (Kapitel 3). Die Daten und Informationen zum Untersuchungsgebiet dienen als Grundlage zur Analyse des Ist-Zustands im Einzugsgebiet und der Identifikation von signifikanten Belastungen (Kapitel 4). Danach anschließend erfolgt die Defizitanalyse (Kapitel 5), bei der die Belastungen mit den durch die WRRL vorgegebenen oder einzugsgebietsbezogen festgelegten Umweltzielen verglichen werden. Treten Defizite auf, müssen vor der Maßnahmenplanung mit Hilfe von Expertenwissen oder Modellen die Verursacher der Belastungen identifiziert werden (Kapitel 6).

Im Rahmen der Maßnahmenplanung (Kapitel 7), bei der die Öffentlichkeit einzubeziehen ist, erfolgt unter Berücksichtigung bereits umgesetzter und geplanter Maßnahmen sowie von Entwicklungstrends und Rahmenbedingungen zuerst die Definition des Baselineszenarios, welches im Sinne der WRRL die laufenden bzw. verbindlich geplanten grundlegend obligatorischen Maßnahmen nach Artikel 11(3)a) und Anhang VI, Teil A, WRRL beinhaltet. Für das Baselineszenario wird mit Hilfe von Expertenwissen oder Modellen eine Abschätzung der Wirksamkeit von Maßnahmen verbunden mit der Einschätzung der Zielerreichung durchgeführt. Ist die Zielerreichung durch die grundlegenden Baseline-Maßnahmen nicht möglich, müssen weitere verursacherbezogene Maßnahmeszenarien erstellt werden, für die ebenfalls deren Wirksamkeit und Zielerreichung abgeschätzt werden.

Unter Berücksichtigung der Wirksamkeit, der Kosten und gegebenenfalls weiterer relevanter Parameter wird anschließend mit Hilfe von geeigneten multikriteriellen Bewertungsverfahren (z. B. Nutzwertanalyse) die Maßnahmenauswahl und -priorisierung erfolgen. Ist zu vermuten, dass trotz weiterer Maßnahmen die Umweltziele nicht erreicht werden können, müssen weniger strenge Umweltziele oder eine Fristverlängerung angestrebt werden. Nach der Maßnahmenplanung erfolgt die Umsetzung der Maßnahmen im Einzugsgebiet (Kapitel 8), deren Wirksamkeit durch das Monitoring kontrolliert wird.

3 Datengrundlagen und -verfügbarkeit

Die Erstellung von Bewirtschaftungs- bzw. Managementplänen für Einzugsgebiete ist ein sehr komplexer Prozess, der die Recherche und das Verknüpfen von zahlreichen Informationen aus unterschiedlichen Bereichen (z. B. Wasserwirtschaft, Land- und Forstwirtschaft, Naturschutz) erfordert. Eine gute Datenbasis ist hierfür unerlässlich. Da die Erhebung von Daten in der Regel sehr zeit- und kostenintensiv ist, ist es wichtig, bereits vorhandene Daten zu nutzen. Es fehlen jedoch häufig Kenntnisse zum Vorhandensein und der Verfügbarkeit von Daten.

Das LfULG hat bereits einen großen Pool an Daten von Sachsen mit unterschiedlicher zeitlicher und räumlicher Auflösung. Um die Fülle und Komplexität von raumbezogenen Daten insbesondere bei zunehmender räumlicher Ausdehnung von Untersuchungsgebieten zu bewältigen, spielen Geografische Informationssysteme (GIS) eine immer größere Rolle. Sie ermöglichen die digitale Erfassung, Analyse, Verknüpfung bzw. Verschneidung und Visualisierung von raumbezogenen Daten. Zudem erleichtern sie die Datenhaltung, da eine Kopplung an externe Datenbanken möglich ist. Im Rahmen der fachlichen Umsetzung der WRRL wird im LfULG aktuell eine Geodatenbank entwickelt, die alle vorhandenen Informationen und Daten zu den Oberflächen- und Grundwasserkörpern enthält.

Einen Überblick über die im Referat 72 des LfULG vorhandenen digitalen sowie über weitere in Sachsen vorhandene Datengrundlagen, die für die Erstellung von Managementplänen auf Einzugsgebietsebene herangezogen werden können, und deren räumliche und zeitliche Auflösung geben Tabelle 25, Tabelle 26 und Tabelle 27 im Anhang. Darüber hinaus lagen im Rahmen des Projektes folgende Monitoringergebnisse für das Einzugsgebiet der Jahna vor:

- chemisch-physikalische Parameter von 23 Oberflächengewässer-Messstellen im EZG Jahna im Zeitraum 1993 – 2007 (mit zeitlichen Datenlücken)
- chemisch-physikalische Parameter von 12 Grundwasser-Messstellen im GWK Jahna im Zeitraum 2000 – Juni 2007 (mit zeitlichen Datenlücken)
- biologische Parameter:
 - Fischfauna: Befischung 2006
 - Makrozoobenthos: Beprobung 2005 und Bewertung 2006
 - Makrophyten/Phytobenthos: Beprobung 2005 und Bewertung 2006
- Gewässerstrukturgüte (Kartierung nach LAWA-Vor-Ort-Verfahren (LAWA 2000))
- Gewässerdurchgängigkeit/Querbauwerke.

Da das Einzugsgebiet der Jahna seit längerem Forschungsgegenstand ist, konnten auch Ergebnisse von spezifischen standortbezogenen Untersuchungen herangezogen werden. Nachfolgend sind einige abgeschlossene Projekte der letzten Jahre aufgeführt:

- EXPO 2000-Projekt „Entwicklung eines Informationssystems zur Erosionsminderung“ (AUTORENKOLLEKTIV 2000),
- Auswirkungen bodenkonservierender Landbewirtschaftung auf Erosionsverhalten, Stoffhaushalt und Gewässerbiozönose im EZG Stausee Baderitz (KAISER u. a. 2004),
- Nitratbelastungsrisiko für das Grundwasser im landwirtschaftlich genutzten Wassereinzugsgebiet der Wasserfassung Jahna-Aue (FIEDLER 2005),
- Verbundprojekt „Umweltverträgliche Flächennutzung im ländlichen Raum, dargestellt am Beispiel des Mittelsächsischen Lösshügellandes“ (FELDWISCH & MEYER-MARQUART 2006),
- Ableitung von Umweltqualitätszielen und -handlungszielen zur Minimierung der Bodenerosion im Mittelsächsischen Lösshügelland mit Unterstützung von Erosion-3D (SCHOB 2006),
- Erosionsmindernde und hochwasserreduzierende Maßnahmen im EZG Stausee Baderitz (KORNMANN u. a. 2006),
- Nutzungs- und Bewirtschaftungsszenarien im Flussgebiet Jahna und Beiträge zur Maßnahmen- und Bewirtschaftungsplanung nach WRRL (GRUNEWALD u. a. 2007).

Darüber hinaus gibt es für das Untersuchungsgebiet eine Vielzahl von Planungsinstrumenten (SCHOB 2006). Neben Raumplanungen zählen hierzu Fachplanungen im Bereich Natur- und Hochwasserschutz sowie Landwirtschaft (z. B. Agrarstrukturelle Entwicklungsplanung). Im Rahmen des Projektes waren folgende WRRL-relevante Fachplanungen von Interesse:

- FFH-Managementpläne im Entwurf: Nr. 169: Jahniederung (BUDER 2005), Nr. 207: Dolomitgebiet Ostrau und Jahnatal (FUGMANN & JANOTTA 2005)
- Hochwasserschutzkonzept (G.U.B. INGENIEURGESELLSCHAFT MBH 2004).

Eine Schwierigkeit bei der Bewirtschaftungsplanung im Rahmen der WRRL stellen die unterschiedlichen räumlichen Skalen dar. Während die Bewirtschaftungspläne für makroskalige Flussgebietseinheiten erstellt werden, wird die eigentliche Maßnahmenplanung und -umsetzung eher auf regionaler und lokaler Ebene innerhalb der mesoskaligen Wasserkörper stattfinden. Nach Vorschlag von Baden-Württemberg (FRIESE 2006) erfordert dies einen kombinierten Top-Down- und Bottom-Up-Ansatz: Überregionale Umweltziele und Anforderungen müssen auf regionale und lokale Handlungsziele heruntergebrochen werden. Die einzelnen wasserkörperbezogenen Maßnahmen müssen wiederum im Rahmen der Bewirtschaftungsplanerstellung für die entsprechenden Flussgebietseinheiten auf Ebene der Bearbeitungsräume und übergeordnet der Koordinierungsräume aggregiert werden.

Um zeitnah für unterschiedliche räumliche Bezugsebenen aussagefähig zu sein, ist nach Ansicht des LfULG (mdl. Mitt. FRIESE & SPÄNHOF 2008) die Datenhaltung auf die kleinstmögliche räumliche Ebene auszurichten. Obwohl im landwirtschaftlichen Bereich der Schlag die kleinstmögliche Raum-

ebene darstellt, erfolgt die sachsenweite Planung landwirtschaftlicher Maßnahmen behördenintern auf Feldblockebene. Grund hierfür ist, dass die benötigten Daten nur auf Ebene der Feldblöcke zur Verfügung stehen. Dies bedeutet einen gewissen Informationsverlust schlagbezogener Daten innerhalb eines Feldblocks, wodurch u. a. nur eingeschränkte Aussagen bei der Verortung von Maßnahmen getroffen werden können. Auch das Verknüpfen von Daten mit unterschiedlichen zeitlichen und räumlichen Skalen und der Übergang von einer zu einer anderen Skala können zu Problemen hinsichtlich der Aussagekraft und Interpretation von Daten und Informationen führen (NEEF 1963).

Von der Vielzahl der in Sachsen vorhandenen Datengrundlagen werden nachfolgend nur die Daten für das Einzugsgebiet der Jahna verwendet, da die Anwendung des Entscheidungshilfesystems wsm300 sich in diesem Projekt ausschließlich auf dieses Untersuchungsgebiet beschränkt.

4 Ist-Zustandsanalyse

4.1 Allgemeine Charakteristik des Einzugsgebietes der Jahna

Naturräumliche Lage und Relief

Das Einzugsgebiet der Jahna (EZG Jahna) befindet sich in Sachsen. Es ist 244 km² groß und wird im Norden von Riesa und im Süden von Döbeln begrenzt. Wie Abbildung 3 zeigt, flacht das Untersuchungsgebiet von ca. 290 m ü. NN im Süden nach Norden bis auf 91 m ü. NN ab.

Nach BERNHARDT u. a. (1986) gehört das Gebiet zur Naturregion Sächsische Lössgefilde, die sich zwischen dem Tiefland in Nordsachsen und dem Nordrand der Mittelgebirgsschwelle erstreckt und eine nach Norden gerichtete Abdachung aufweist. Der südliche Bereich des Einzugsgebietes wird dem Naturraum des Mittelsächsischen Lösshügellands, der nördliche Bereich hingegen dem Nord-sächsischen Platten- und Hügelland zugeordnet. Beide Gebiete werden durch die nahezu in der Mitte des Einzugsgebietes von West nach Ost verlaufende 30 - 50 m hohe Lössrandstufe voneinander getrennt (HAASE 1995). Die Zugehörigkeit zu unterschiedlichen Naturräumen zeigt sich insbesondere in der Geomorphologie. Während das südliche Gebiet ein unruhiges Relief mit tief eingeschnittenen Dellensystemen und zahlreichen Tilken aufweist, dominiert im nördlichen Gebiet flachwelliges Gelände mit weit gespannten Senken, die teils in nahezu ebene Flächen übergehen. Die Tilke ist eine „flache, anthropogen bedingte Hohlform mit einem dem Sohlenkerbtal angenäherten Querprofil, die einen ebenen, meist gefällsreichen Boden besitzt, dem jedoch ein Fließgewässer fehlt“ (LESER u. a. 1995, S. 296).

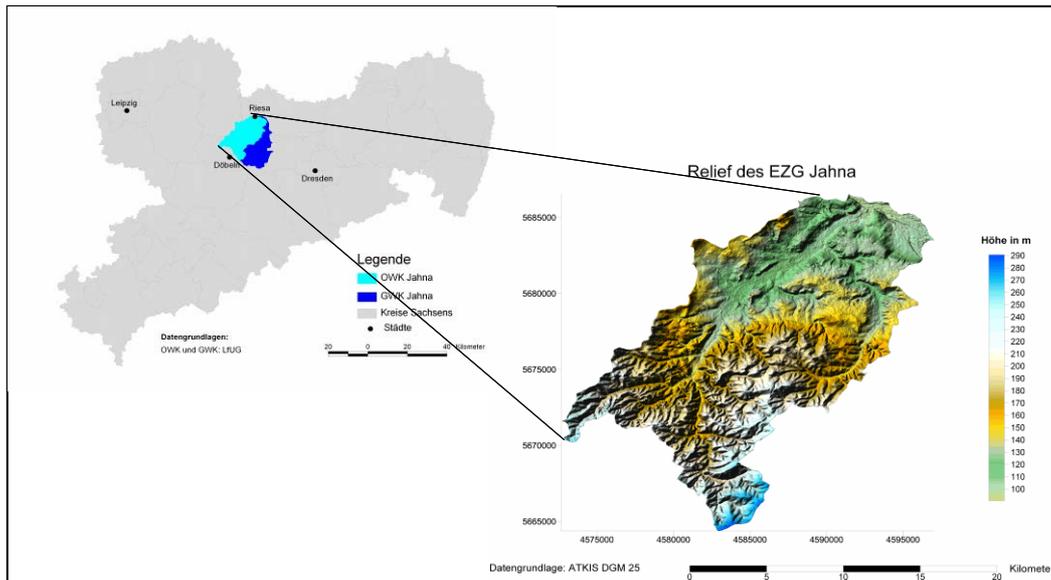


Abbildung 3: Lage und Relief des EZG Jahna

Böden und erdoberflächennaher Untergrund

Die Naturregion Sächsische Lössgebilde wird durch den im Pleistozän unter periglazialen Bedingungen aufgewehten und nach Süden in seiner Mächtigkeit zunehmenden Löss charakterisiert, der die verschiedenen Gesteine des geologisch älteren Untergrundes in starkem Maße überprägt und für die Entwicklung der Landschaft bestimmend war bzw. ist. Die zum Teil mehrere Meter mächtigen Lössauflagen südlich der Lössrandstufe bedingen ein homogenes Bild der Bodenarten. Es dominieren tonige Schluffe (Abbildung 4). Als Bodentypen treten großflächig Parabraunerden, kleinflächig auch Braunerden, Fahlerden und Parabraunerde-Pseudogleye auf. In den Tälern und Senken sind zum Teil mächtige Kolluvisole zu finden, die auf eine hohe Erosionsdeposition des Gebietes hinweisen. Demzufolge sind an Oberhang- bzw. Hangschulterlagen großflächig gekappte Profile und vollständig erodierte Bereiche verbreitet (FRANZKE 1999).

Nördlich der Lössrandstufe ist die Lössdecke geringmächtiger und sandiger ausgebildet. Sie überlagert verschiedene ältere glaziale Sedimente, die sich mit hügeligen Grundgebirgsdurchragungen (meist Porphyre) verzahnen. Als Böden sind vorwiegend Sandlöss-Parabraunerden, Pseudogley-Fahlerden, Pseudogleye und zum Teil Braunerden zu finden (AUTORENKOLLEKTIV 2000). In den Tälern und Senken kommen auch hier Kolluvisole vor, diese sind aber geringmächtiger als im Lösshügelland (FRANZKE 1999). Im Tal der Jahna werden die holozänen Auen-Sedimente von mächtigen Kiesschottern unterlagert, die auf den mittelpleistozänen Lauf der Freiburger Mulde-Zschopau zurückgehen. In der Jahna-Aue dominieren grundwasserbeeinflusste Böden (Gleye, Vega-Gleye und Gleye-Vega) (FRANZKE 1999).

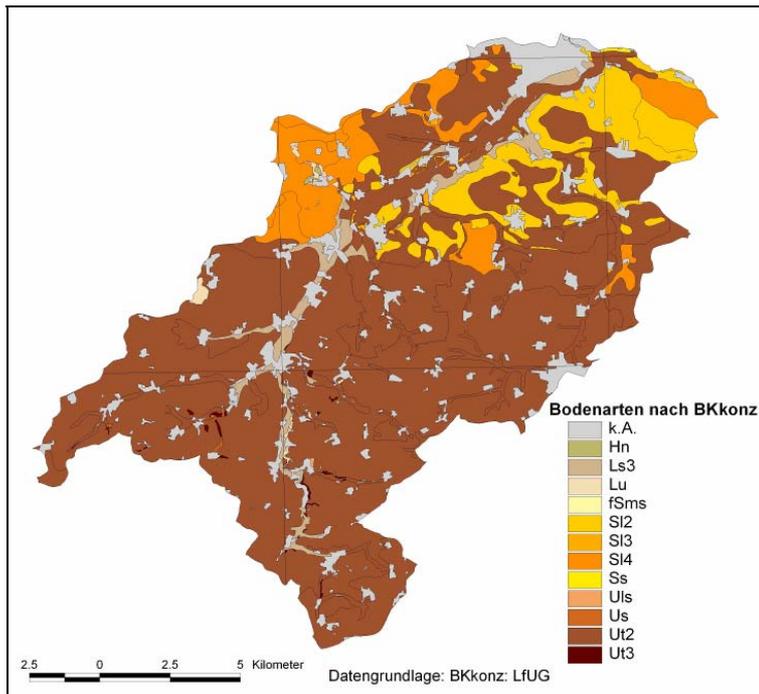


Abbildung 4: Verteilung der Bodenarten im EZG Jahna

Klima und Hydrologie

Klimatisch gehört das EZG Jahna zum mäßig trockenen, schwach kontinental geprägten Binnenlandklima der unteren Lagen im Hügel- und Tiefland. Das Untersuchungsgebiet ist durch eine Temperaturzunahme und Niederschlagsabnahme in nordöstlicher Richtung charakterisiert. Die mittlere Jahrestemperatur beträgt zwischen 8 und 9 °C und die mittleren Jahresniederschläge variieren zwischen 550 mm im Nordosten bis über 600 mm im Südwesten (AUTORENKOLLEKTIV 2000).

Die Jahna fließt auf einer Länge von ca. 35 km in nördlicher und nordöstlicher Richtung und mündet in Riesa in die Elbe. JENTZSCH & HEERKLOTZ (1999/2000) haben im EZG Jahna insgesamt 185 Fließgewässer mit einer Gesamtlänge von 211 km ermittelt. Eine Vielzahl der Gewässer führt jedoch nur zeitweise Wasser. Die wichtigsten Nebenflüsse der Jahna sind Kleine Jahna, Keppritzbach, Birnenitzer Dorfbach und Mehltheuer Bach (Abbildung 5). Die Jahna besitzt zwei Quellbäche. Die Große Jahna entspringt im Südosten südlich von Mochau, die Kleine Jahna im Südwesten zwischen Zschwitz und Tronitz. Im Mittel- und Unterlauf zwischen Ostrau und Riesa ist die Jahna in zwei oder mehrere Fließgerinne (u. a. Flutmulde Seerhausen) aufgeteilt, die als Zuleitungsgräben für Wasserburgen und Mühlen sowie als Hochwasserschutz dienen. Ebenfalls zum Hochwasserschutz sowie für die Beregnung landwirtschaftlicher Nutzflächen wurden in der Vergangenheit im Untersuchungsgebiet mehrere Speicherbecken angelegt, so z. B. die Speicher Baderitz, Hahnefeld, Roitzsch, Pahrenz und Staucha (AUTORENKOLLEKTIV 2000).

Der mittlere Durchfluss der Jahna in Seerhausen betrug im Zeitraum 1926 - 1995 0,644 m³/s (LFUG 1997), was einer Abflussspende von 4,21 l/km²*s entspricht. Aufgrund der klimatischen Verhältnisse sind die Abflüsse der Jahna in den Monaten September und Oktober am geringsten und zwischen Januar und März am höchsten (AUTORENKOLLEKTIV 2000). Hohe Abflussmengen treten vor allem nach Starkregenereignissen mit geringer Verzögerung auf und können infolge der hohen Erosionsdisposition des Gebietes große Mengen an erodiertem Material mitführen.

Das oberirdische EZG Jahna wird in acht OWK untergliedert (Abbildung 5). Der GWK der Jahna besitzt eine Größe von 444 km² und ist damit größer als das oberirdische Einzugsgebiet (Abbildung 5). Grund hierfür ist, dass bei der Ausweisung des GWK die Grundwassereinzugsgebiete der Jahna und des östlich angrenzenden Ketzerbachs zu einem GWK zusammengefasst wurden.

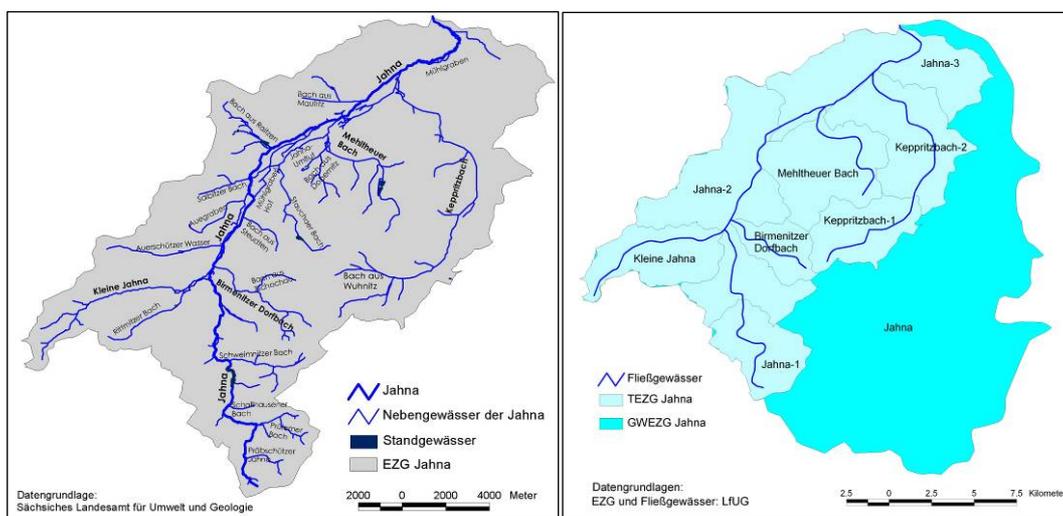


Abbildung 5: Fließ- und Standgewässer (links) und OWK und GWK (rechts) im EZG Jahna

Landnutzung

Infolge der sehr fruchtbaren Böden wird das Gebiet seit alters her stark ackerbaulich genutzt. Die Karte der aktuellen Landnutzung zeigt, dass die Flächen im Untersuchungsgebiet überwiegend von Ackerland eingenommen werden (Abbildung 6). Die Auswertung von InVeKoS und ATKIS DLM 25 hat folgende aktuelle Verteilung der Landnutzungsarten ergeben: 83,5 % Ackerland, 6,2 % Grünland, 8,4 % Siedlung, 1,7 % Wald und Gehölze sowie 0,2 % Standgewässer.

Die Dominanz von Acker- gegenüber Grünlandflächen deutet darauf hin, dass im Untersuchungsgebiet überwiegend reine Ackerbaubetriebe angesiedelt sind. Die durchschnittliche Anzahl der Großvieheinheiten in den vier im EZG Jahna gelegenen Kreisen betrug im Mai 2005 <0,5 GVE/ha (STATISTISCHES LANDESAMT DES FREISTAATES SACHSEN 2006). Als Hauptfruchtarten werden im Untersuchungsgebiet überwiegend Getreide, Mais, Raps und Hackfrüchte angebaut (Abbildung 7). Grünland und Waldareale treten im Gebiet mit 6 bzw. 2 % stark zurück und sind hauptsächlich entlang der Gewässer zu finden.

Die Siedlungsgebiete im EZG Jahna weisen einen überwiegend ländlichen Charakter auf. Größere Ortschaften sind Riesa, Ostrau und Lommatzsch. Die mittlere Einwohnerdichte beträgt 140 bzw. 80 EW/km² (mit bzw. ohne die Stadt Riesa) (LFUG 2006a). In Tabelle 28 im Anhang sind alle im EZG Jahna gelegenen Gemeinden, deren Einwohnerzahlen und Flächen aufgeführt. 99 % der Bevölkerung ist an die öffentliche Wasserversorgung angeschlossen. Dagegen beträgt der Anschlussgrad an die zentrale Abwasserversorgung nur 72,5 bzw. 40,4 % (mit bzw. ohne die Stadt Riesa) (LFUG 2006a).

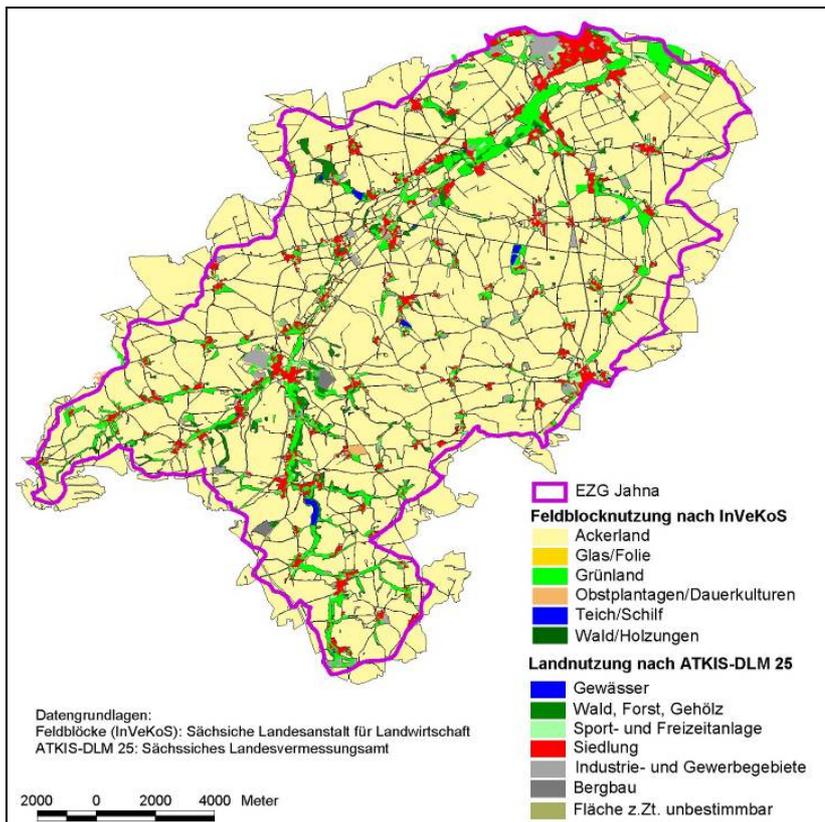


Abbildung 6: Landnutzung im EZG Jahna

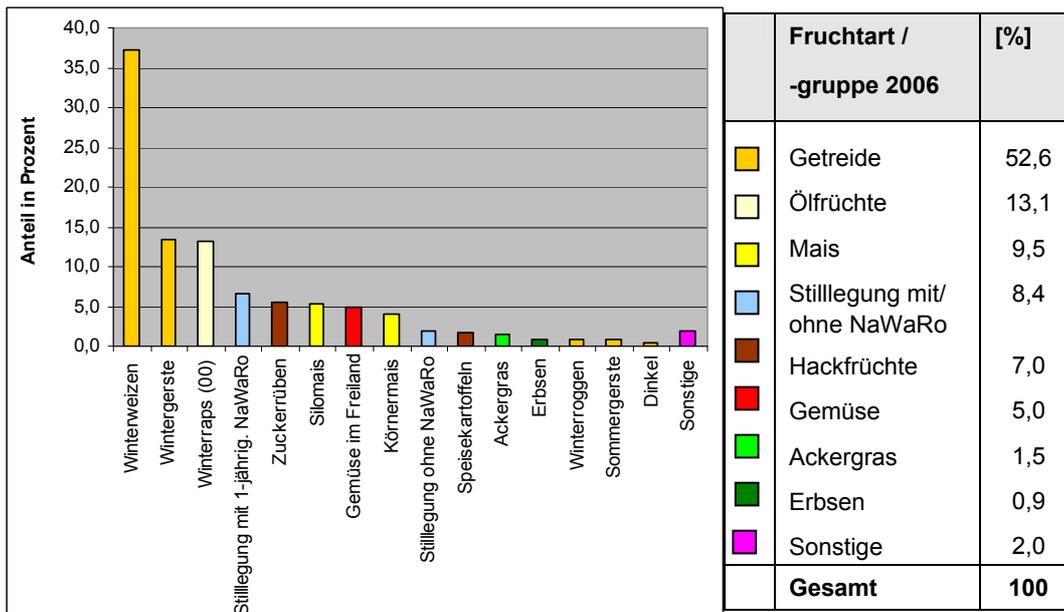


Abbildung 7: Anteil der angebauten Fruchtarten 2006 im EZG Jahna

Schutzgebiete

Ca. 14 % der Jahna-Einzugsgebietsfläche wird von Schutzgebieten eingenommen, wobei sich diese auch teilweise überlagern (Abbildung 8, Tabelle 1). Neben Landschafts- und Naturschutzgebieten befinden sich im Untersuchungsgebiet zwei FFH- und zwei Vogelschutzgebiete des europäischen Schutzgebietsnetzes Natura 2000. Zudem gibt es einige Trinkwasserschutzgebiete für Grundwasserfassungen, von denen die nahe von Ostrau gelegene „Jahna-Aue I, II und Jahna-Pulsnitz“ mit 1.230 ha das größte zusammenhängende Wasserschutzgebiet im Einzugsgebiet ist.

Tabelle 1: Schutzgebiete im EZG Jahna

Schutzgebiete	Fläche [ha]	Anteil an EZG-Fläche [%]
Naturschutzgebiete	49	0,2
FFH-Schutzgebiete	582	2,4
Vogelschutzgebiete	932	3,8
Landschaftsschutzgebiete	1476	6,1
Trinkwasserschutzgebiete	1716	7,0

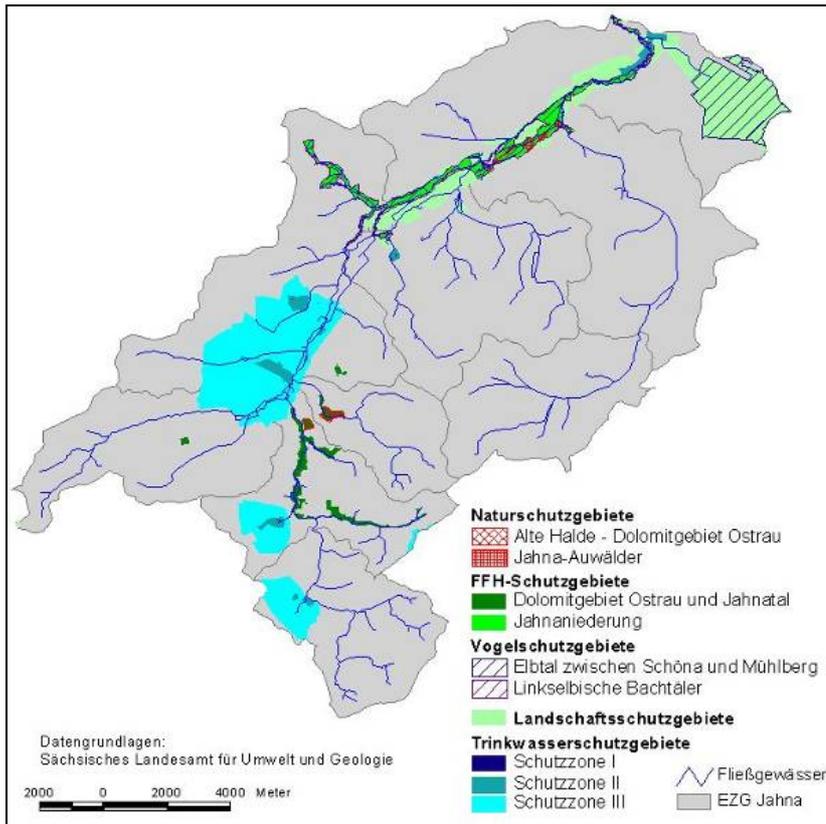


Abbildung 8: Schutzgebiete im EZG Jhna

4.2 Signifikante Belastungen im Einzugsgebiet der Jhna

4.2.1 Nährstoffe

Nitrat im Grundwasser: Die Mittelwerte der Nitratkonzentrationen von 12 Grundwassermessstellen im Zeitraum 2000 - 2007 zeigen mit bis zu 195 mg/l eine überwiegend sehr hohe Grundwasserbelastung im GWK Jhna, wobei sich im Verlauf der Jahre keine Verbesserung der Situation abzeichnet (Tabelle 2). Die sachsenweit punktuell gemessenen Nitratkonzentrationen der Jahre 1990 - 2006 wurden unter Einbeziehung flächenhafter Informationen zur Landnutzung und Hydrogeologie mit dem Verfahren SIMIK+ regionalisiert (HANNAPPEL u. a. 2006). Die linke Karte in Abbildung 9 zeigt den Ausschnitt für den GWK Jhna und es wird deutlich, dass insbesondere im nördlichen GWK Konzentrationen >50 mg/l auftreten. Die 2007 aktualisierte Regionalisierung, die lediglich die gemessenen Konzentrationen des Übersichts- und operativen Messnetzes der Jahre 2005 - 2007 berücksichtigt, zeigt eine Ausweitung der belasteten Grundwassergebiete (Abbildung 9, rechte Karte). Demnach ergibt sich für den GWK Jhna ein Mittelwert von 80 mg Nitrat/l (schr. Mitt. IHLING 2007).

Tabelle 2: Mittelwerte gemessener Nitratkonzentrationen [mg/l] im GWK Jahna 2000 - 2007. Die Lage der Messstellen ist der rechten Karte in Abbildung 9 zu entnehmen.

Messstelle	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
2000	21	3	-	-	-	-	108	65	28	81	1	50
2001	23	30	-	-	-	-	116	57	28	72	1	52
2002	19	29	-	-	-	-	110	51	25	69	1	53
2003	-	28	-	-	-	-	105	49	30	76	1	53
2004	-	-	-	-	-	-	120	58	37	75	9	56
2005	-	-	53	190	130	160	115	43	43	75	20	56
2006	-	-	-	195	130	165	120	51	-	73	-	54
2007	-	-	-	190	120	150	-	-	-	-	-	-

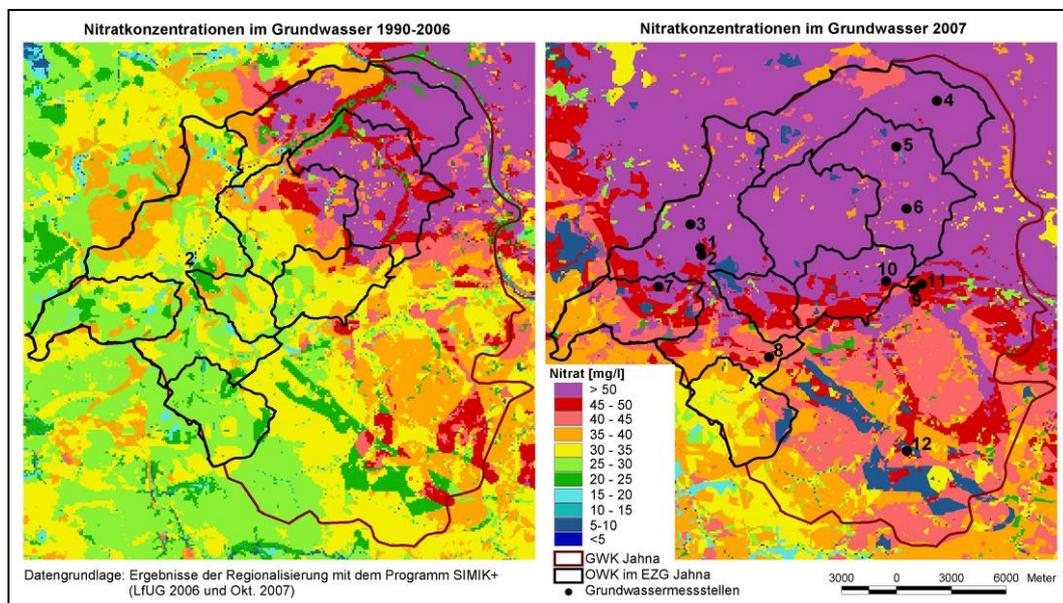


Abbildung 9: Nitratkonzentrationen im Grundwasser im GWK Jahna (HANNAPPEL u. a. 2006)

Stickstoff (N) im Oberflächengewässer: Die Jahna und ihre Nebenflüsse wiesen in den letzten Jahren im Mittel Nitrat-N-Konzentrationen >6 mg/l auf (Abbildung 10), was einem Nitratgehalt von >25 mg/l entspricht. Die höchsten Konzentrationen traten mit ca. 14 mg/l im Mehltheuer Bach auf. Hinsichtlich der Entwicklung der N-Belastung an der Jahnamündung zeigt der Trend seit Mitte der 1990er-Jahre eine leichte Abnahme der Gesamt-N- und Nitrat-N-Konzentrationen (Abbildung 11).

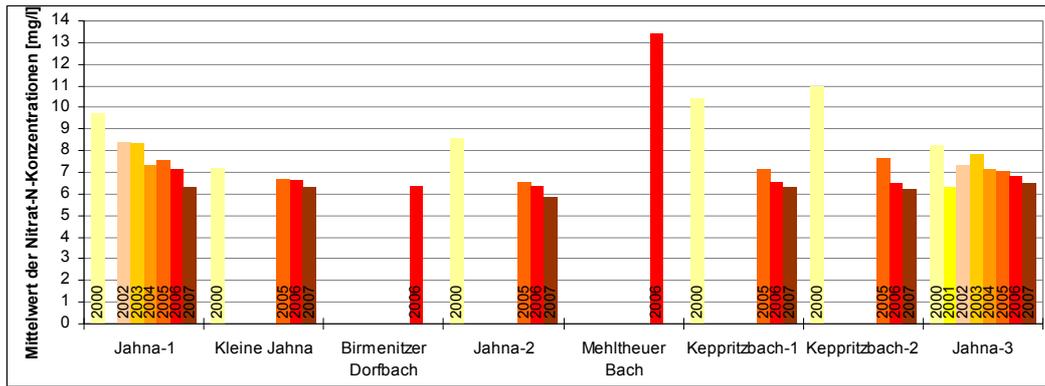


Abbildung 10: Mittlere jährliche Nitrat-N-Konzentrationen der OWK im EZG Jahna 2000 - 2007

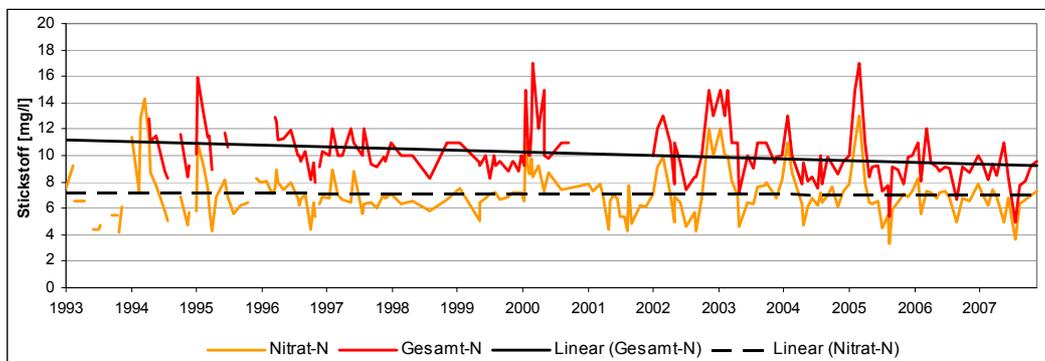


Abbildung 11: Entwicklung der N-Konzentration an der Jahnamündung 1993 - 2007

Phosphor (P) im Oberflächengewässer: In der Jahna und ihren Zuflüssen traten in den letzten Jahren Gesamt-P-Konzentrationen bis zu ca. 0,6 mg/l (Abbildung 12) und ortho-Phosphat-P-Konzentrationen bis zu 0,25 mg/l auf. Die hohen mittleren P-Gehalte des Jahres 2007 gehen auf eine einzelne Beprobung, der wahrscheinlich ein Starkniederschlagsereignis vorausging (Abbildung 13), zurück. Die geringsten mittleren P-Konzentrationen wurden im OWK Jahna-1, die höchsten dagegen im Keppritzbach und Jahna-2 verzeichnet. Im Hinblick auf die Entwicklung der P-Belastung an der Jahnamündung zeigt der Trend einen leichten Rückgang der Gesamt-P- und ortho-Phosphat-P-Gehalte seit Mitte der 1990er-Jahre (Abbildung 13).

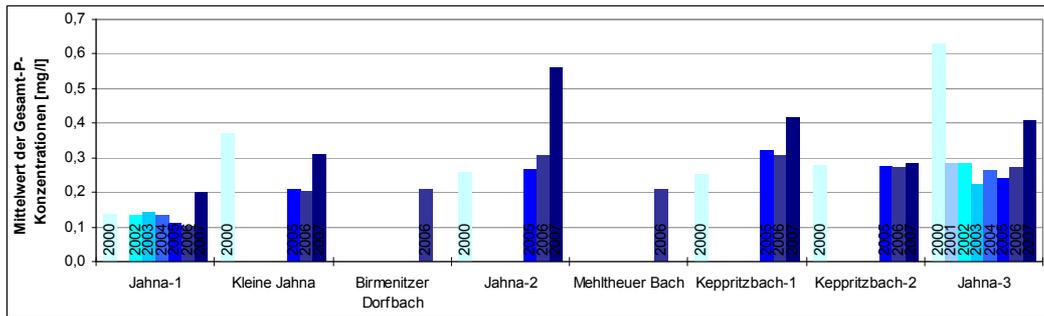


Abbildung 12: Mittlere jährliche P-Konzentrationen der OWK im EZG Jahna 2000 - 2007

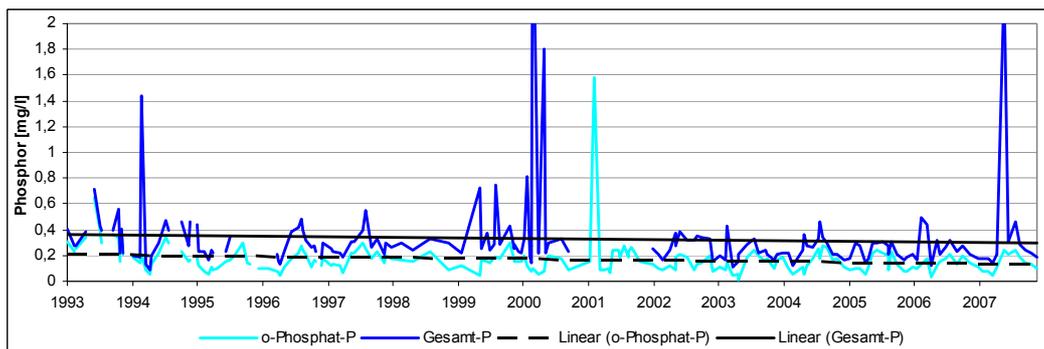


Abbildung 13: Entwicklung der P-Konzentration an der Jahnamündung 1993 - 2007

4.2.2 Schadstoffe – Pflanzenschutzmittel

Nach einer Studie, die das Vorkommen von Pflanzenschutzmittelwirkstoffen in sächsischen Fließgewässern der Jahre 1997 bis 2004 untersucht hat (LFUG & LFL 2005), kam es in diesem Zeitraum in der Jahna und ihren Zuflüssen zeitweise lokal zu Belastungen durch Pflanzenschutzmittel. Überschreitungen der Qualitätsnorm oder der Hälfte der Qualitätsnorm traten bei den Wirkstoffen 4,4-DDT (EG-Nr. 46), Diuron, Dichlorprop (EG-Nr. 69), MCPA (EG-Nr. 90), Metazachlor (L II) und Metolachlor (L II) auf. Im Rahmen des WRRL-Monitoring wurden in den OWK Jahna-1 und 3 im Zeitraum 2002-2004 lokal Belastungen durch Metolachlor festgestellt. Im Zeitraum 2005 - 2007 traten hingegen keine Überschreitungen von WRRL-relevanten Schadstoffen auf.

4.2.3 Hydromorphologie

Neben stofflichen Belastungen wird der ökologische Zustand der Jahna und ihrer Nebenflüsse auch durch gewässerstrukturelle Defizite beeinträchtigt. Die 2006 durchgeführte Gewässerstrukturgütekartierung nach LAWA-Vor-Ort-Verfahren (LFUG 2006b) hat als Gesamtbewertung ergeben, dass insgesamt nur 7 % der Gewässerabschnitte un- oder gering verändert (SGK 1-2) sind (Abbildung 14). Der Großteil der Fließgewässer (74 %) ist dagegen mäßig oder deutlich verändert (SGK 3-4). Ca. 20 % sind sogar stark bis vollständig verändert (SGK 5-7).

Der größte Verbesserungsbedarf besteht bei den Sohlstrukturen (Abbildung 14). 80 % aller Gewässerabschnitte, vor allem des Keppritzbachs und Mehltheuer Bachs, weisen eine deutliche bis vollständige Veränderung (SGK 4-7) auf. Gründe hierfür sind die über weite Strecken begradigte Linienführung und das Fehlen von besonderen Laufstrukturen sowie die streckenweise Verbauung und geringe Substratdiversität der Gewässersohle. Zudem sind die Jahna und ihre Zuflüsse für Fische nicht durchgängig. In der Sächsischen Wehrdatenbank sind aktuell 25 Querbauwerke für das EZG Jahna verzeichnet, von denen 17 für Fische nicht passierbar sind (<http://www.smul.sachsen.de/landwirtschaft/3503.htm>). Bei der Gewässerstrukturgütekartierung wurden demgegenüber mehr als 50 Querbauwerke aufgenommen, davon 15 mit einer Absturzhöhe >30 cm, die für Fische eine Wanderbarriere bilden (LfUG 2006b).

Eine etwas bessere Bewertung ergibt sich für die Uferstrukturen (Abbildung 14). Knapp 2/3 aller Gewässerabschnitte werden als mäßig bis gering verändert und ca. 1/3 als deutlich bis vollständig verändert (Keppritzbach-1, Jahna-2) eingestuft. Das Gewässerbett, vor allem das der Jahnazufüsse ist überwiegend als mäßig tiefes bis tiefes, gleichförmiges Regelprofil mit erosionssicher ausgebauten Uferböschungen ausgebildet, welches aufgrund von fehlenden Unterhaltungsmaßnahmen jedoch bereits verfallen ist. Teile der Jahna entsprechen jedoch einem annähernden Naturprofil. 20 % der Gewässerabschnitte weisen eine Ufersicherung in Form von Steinschüttungen, Holzverbau, Pflasterungen oder Beton auf. Eine Gehölzgalerie ist am Ufer der Fließstrecke meist einseitig und bei 25 % zweiseitig vorhanden. Diese wirkt ebenso wie die bei Hochwasser mitgeführte und im Böschungsbereich abgelagerte hohe Sedimentfracht stabilisierend auf die begradigte Linienführung. Die schwache Breitenerosion in einigen Abschnitten zeigt jedoch die Bestrebung der Gewässer nach einer naturgemäßen Verbreiterung des Profils.

Das Umfeld der Gewässer wird mit 62 % vorwiegend als mäßig bis deutlich verändert bewertet (Abbildung 14). Naturnahe Umfeldstrukturen sind nur an wenigen Gewässerabschnitten zu finden. Es dominieren die landwirtschaftlichen Nutzflächen mit knapp 40 % Ackerland, Gärten oder Nadelforst und ca. 35 % Grünland (LfUG 2006b).

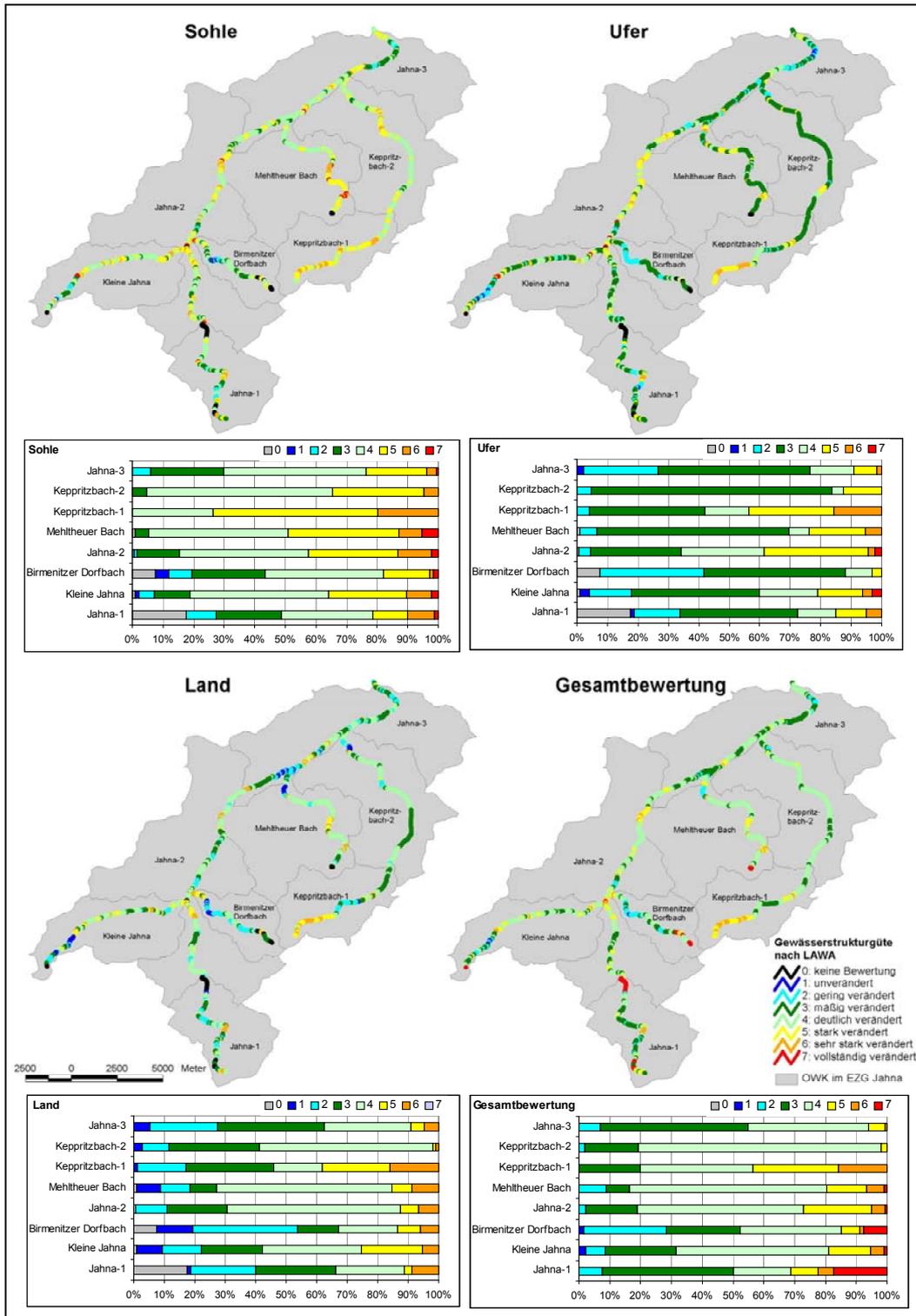


Abbildung 14: Ergebnisse der Gewässerstrukturgütekartierung nach LAWA (2000) im EZG Jahna (LFUG 2006b)

5 Defizitanalyse

5.1 Umweltziele

WRRL: Nach Artikel 4 der WRRL (RL 2000/60/EG) werden für Oberflächengewässer und Grundwasser folgende Umweltziele angestrebt:

- Verschlechterungsverbot des Zustandes,
- schrittweise Reduzierung der Verschmutzung,
- Erreichung eines guten Zustands bzw. guten Potenzials bis 2015.

Darüber hinaus sollen auch die Normen und Ziele von Schutzgebieten eingehalten werden.

Bei der Bewertung des Zustands der *Oberflächengewässer* wird zwischen ökologischem und chemischem Zustand unterschieden. Der ökologische Zustand ist gewässertypabhängig und wird anhand

- biologischer (Fische, Makrophyten/Phytobenthos, Makrozoobenthos, Phytoplankton),
- hydromorphologischer (Durchgängigkeit, Morphologie, Wasserhaushalt) sowie
- chemischer und physikalisch-chemischer (Temperatur, Sauerstoff-, Salzgehalt, Nährstoffverhältnisse, spezifische Schadstoffe, z. B. Pflanzenschutzmittel)

Qualitätskomponenten auf einer 5-stufigen Skala von „sehr gut“ bis „schlecht“ bewertet, wobei die biologischen Komponenten bei der Beurteilung ausschlaggebend sind. Die hydromorphologischen und chemischen Parameter besitzen lediglich unterstützenden Charakter. Die Charakteristik der im EZG Jahna vorkommenden Fließgewässertypen und deren physikalisch-chemischen Orientierungswerte sind in Tabelle 3 aufgeführt. Orientierungswerte sind keine gesetzlich festgelegten Grenzwerte, sondern Schwellenwerte, die Anhaltspunkte für Defizite geben (LAWA-AO 2007). Die für den ökologischen Zustand relevanten Umweltqualitätsnormen für spezifische Schadstoffe (u. a. Pflanzenschutzmittel) sind in der ECO-Liste in Anlage 4 der SächsWRRLVO festgelegt. Bei Überschreitung von Qualitätsnormen kann der ökologische Zustand höchstens als „mäßig“ eingestuft werden.

Der chemische Zustand der Oberflächengewässer wird definiert nach den Umweltqualitätsnormen aus europäischen und nationalen Rechtsnormen oder aus der Liste der prioritären Stoffe (Anhang X, WRRL). Die für den chemischen Zustand relevanten Qualitätsnormen für spezifische Schadstoffe (u. a. Nitrat 50 mg/l, Pflanzenschutzmittel) sind in der CHEM-Liste in Anlage 5 der SächsWRRLVO aufgeführt. Bei Einhaltung aller Qualitätsnormen wird der OWK als „gut“, anderweitig als „schlecht“ eingestuft.

Im Vergleich zu den Oberflächengewässern wird beim *Grundwasser* der mengenmäßige und chemische Zustand bei der Bewertung unterschieden. Der mengenmäßige Zustand wird mit Hilfe des Grundwasserspiegels bestimmt. Beim chemischen Grundwasserzustand fließen die Leitfähigkeit und Schadstoffkonzentrationen gemäß den relevanten europäischen Rechtsnormen in die Bewertung ein. Ein guter chemischer Zustand im GWK ist erreicht, wenn die Schadstoffkonzentration im Grundwasser 50 mg/l für Nitrat und 0,1 µg/l für Pflanzenschutzmittel und Biozide nicht überschrei-

ten (SächsWRRLVO, Anlage 11). Darüber hinaus wird beurteilt, ob eine Beeinflussung der unmittelbar vom Grundwasser abhängigen Oberflächengewässer- bzw. Landökosysteme besteht.

Tabelle 3: Steckbriefe und physikalisch-chemische Orientierungswerte (* gemäß Muster-VO; ** zusätzlich wirkungsrelevant) der Fließgewässertypen im EZG Jahna (POTTGIESSER & SOMMERHÄUSER, Stand: Nov. 2006, LAWA-AO 2007)

Gewässertypen		Feinmaterialreiche, karbonatische Mittelgebirgsbäche (Typ 6)	Sand- und lehmgeprägte Tieflandflüsse (Typ 15)	Kiesgeprägte Tieflandbäche (Typ 16)	Löss-lehmgeprägte Tieflandbäche (Typ 18)
OWK im EZG Jahna		Jahna-1, Kleine Jahna, Birnenitzer Dorfbach	Jahna-3	Jahna-2, Mehltheuer Bach, Keppritzbach-2	Keppritzbach-1
biologische Komponenten	Makrozoobenthos	6	15	16	18
	Fische	Sa-MR, Sa-HR, Cyp-R, EP	Sa-ER, Sa-MR, Sa-HR, Cyp-R, EP	Sa-ER, Sa-MR, Sa-HR, Cyp-R	Sa-ER, Sa-MR, Sa-HR, Cyp-R
	Fischarten	Bachforelle, Groppe, Schmerle, Döbel, Elritze, Hasel, Rotaug	Aal, Bachforelle, Schmerle, Dreistachliger Stichling, Gründling, Hasel, Groppe	Bachneunaug, Bachschmerle, Dreistachliger Stichling, Gründling, Hasel, Neunstachliger Stichling, Groppe	Aal, Bachforelle, Bachschmerle, Dreistachliger Stichling, Gründling, Hasel, Groppe
	Makrophyten	MRK , MP	TNm, TNk, TR	TR	TR , TNk
	Diatomeen	D 8.1: Bäche der Löss-, Keuper- und Kreideregion	D 12.2: karbonatisch o. basenreich geprägte kleine Flüsse im Norddt. Tiefland (exkl. Lössregion)	D 11.1: silikatisch o. basenarme D12.1 : karbonat. o. basenreiche org. geprägte Bäche d. Ndt. Tiefl.	bislang nicht beschrieben
	Phytobenthos ohne Diatomeen	MG_karb: karbonatisch geprägte Fließgewässer im Mittelgebirge	NT_karb: karbonatisch geprägte o. basenreiche organisch geprägte Fließgewässer im Norddt. Tiefland	NT_karb ; NT_sil/org: silikat. geprägte o. basenarme org. geprägte Fließgewässer im Norddt. Tiefland	NT_karb
Phytoplankton	nicht relevant	nicht relevant	nicht relevant	nicht relevant	
physik.-chem. Komponenten	Wasserbeschaffenheit	Karbonatgewässer	karbonatische Prägung	silikatisch o. karbonatisch	Karbonatgewässer
	Leitfähigkeit [$\mu\text{S}/\text{cm}$]	450-800	400-850	silikat.: <400; karbonat.: 400-900	450-750
	pH-Wert *	6,5-8,5	6,5-8,5	6,5-8,5	6,5-8,5
	Temperatur [$^{\circ}\text{C}$] *	< 20 - < 25	< 20 - < 28	< 20 - < 21,5	< 20 - < 21,5
	Sauerstoff [mg/l] *	> 7	> 6	> 7	> 7
	TOC [mg/l] **	7	7	7	7
	BSB 5 [mg/l] **	4	6	4	4
	Chlorid [mg/l] *	200	200	200	200
	NH ₄ -N [mg/l] **	0,3	0,3	0,3	0,3
	ges. P [mg/l] *	0,10	0,10	0,10	0,10
	o-PO ₄ -P [mg/l] *	0,07	0,07	0,07	0,07

Überregionale Anforderungen aus Sicht des Meeresschutzes: Für die Erreichung des guten ökologischen Zustands in den Küstengewässern der Nordsee ist nach FGG ELBE (2008) eine Verringerung der Stickstoff- und Phosphorbelastung um ca. 25 % notwendig. Da dies bis 2015 im Elbeeinzugsgebiet nicht zu erreichen sein wird, sollen die Reduzierungserfordernisse für Phosphor und Stickstoff auf alle drei Bewirtschaftungszeiträume und das Elbe-Einzugsgebiet verteilt werden. Als Handlungsziel für den ersten Bewirtschaftungszeitraum wird bis 2015 eine Senkung der Stickstoffbelastung um ~ 7 % und der Phosphorbelastung um ~ 9 % gegenüber den am langjährigen Abfluss normierten Nährstofffrachten des Jahres 2006 angestrebt (FGG ELBE 2008).

Weitere mögliche Umweltziele: Im Rahmen eines EXPO-Projektes (AUTORENKOLLEKTIV 2000) wurden im Jahr 2000 Vorschläge für lang- und mittelfristige Ziele von Beurteilungskriterien zur Verbesserung der Gewässergüte der Jahna und Kleinen Jahna erarbeitet (Tabelle 4). Diese unterscheiden sich teilweise im Hinblick auf die Zielgrößen (zusätzlich z. B. Schwebstoffe, CSB und Sulfatgehalt) und die Zielerfordernisse (z. B. für Sauerstoff, Gesamt-P, BSB₅) von den Umweltzielen der WRRL, können jedoch zum Vergleich ebenfalls zur Bewertung herangezogen werden.

Tabelle 4: Vorschlag für Beurteilungskriterien zur Verbesserung der Gewässergüte der Jahna und Kleinen Jahna (AUTORENKOLLEKTIV 2000)

Kriterium	Einheit	Mittelfristziel	Langfristziel
max. Wassertemperatur im Sommer	°C	23	21,5
pH	-	7 ... 8,5	7 ... 8,5
Sauerstoff	mg/l	> 8	> 8
Schwebstoffe	mg/l	< 25	< 15
BSB ₅	mg/l	3	3
CSB	mg/l	25	20
NH ₄ -N Sommer	mg/l	0,3	0,2
NH ₄ -N Winter	mg/l	0,5	0,3
NH ₃ -N	mg/l	0,01	0,005
NO ₂ -N	mg/l	0,05	0,01
NO ₃ -N	mg/l	7,0	5,0
TP	mg/l	0,25	0,15
Leitfähigkeit	µs/cm	700 ... 800	600 ... 750
Sulfatgehalt	mg/l	150 ... 300	200
Saprobie	-	2,0 ... 2,2	< 2,0
Trophie	-	eutroph	eutroph bis mesotroph

5.2 Vergleich von Umweltzielen und Ist-Zustand

Oberflächengewässer

Ökologischer Zustand:

Biologische Qualitätskomponenten:

Im EZG Jahna sind für die Bewertung nach WRRL die biologischen Komponenten Fische, Makrozoobenthos und Makrophyten/Phytobenthos relevant. Deren in den Jahren 2005-2007 durchgeführten Untersuchungen haben die in Tabelle 5 aufgeführte Bewertung ergeben. Unter der Vorgabe gemäß Anlage 7 der SächsWRRLVO, dass die schlechteste Einzelbewertung für die Gesamtbewertung ausschlaggebend ist, weist kein OWK gegenwärtig den guten ökologischen Zustand auf.

Tabelle 5: Bewertung der biologischen Qualitätskomponenten der OWK im EZG Jahna (schr. Mitt. JENEMANN 2008)

OWK	Fließgewässertyp	Phytoplankton	Makrophyten/Phytobenthos	Makrozoobenthos	Fische	Gesamtbewertung
Jahna-1	6	unrelevant	mäßig	unbefriedigend	schlecht	schlecht
Kleine Jahna	6	unrelevant	mäßig	schlecht	unbefriedigend	schlecht
Birm. Dorfbach	6	unrelevant	unbefriedigend	schlecht	schlecht	schlecht
Jahna-2	16	unrelevant	unbefriedigend	unbefriedigend	unbefriedigend	unbefriedigend
Mehltheuer Bach	16	unrelevant	unbefriedigend	unbefriedigend	schlecht	schlecht
Keppritzbach-1	18	unrelevant	unbefriedigend	schlecht	schlecht	schlecht
Keppritzbach-2	16	unrelevant	mäßig	schlecht	schlecht	schlecht
Jahna-3	15	unrelevant	unbefriedigend	mäßig	unbefriedigend	unbefriedigend

Chemische und physikalisch-chemische Qualitätskomponenten:

Im Vergleich der Monitoringergebnisse des Zeitraums 2005 - 2007 (Tabelle 6) mit den Qualitätsnormen und Orientierungswerten (Tabelle 3) zeigen sich hinsichtlich der Nährstoffbelastung in den acht OWK folgende Defizite:

- Phosphor: Mit Ausnahme des OWK Jahna-1 wurden die Orientierungswerte für Gesamt-P und ortho-Phosphat-P in allen Jahren um das 2- bis 3-Fache überschritten.
- Stickstoff: Für die WRRL-relevanten Qualitätskomponenten Gesamt- und Nitrat-N liegen aktuell keine Orientierungswerte vor. Im Vergleich zur Nitrat-Qualitätsnorm für den chemischen Zustand wird jedoch deutlich, dass alle OWK mit Stickstoff signifikant belastet sind.
- Ammonium: Beim Ammonium, welches u. a. beim Abbau organischer N-Verbindungen entsteht und bei höheren pH-Werten zum toxischen Ammoniak umgewandelt werden kann, wurden die Orientierungswerte in den OWK Jahna-2 und 3, Mehltheuer Bach und Keppritzbach-1 im jährlichen Mittel überschritten.

Die Nährstoffbelastung im EZG Jahna spiegelt die schlechte biologische Bewertung wider. Neben den Nährstoffen traten außerdem auch Überschreitungen der Orientierungswerte beim Biochemischen Sauerstoffbedarf (BSB) und dem gesamten organischen Kohlenstoff (TOC) auf, die beide

Anhaltspunkte für die organische Belastung der Gewässer liefern. Von den Überschreitungen betroffen sind beim BSB die OWK Mehltheuer Bach und Keppritzbach-1 und beim TOC die OWK Jahna-2 und 3 sowie Keppritzbach-1. Bis auf den Mehltheuer Bach kamen die Überschreitungen lediglich im Jahr 2007 vor und sind auf eine einzelne Beprobung zurückzuführen, der wahrscheinlich ein Starkregenereignis vorausging. Bei den spezifischen Schadstoffen der ECO-Liste nach SächsWRRLVO, Anlage 4 wurden im Zeitraum 2005-2007 hingegen alle Qualitätsnormen eingehalten.

Im Vergleich mit den teils weniger strengen Umweltzielen nach AUTORENKOLLEKTIV (2000) (Tabelle 4) wurden bereits die meisten mittelfristigen und einige langfristige Ziele erreicht. Ausnahmen stellen aber auch hier in einigen OWK trotz höherer Zielkonzentrationen die Nährstoffe Stickstoff (Ammonium-N, Nitrit-N und Nitrat-N) und Phosphor dar.

Tabelle 6: Vergleich der Qualitätsnormen und Orientierungswerte mit mittleren jährlichen N- und P-Konzentrationen der Messstellen im EZG Jahna im Zeitraum 2005 - 2007 (grau: QN- oder OW-Überschreitung) (GRUNEWALD u. a. 2007, ergänzt)

OWK	Mess-stelle	NH ₄ -N [mg/l]			Nitrat [mg/l]			Gesamt-N [mg/l]			o-PO ₄ -P [mg/l]			Gesamt-P [mg/l]		
		05	06	07	05	06	07	05	06	07	05	06	07	05	06	07
QN...Qualitätsnorm OW...Orientierungswert		OW = 0,3			QN = 50						OW = 0,07			OW = 0,10		
Jahna-1	14040	0,1	0,2	0,1	34	31	28	9,7	9,4	8,3	0,05	0,05	0,05	0,11	0,10	0,20
Kleine Jahna	14050	0,2	0,2	0,1	30	29	28	8,6	8,4	8,0	0,14	0,14	0,13	0,21	0,20	0,31
Birmenitz. B.	14101	-	0,2	-	-	28	-	-	8,2	-	-	0,16	-	0,21	-	-
Jahna-2	14350	0,4	0,5	0,3	29	28	26	9,1	8,7	8,6	0,19	0,19	0,19	0,27	0,31	0,56
Mehltheuer B.	14351	-	0,5	-	-	60	-	-	17	-	-	0,10	-	0,21	-	-
Keppritzb.-1	13800	0,2	0,3	0,4	32	29	28	9,8	9,3	9,8	0,22	0,19	0,25	0,32	0,31	0,42
Keppritzb.-2	13900	0,1	0,2	0,1	34	29	28	10	8,7	9,9	0,20	0,18	0,18	0,28	0,27	0,28
Jahna-3	14700	0,1	0,3	0,2	31	30	29	9,7	9,3	8,7	0,14	0,14	0,14	0,24	0,27	0,41

Hydromorphologische Qualitätskomponenten:

Da die hydromorphologischen Komponenten die Bewertung des ökologischen Zustands nur unterstützend beeinflussen, gibt es nach WRRL keine Vorlagen für die Bewertung der Gewässerstruktur. In einigen Fachgruppen wird diskutiert, welche Gewässerstrukturgüte ein Gewässer für einen guten ökologischen Zustand benötigt. Folgendes Verteilungsverhältnis der Strukturgüteklassen wird u. a. vorgeschlagen: mind. 10 % SGK 1+2, mind. 30 % SGK 3 sowie nicht mehr als 30 % SGK 6+7. Obwohl eine Transformation des 7-stufigen Bewertungsverfahrens der Gewässerstrukturgüte nach LAWA (2000) auf ein 5-stufiges Bewertungssystem nach WRRL nicht vorgesehen ist, könnte diese nach LfUG (schr. Mitt. FRIESE 2006a) folgendermaßen aussehen: sehr gut (SGK 1+2), gut (SGK 3), mäßig (SGK 4), unbefriedigend (SGK 5), schlecht (SGK 6+7). Unter diesen Annahmen wird in

keinem OWK der gute Zustand erreicht (Abbildung 15). Zudem ist auch die Fließgewässerdurchgängigkeit in keinem OWK gegeben.

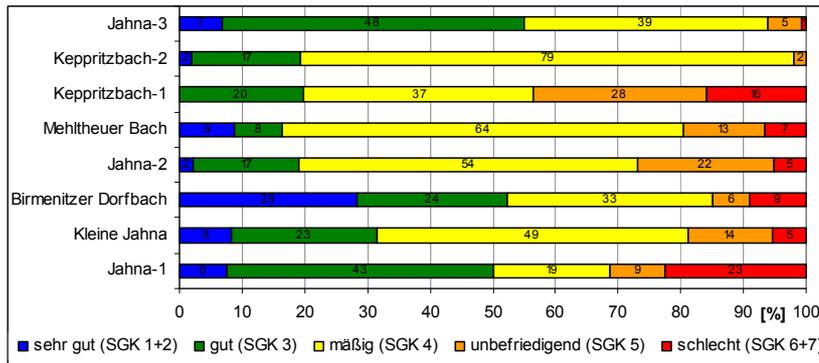


Abbildung 15: Anteile der Gewässerstrukturgüteklassen unter Berücksichtigung der Zuordnung zu den fünf ökologischen Zustandsklassen nach WRRL der OWK im EZG Jahna (GRUNEWALD u. a. 2007, verändert)

Chemischer Zustand: Wie in Tabelle 6 ersichtlich ist, wurde im Mehltheuer Bach die Qualitätsnorm für Nitrat im Jahr 2006 überschritten, weshalb der chemische Zustand im gleichnamigen OWK gegenwärtig als schlecht eingestuft werden muss. Im Vergleich zu den Jahren 1999 und 2000 haben sich die Nitratgehalte nicht wesentlich verändert. In den übrigen OWK liegen die mittleren jährlichen Nitratkonzentrationen über der Hälfte der Qualitätsnorm und stellen demzufolge eine signifikante Belastung dar. Die Qualitätsnormen anderer spezifischer Schadstoffe der CHEM-Liste nach Anlage 5 der SächsWRRLVO, wie z. B. Pflanzenschutzmittel, wurden im Zeitraum 2005 - 2007 eingehalten.

Resümierend wird festgestellt, dass die Bewertung der biologischen Qualitätskomponenten unter Einbeziehung der chemischen, physikalisch-chemischen und hydromorphologischen Komponenten für alle acht OWK im EZG Jahna einen „unbefriedigenden“ oder „schlechten“ ökologischen Zustand ergeben hat. Der chemische Zustand ist aufgrund der Nitratbelastung nur im OWK Mehltheuer Bach als schlecht einzustufen. Die anderen OWK sind mit Nitrat signifikant belastet, weisen aber noch einen guten chemischen Zustand auf. Der OWK Jahna-1 stellt einen Sonderfall dar, da die chemischen und physikalisch-chemischen Bewertungskomponenten in etwa den Anforderungen der WRRL entsprechen, die biologischen Qualitätskomponenten insbesondere aufgrund der Fische jedoch trotzdem einen schlechten Zustand aufweisen. Ein Grund hierfür ist der Stausee Baderitz, dessen Querbauwerk für Fische unüberwindbar ist.

Grundwasser

Mengenmäßiger Zustand: Trotz einiger Grundwasserentnahmen treten im GWK Jahna keine Defizite bei der Grundwassermenge auf.

Chemischer Zustand: Mit einem Mittelwert von 80 mg/l im Zeitraum 2005-2007 wird, wie in Kapitel 4.2.1 aufgezeigt, die Qualitätsnorm für Nitrat (50 mg/l) insbesondere im nördlichen und mittleren GWK Jahna deutlich überschritten. Nach der Europäischen Grundwasserrichtlinie kann die Ausdehnung der Belastung bei der Bewertung des chemischen Zustands einbezogen werden. Nach Vorschlag der LAWA darf für den guten chemischen Zustand die Belastungsausdehnung bei GWK $>75 \text{ km}^2 < 25 \text{ km}^2$ betragen (KUH 2007). Die Auswertung des Grundwassermonitorings im Zeitraum 2005-2007 ergab eine Überschreitung der Qualitätsnorm für Nitrat auf ca. 200 km² der GWK-Fläche (= 46 %). Somit muss der GWK gegenwärtig als schlecht eingestuft werden. Obwohl verlässliche Trendaussagen nur für Messreihen $>10 - 20$ Jahre möglich sind, zeigt das Monitoring seit 2000 bei den Messstellen mit ausreichend vorhandenen Daten in den meisten Fällen keinen Trend der Veränderung der Belastungssituation an. Einige wenige weisen einen fallenden, andere hingegen einen steigenden Trend auf (schr. Mitt. IHLING 2008). Die Qualitätsnormen für Pflanzenschutzmittel und Biozide von 0,1 µg/l wurden hingegen eingehalten.

Damit bestätigen die aktuellen Monitoringergebnisse die Ergebnisse der Bestandsaufnahme nach WRRL von 2004, welche ergab, dass eine Zielerreichung bis 2015 im GWK Jahna und allen acht OWK im EZG Jahna unwahrscheinlich ist.

5.3 Wahl der Zielvariablen

Bei der Beurteilung des Zustands der Gewässer werden, wie im Kapitel 5.1 bereits erwähnt, im Rahmen der WRRL vor allem biologische Qualitätskomponenten herangezogen. Da diese jedoch teilweise schwer messbar und insbesondere schwer prognostizierbar sind, wurden Ersatzkenngrößen in Form von chemischen, physikalisch-chemischen und hydromorphologischen Parametern, die einen Einfluss auf die biologischen Kenngrößen haben, einschließlich Vorgaben für Umweltqualitätsnormen oder Schwellenwerten entwickelt. Ein Problem hierbei ist die Frage, welche chemische, physikalisch-chemische und hydromorphologische Gewässerqualität die biologischen Komponenten für einen guten Zustand benötigen.

Im Projekt wsm300 wurde in Anlehnung an die WRRL ein umfassender Katalog mit hydrologischen, hydromorphologischen, physikalisch-chemischen, ökonomischen und sonstigen Zielvariablen erstellt (LEICHTFUß u. a. 2006). Für das EZG Jahna sind aus landwirtschaftlicher Sicht insbesondere die folgenden Zielvariablen von Interesse, da bei diesen im Vergleich zur Ist-Zustands- und Defizitanalyse ein Defizit in den Oberflächengewässern oder bzw. und im Grundwasser besteht:

- *Stickstoff:* Nitrat-Fracht/-Konzentration
- *Phosphor:* Gesamt-P-Fracht/-Konzentration und ortho-Phosphat-P-Fracht/-Konzentration

Darüber hinaus spielen aber auch die Zielvariablen Kosten und Akzeptanz von zu ergreifenden Maßnahmen bei der Maßnahmenplanung eine Rolle.

6 Ursachenanalyse

6.1 Nährstoffbelastung

Punktquellen: Der Anschlussgrad der Bevölkerung an die zentrale Abwasserbeseitigung ist im ländlich geprägten EZG Jahna teilweise sehr gering (SMUL 2004). So sind in fast der Hälfte des EZG nur maximal 30 % der Einwohner an eine zentrale Kläranlage angeschlossen (Abbildung 16). Lediglich die beiden nördlichsten Gemeinden Riesa und Hirschstein weisen einen Anschlussgrad von bis zu 100 % auf. Dies bedeutet, dass die Abwasserbeseitigung im Einzugsgebiet überwiegend dezentral über Gruben und Kleinkläranlagen erfolgt. In Gruben wird das häusliche Abwasser gesammelt und regelmäßig in eine zentrale Kläranlage abgefahren. Bei vielen älteren Gruben werden jedoch häufig nur Teilströme des Abwassers (z. B. Schwarzwasser) gesammelt, der Rest (z. B. Grauwasser) wird hingegen ungereinigt entweder der Vorflut zugeführt oder versickert im Untergrund. Kleinkläranlagen, in denen hingegen das gesamte häusliche Abwasser behandelt wird, sind in der Regel mit geringeren Reinigungsleistungen als zentrale Kläranlagen ausgestattet, sodass noch nährstoffbelastete Abwässer der Vorflut zugeführt werden oder im Untergrund versickern.

Das Diagramm in Abbildung 16 zeigt die punktuellen Nährstoffemissionen durch kommunales Abwasser in die Jahna nach GRUNEWALD u. a. (2007). Im oberen EZG gibt es viele dezentrale Kleinkläranlagen, sodass hier höhere punktuelle Nährstoffeinträge in die Jahna erfolgen. Der OWK Jahna-2 weist die höchsten Nährstoffemissionen auf. Hier befindet sich neben einer Vielzahl von Kleinkläranlagen in Ostrau die einzige größere zentrale Kläranlage im Einzugsgebiet, die ihre gereinigten Abwässer der Jahna zuführt. Im unteren EZG besteht ein höherer Anschlussgrad der Bevölkerung an zentrale Kläranlagen. Diese leiten ihre gereinigten Abwässer in die Elbe ein, sodass hier die Nährstoffeinträge in die Jahna geringer sind. Insgesamt wird für das Untersuchungsgebiet eine punktuelle Emission von 18.848 kg N/a und 4.686 kg P/a (Tabelle 29 im Anhang) ermittelt. Industrielle Direkteinleiter und Nahrungsmittelbetriebe sind im EZG Jahna nicht vorhanden.

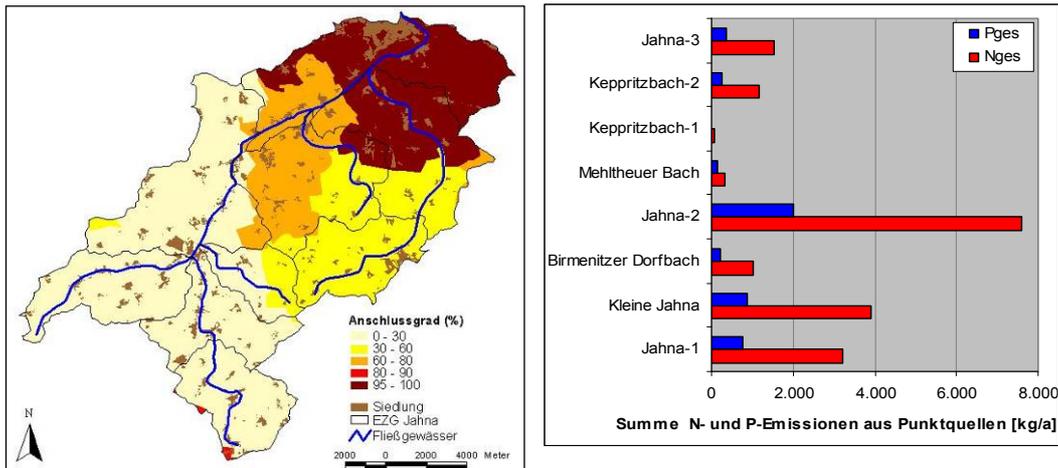


Abbildung 16: Anschlussgrad an zentrale Kläranlagen (Stand 1. Halbjahr 2004, links) und punktuelle N- und P-Einträge in Gewässer (rechts, GRUNEWALD u. a. 2007) der OWK im EZG Jahna

Diffuse Quellen:

Phosphoreintrag: Mit dem Modell STOFFBILANZ erfolgte eine Abschätzung der diffusen P-Einträge in die Gewässer (GRUNEWALD u. a. 2007, siehe auch Tabelle 10). Demnach werden jährlich 9,8 t Phosphor (Emission) (2/3 aller P-Emissionen) diffus in die Jahna bzw. Elbe eingetragen. Ca. 75 % der diffusen P-Einträge stammen nach STOFFBILANZ aus landwirtschaftlichen Nutzflächen, 25 % aus Siedlungsgebieten (Abbildung 17). Betrachtet man die Eintragspfade, so überwiegt mit >50 % der partikuläre Phosphoreintrag (Ppart). Die restlichen diffusen P-Einträge erfolgen gelöst über die verschiedenen Abflusspfade, wobei der Basisabfluss (P-Ag) mit einem Anteil von 16 % dominiert.

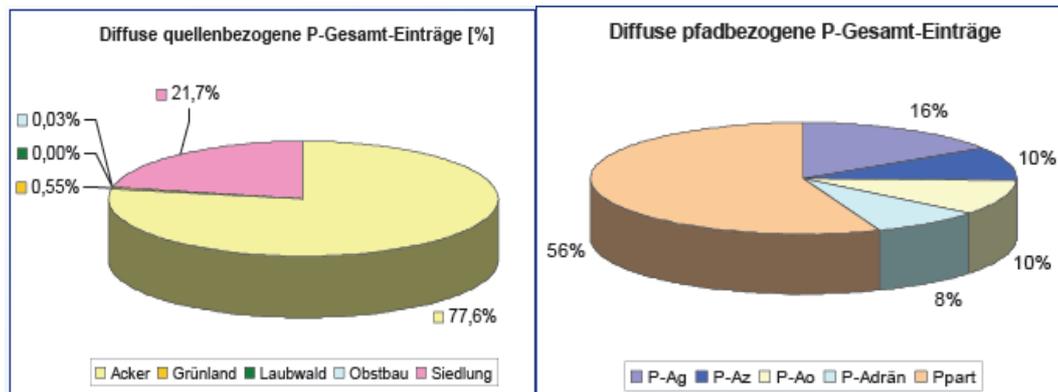


Abbildung 17: Quellen und Pfade der diffusen P-Einträge im EZG Jahna (KAISER u. a. 2006)

Stickstoffeintrag: Mit dem Modell STOFFBILANZ wurde ebenso wie für Phosphor eine Abschätzung der diffusen Stickstoffeinträge durchgeführt. Demnach werden jährlich 555 t Stickstoff (Emission)

(97 % aller N-Emissionen) in die Jajna bzw. die Elbe eingetragen (GRUNEWALD u. a. 2007, siehe auch Tabelle 11). Davon stammen >90 % aus landwirtschaftlichen Flächen und nur 6 % aus Siedlungsflächen (Abbildung 18). Nitrat ist im Gegensatz zu Phosphor stark wasserlöslich und wird demzufolge überwiegend gelöst über die verschiedenen Abflusswege aus dem Boden ausgetragen. Nach STOFFBILANZ dominiert der Stickstoffeintrag über den Basisabfluss (Nan-Ag) mit fast 50 %, gefolgt vom Zwischen- (Nan-Az) und Dränabfluss (Nan-Adrän) mit 30 bzw. 16 %.

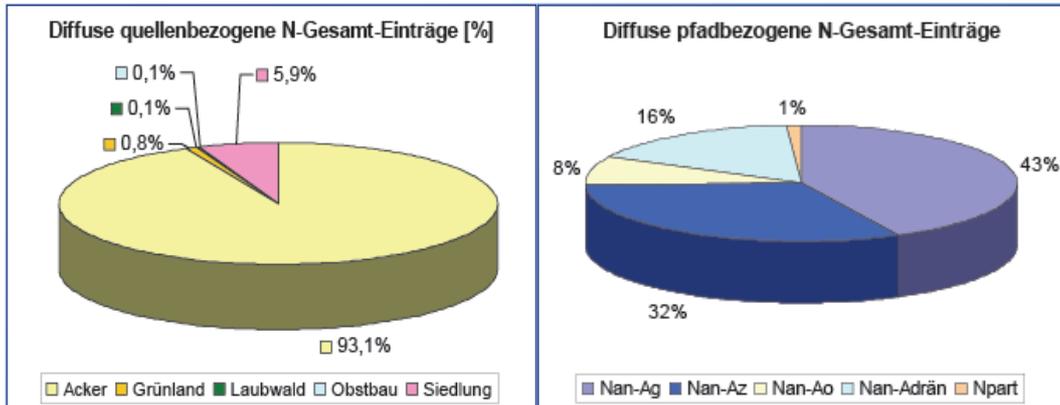


Abbildung 18: Quellen und Pfade der diffusen N-Einträge im EZG Jajna (KAISER u. a. 2006)

6.2 Schadstoffbelastung

Pflanzenschutzmittel dürfen grundsätzlich nur auf landwirtschaftlich, forstwirtschaftlich oder gärtnerisch genutzten Freilandflächen ausgebracht werden. Die Anwendung auf anderen Freilandflächen bedarf der Ausnahmegenehmigung durch die zuständige Behörde

(<http://www.landwirtschaft.sachsen.de/landwirtschaft/4274.htm>). Pflanzenschutzmittel können diffus, aber auch punktuell in die Gewässer eingetragen werden und regional oder lokal die Wasserqualität nachteilig beeinflussen.

Bei den in LFUG & LFL (2005) festgestellten Belastungen durch DDT wird angenommen, dass die Überschreitungen auf Rückstände im Boden oder illegale Beseitigung von Altbeständen zurückzuführen sind, da nach der Pflanzenschutz-Anwendungsverordnung ein vollständiges Anwendungsverbot für DDT besteht. Diuron wird in Totalherbiziden neben dem landwirtschaftlichen Einsatz auch auf Wegen und Plätzen verwendet, sodass als Belastungsquelle nach LFUG & LFL (2005) auch der kommunale Bereich in Betracht kommt. Dichlorprop, MCPA, Metazachlor und Metolachlor werden in selektiven Herbiziden vorrangig im landwirtschaftlichen Bereich eingesetzt, MCPA auch auf Zier- und Sportrasen.

6.3 Hydromorphologische Belastung

Ursachen für die fehlende Gewässerdurchgängigkeit im EZG Jajna sind Wehre, Sohlstufen sowie Speicher- und Rückhaltebecken, deren Rechtsform nach Angabe in der „Wehrdatenbank der säch-

sischen Fließgewässer“ des LfULG (<http://www.smul.sachsen.de/landwirtschaft/3503.htm>) häufig unbekannt ist. Während die Sohlstufen in der Regel zur Gefälleregulierung dienen, werden die Speicher- und Rückhaltebecken zum Hochwasserschutz, als Kulturstau oder kommunales Brauchwasserreservoir genutzt. Die noch intakten Wehre besitzen unterschiedliche Verwendungszwecke: zur Energieerzeugung, Sohlstabilisierung, Gefälle-, Wasserstands-, Zuflussregulierung, Grundwasseranreicherung, Sicherung der Abwassereinleitung, Speisung von Teichen, Bewässerung oder bzw. sowie als Kulturstau.

Wie in Kapitel 4.2.3 bereits beschrieben, besitzen die Jahna und ihre Nebenflüsse überwiegend ein naturfernes, aber verfallenes, mäßig tiefes bis tiefes Regelprofil mit über weite Strecken begradigter Linienführung und ohne besondere Laufstrukturen. Die Gewässersohle ist streckenweise verbaut oder weist nur geringe Substratdiversität auf. Ebenso ist teilweise das Ufer durch Verbau gesichert. Da im Einzugsgebiet die landwirtschaftliche Nutzung dominiert, ist auch das Gewässerumfeld überwiegend landwirtschaftlich geprägt (Tabelle 7). Urbane Flächen oder sonstige Nutzungen wie Wald, Parks, Grünanlagen, Biotope und Brachen sind am Gewässer meist nur gering vorhanden (≤10 %). Etwas höher sind die Anteile der Bebauung im OWK Jahna-2 sowie der sonstigen Nutzungen im OWK Birnenitzer Dorfbach und Mehltheuer Bach. Die Gewässerstrukturgütekartierung ergab, dass die landwirtschaftlichen Nutzflächen zu 30 - 90 % und die Bebauungen zu 50 - 100 % bis an die Gewässerböschung herangehen und gewässerangrenzende Pufferzonen wie Saum- und Gewässerschutzstreifen sowie Wald- und Sukzessionsflächen fehlen (Tabelle 7).

Tabelle 7: Nutzungen im links- und rechtsseitigen Gewässerumfeld und fehlende Pufferzonen (Gewässerstrukturgütekartierung [LfUG 2006b])

	Jahna-1		Kleine J		Birm D		Jahna-2		Mehl B		Kepp-1		Kepp-2		Jahna-3	
	l	r	l	r	l	r	l	r	l	r	l	r	l	r	l	r
Landwirtschaft* [km]	4,8	4,9	7,4	6,4	4,6	3,6	7,6	8,4	7,0	6,0	6,7	5,5	8,9	9,1	8,7	10,3
Landwirtschaft* [%]	73	74	78	67	74	58	56	62	77	66	88	72	86	88	67	79
ohne Pufferzone [%]	60	37	64	50	52	31	78	69	91	82	60	49	92	75	41	48
Bebauung [km]	0,4	0,8	0,8	1,3	0,2	0,4	2,9	1,7	0,5	0,7	0,4	0,7	0,4	0,1	1,4	0,6
Bebauung [%]	6	12	8	14	3	6	21	13	5	8	5	9	4	1	11	5
ohne Pufferzone [%]	100	100	75	92	100	75	76	94	100	100	50	86	75	100	71	100
sonstiges** [km]	0,8	0,5	0,1	1,3	0,8	1,7	0,2	1,2	1,0	2,1	0,3	1,1	0,6	0,8	1,4	1,4
sonstiges** [%]	12	8	1	14	13	27	1	9	11	23	4	14	6	8	11	11
ohne Pufferzone [%]	0	20	0	31	0	12	50	67	10	52	100	18	0	0	36	0
Mischform [km]	0,6	0,4	1,2	0,5	0,6	0,5	2,8	2,2	0,6	0,3	0,2	0,3	0,5	0,4	1,5	0,7
Mischform [%]	9	6	13	5	10	8	21	16	7	3	3	4	5	4	12	5
ohne Pufferzone [%]	50	50	75	100	33	60	89	64	67	100	100	67	60	100	27	43
Σ Nutzung [km]	6,6	6,6	9,5	9,5	6,2	6,2	13,5	13,5	9,1	9,1	7,6	7,6	10,4	10,4	13,0	13,0
o. Pufferzone [%]	55	44	65	56	45	31	79	71	81	77	62	49	85	70	42	45

(*Acker/Grünland/Gärten/Nadelforst; **Wald/Parks/Grünanlage/Biotope/Brachen/flächenhafte Umfeldstrukturen)

7 Maßnahmenplanung

7.1 Rahmenbedingungen und Entwicklungstrends in der Landwirtschaft

Nachfolgend werden einige Rahmenbedingungen und Entwicklungstrends in der Landwirtschaft genannt und erläutert, die Einfluss auf die Umsetzung der WRRL haben können. Im Fokus stehen dabei insbesondere agrarpolitische, marktwirtschaftliche und umweltbezogene Aspekte. Zudem wurden bereits seit den 1990er-Jahren in Sachsen gewässerschonende landwirtschaftliche Maßnahmen ergriffen, die den Gewässerzustand auch zukünftig noch beeinflussen können.

Agrarpolitik: Die Welthandelsorganisation (WTO) strebt die globale Liberalisierung des Agrarhandels durch Marktöffnungen gegenüber Entwicklungsländern, Abbau der Exporterstattungen und Senkung der Zölle und des weltweiten Stützungs- und Subventionsniveaus im Agrarbereich an (SMUL 2007a). Für die Industrieländer kann die Liberalisierung zwar einerseits eine Steigerung von Wettbewerb und Konkurrenz bedeuten, andererseits können jedoch auch deren Chancen auf den Weltagrarmärkten erhöht werden. Innerhalb Europas soll mit der Reform der Gemeinsamen Agrarpolitik (GAP) 2003 eine Rückführung der Marktstützung hin zu einer verstärkten Marktorientierung und Unternehmerrolle erreicht werden (SMUL 2008a). Kernelemente der Reform sind die Entkopplung der Direktzahlungen von der Produktion (Betriebsprämien), die Kopplung der Direktzahlungen an Bewirtschaftungsstandards in den Bereichen Umwelt- und Tierschutz, Lebens- und Futtermittelsicherheit (Cross Compliance) sowie die Kürzung der Direktzahlungen (Modulation) zur Bereitstellung von Mitteln zur Förderung der ländlichen Entwicklung (BMELV 2006a). Die GAP-Finanzierung erfolgt im Zeitraum 2007 - 2013 einerseits durch den Europäischen Garantiefonds für die Landwirtschaft (EGFL) (u. a. für Direktzahlungen und verbleibenden Marktordnungsausgaben [1. Säule]) und andererseits durch den Europäischen Landwirtschaftsfonds für die Entwicklung des ländlichen Raums (ELER) (u. a. für Agrarumweltmaßnahmen [2. Säule]). Zukünftig wird sich die GAP zunehmend auf Rahmenregelungen beschränken (EICHKORN 2007). Hinsichtlich der Marktordnungen ist u. a. mit der Rückführung der Intervention und Lagerhaltung sowie dem Abbau von Marktregulierungsinstrumenten wie Quoten und Flächenstilllegung zu rechnen. Zudem wird nach 2013 eine deutliche Kürzung der Direktzahlungen erwartet. Die ländliche Entwicklungspolitik wird neuer EU-Politikschwerpunkt mit wichtigen Geschäftsfeldern für den Agrarsektor sein (Gemeinwohlmarkt).

Agrarmärkte: Durch die Zunahme der Weltbevölkerung und der Nachfrage nach erneuerbaren Energien wird die weltweite Agrar- und Nahrungsmittelproduktion auch zukünftig expandieren, sodass sich für die sächsische Landwirtschaft neue Chancen auf den Weltagrarmärkten eröffnen können. Von besonderem Interesse sind die Entwicklungstrends der Märkte für Getreide und Ölfrüchte, da diese die Hauptfruchtarten in dem vom Ackerbau dominierten EZG Jahna darstellen.

Im Untersuchungsgebiet werden demzufolge auch künftig ähnliche Anbauverhältnisse herrschen, d. h. der Getreide- (inklusive Mais) und Rapsanbau wird auch in den nächsten Jahren für die Landwirte im EZG Jahna interessant bleiben und gegebenenfalls weiter ausgedehnt werden. Generell wird durch die stetige Nachfrage nach Agrarprodukten für die Landwirte der Anreiz zur Intensi-

vierung bisher extensiv genutzter oder stillgelegter Flächen geschaffen (HENK 2007). Demgegenüber steht jedoch die Verteuerung der Betriebsmittel (z. B. Diesel, Heizöl und Düngemittel) aufgrund des gestiegenen Erdölpreises. Ebenfalls gestiegen sind die Kosten für Maschinen, Geräte und Neubauten. Zukünftig ist eine weitere Erhöhung der Öl- und Gaspreise und damit der Betriebsmittelkosten nicht auszuschließen. Steigende Energiepreise und sinkende Subventionen werden die Landwirte zur Kostensenkung zwingen. Optimierungsbedarf besteht v. a. bei den derzeit hohen Arbeitserledigungskosten (Personal- und Technikeinsatz). Darüber hinaus ist eine weitere Effizienzerhöhung auch beim Dünge- und Pflanzenschutzmitteleinsatz möglich (LFL 2007, HENK 2007).

Natur und Umwelt: Der globale Klimawandel stellt eine der wichtigsten umweltbezogenen Rahmenbedingungen, von der die Landwirtschaft direkt betroffen ist bzw. zukünftig sein wird, dar (DEUTSCHER BAUERNVERBAND 2007). Nach KÜCHLER & SOMMER (2005) zeigen sich für Sachsen folgende Klimatrends:

- Temperaturerhöhung (mildere Winter und länger anhaltende Hitzewellen im Sommer),
- CO₂-Anstieg in der Atmosphäre,
- Niederschlagsveränderungen (geringere Sommer- und leicht höhere Winterniederschläge),
- Zunahme der Wetterextreme (Starkniederschläge und Dürreperioden).

Diese klimatischen Trends können die Rahmenbedingungen im sächsischen Acker- und Pflanzenbau folgendermaßen ändern (ALBERT 2007, SCHMIDT 2007):

- Verschiebungen von Vegetationszonen durch eine Nordwanderung der optimalen Wachstumsgebiete von Kulturpflanzen,
- Verlängerung der Vegetationsperiode,
- Anstieg der Photosyntheserate bei C3-Pflanzen,
- veränderter Wasserhaushalt: höheres Wasserangebot im Winter, Wasserknappheit im Sommer,
- Ertragsschwankungen und Ernteausfälle durch Wetterextreme,
- höherer Krankheits- und Schädlingsdruck.

Im Rahmen der Umsetzung der WRRL können nach ALBERT (2007) die Klimaänderungen hinsichtlich des landwirtschaftlich bedingten Stoffaustrags

- zur Erhöhung des Wasser- und Winderosionsrisikos und damit einhergehend der P-Austragsgefahr durch Starkniederschläge bzw. Trockenperioden,
- zur Erhöhung der N-Auswaschungsgefahr durch höhere N-Konzentrationen im Sickerwasser infolge geringerer Sickerwassermengen sowie
- zur Erhöhung des Risikos gasförmiger N-Verluste (Ammoniakentgasung) durch zunehmende Temperaturen und Trockenheit

führen und somit die Anforderungen an den landwirtschaftlichen Ressourcenschutz erhöhen.

Neben dem klimarelevanten Ressourcenschutz kommen auf die Landwirtschaft im Untersuchungsgebiet gegenwärtig und zukünftig weitere umweltbezogene Anforderungen wie z. B. aus dem Natur-, Wasser- und Hochwasserschutz zu. Im Bereich Naturschutz können sich gegebenenfalls Anforderungen an die landwirtschaftliche Bewirtschaftung im Rahmen der Umsetzung von Natura 2000 ergeben (siehe Kapitel 7.2). Für die im EZG Jahna befindlichen Wasserschutzgebiete gibt es nach SächsSchAVO schutzzonengebundene Nutzungseinschränkungen für die Landwirtschaft (siehe Kap. 7.3). Darüber hinaus ist die Jahnaaue Teil der nach §100, SächsWG ausgewiesenen Überschwemmungsgebiete. Das Hochwasserschutzkonzept (G.U.B. INGENIEURGESELLSCHAFT MBH 2004) sieht hier folgende landwirtschaftliche Maßnahmen vor:

- Reduzierung der Erosionsgefährdung durch konservierende Bodenbearbeitung,
- Erhaltung der bereits bestehenden auetypischen Freiräume und Retentionsflächen in der Jahnaaue im Mittel- und Unterlauf von Ostrau bis zur Elbmündung,
- Wiederherstellung bzw. Erhöhung des Grünlandanteiles in den Auen,
- Extensive Mäh- und Weidenutzung auf vorhandenen Grünlandflächen in den Auebereichen, insbesondere in der Jahnaaue zwischen Ostrau und Riesa,
- Einrichtung von Ackerrandstreifen bzw. Gewässerrandstreifen,
- Anlage von linearen und flächigen Gehölzstrukturen in den ackerbaulich genutzten Bereichen.

Umsetzung von Agrarumweltmaßnahmen in der Vergangenheit: Im Jahr 1993 wurde u. a. zum Schutz der Umwelt vom Freistaat Sachsen das Programm „Umweltgerechte Landwirtschaft“ (UL) eingeführt. Ziel war, einen Anreiz für Landwirte zu schaffen, umweltschonende Methoden im Acker-, Obst- und Weinbau sowie in der Grünlandwirtschaft einzuführen und beizubehalten. Durch die Verordnung (EG) Nr. 1257/1999 konnten Agrarumweltmaßnahmen der folgenden Teilprogramme in der Förderperiode 2000 - 2006 fortgesetzt werden:

- Umweltgerechter Ackerbau (UA)
- Extensive Grünlandwirtschaft (KULAP)
- Umweltgerechter Gartenbau, Weinbau und Hopfenanbau (UGA)
- Erhaltung genetischer Ressourcen (ER)
- Naturschutz und Erhalt der Kulturlandschaft (NAK).

Das am stärksten in Anspruch genommene Programm war der Umweltgerechte Ackerbau (UA), bei dem Boden schonende Maßnahmen des Integrierten Ackerbaus zur Verminderung der Bodenerosion und der Nitratauswaschung im Vordergrund standen. Förderfähig waren die Agrarumweltmaßnahmen pfluglose Bodenbearbeitung mit Mulchsaat im Herbst bzw. Frühjahr, der Anbau von Zwischenfrüchten und Untersaaten sowie der Ökologische Ackerbau. Da der Ackerbau im EZG Jahna die Landwirtschaft dominiert, wird nachfolgend nur auf die UA-Maßnahmen eingegangen.

Tabelle 8: Umfang der UL-Maßnahmen im Programm „Umweltgerechter Ackerbau“ in den AfL im EZG Jahna im Zeitraum 2004 - 2006 im Vergleich zu 2000/01. *Kursiv dargestellt ist der Anteil der UA-Maßnahmen an der AfL-Ackerfläche der Jahre 2005/06*

AfL (Nr.)	Jahr	Mulchsaat Herbst [ha bzw. %]	Mulchsaat Frühjahr [ha bzw. %]	Zwischenfrüchte [ha bzw. %]	Untersaaten [ha bzw. %]
Döbeln (9)	2000/01	13.189	2.071	2.057	8
	2004	17.784	2.636	3.026	6
	2005	17.712 (32)	2.556 (4,6)	2.739 (5,0)	6 (0,01)
	2006	16.744 (30)	2.325 (4,2)	2.402 (4,3)	(0)
Großenhain (10)	2000/01	21.588	3.244	4.343	73
	2004	27.491	4.431	5.880	66
	2005	28.242 (32)	4.019 (4,6)	5.252 (6,0)	98 (0,11)
	2006	27.912 (32)	4.216 (4,8)	5.205 (5,9)	35 (0,04)

In den beiden Ämtern für Landwirtschaft Döbeln und Großenhain, in denen das EZG Jahna liegt, wurde in den Jahren 2005 und 2006 die konservierende Bodenbearbeitung, insbesondere mit Mulchsaat im Herbst, am umfangreichsten (32 % der Ackerfläche) gefördert (Tabelle 8). Die Förderung der Mulchsaat im Frühjahr wurde nur in geringem Maße in Anspruch genommen, was auf den vorwiegenden Anbau von Winterkulturen in dieser Region zurückgeführt werden kann. Der Anbau von Zwischenfrüchten wurde auf 5 - 6 % der Ackerflächen gefördert. Für Untersaaten wurde hingegen keine bzw. kaum Förderung beantragt. Eine Steigerung des Flächenanteils seit 2000 erfolgte insbesondere bei Mulchsaat im Herbst. Der Umfang der anderen UA-Maßnahmen blieb über die Jahre in etwa gleich.

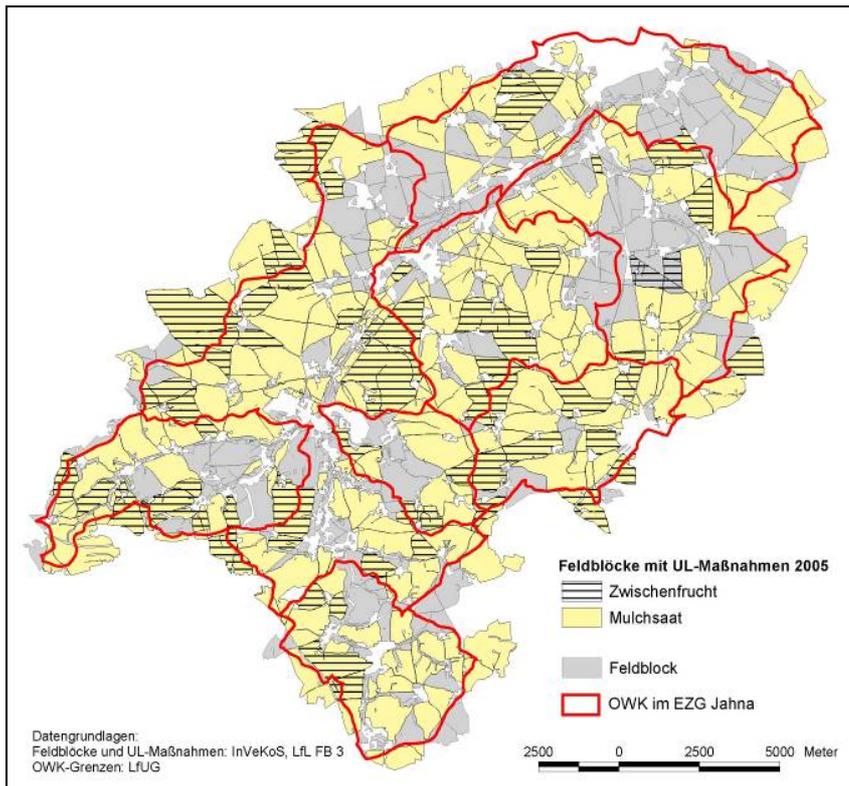


Abbildung 19: Verteilung der feldblockbezogenen UA-Maßnahmen im EZG Jahna im Jahr 2005. Zu beachten ist, dass die Maßnahme häufig nur auf einer Teilfläche des Feldblocks umgesetzt wurde.

Abbildung 19 zeigt die Verteilung der UA-Maßnahmen im EZG Jahna im Jahr 2005, wobei die Maßnahmen jedoch in der Regel nicht auf den gesamten Feldblöcken umgesetzt worden sind. Einen Anhaltspunkt für den Maßnahmenumfang je OWK gibt Tabelle 9. Hierbei ist jedoch zu beachten, dass aufgrund des Nichtlokalisierens der Fördermaßnahmen innerhalb des Feldblocks nur die Feldblöcke, deren Mittelpunkte innerhalb der OWK liegen, bei der Auswertung berücksichtigt wurden. Der Umfang der geförderten Maßnahmen in den OWK schwankt bei Mulchsaat im Herbst von 17 % (Jahna-1) bis 52 % (Keppritzbach-1), bei Mulchsaat im Frühjahr von 0 % (Jahna-3) bis 10 % (Kleine Jahna) und bei Zwischenfrüchten von 1 % (Jahna-3) bis 10 % (Birmenitzer Dorfbach). Diese Werte stellen jedoch nur die beantragten Fördermaßnahmen dar und zeigen somit den Mindestumfang der Maßnahmenumsetzung auf. In der Realität kann der Maßnahmenumfang jedoch deutlich höher sein, wie das Beispiel der konservierenden Bodenbearbeitung im OWK Jahna-1 im Jahr 2005 verdeutlicht. Eine Umfrage von KORNMANN u. a. (2006) hat ergeben, dass im Einzugsgebiet des Baderitzer Stausees 75 % aller Ackerflächen im Jahr 2005 konservierend bewirtschaftet wurden. Ein Großteil der Maßnahme wurde somit vermutlich ohne Förderung durchgeführt. Der tatsächliche Umfang von in der Vergangenheit umgesetzten Gewässerschonenden Maßnahmen im gesamten EZG Jahna kann nicht erfasst werden.

Tabelle 9: Umfang der UA-Maßnahmen in den OWK im EZG Jahna im Jahr 2005. Die Ackerflächen sind OWK-genau, die Flächen der UA-Maßnahmen je OWK beinhalten dagegen die Gesamtheit der UA-Maßnahmen der Feldblöcke, die ihr geometrisches Mittel im OWK haben.

	Ackerland	Mulch Herbst		Mulch Frühjahr		Zwischenfrucht	
	[ha]	[ha]	[%]	[ha]	[%]	[ha]	[%]
Jahna-1	1566	260	17	108	6,9	61	3,9
Kleine Jahna	1911	854	45	191	10,0	168	8,8
Birmenitzer Dorfbach	956	303	32	91	9,5	91	9,5
Jahna-2	4815	1918	40	312	6,5	309	6,4
Mehltheuer Bach	2714	1224	45	55	2,0	71	2,6
Keppritzbach-1	1742	901	52	120	6,9	138	7,9
Keppritzbach-2	2892	672	23	27	0,9	152	5,2
Jahna-3	2950	631,5	21		0	31	1,1
Summe/Mittelwert	19547	5650	29	604	3,1	793	4,1

7.2 Definition und Wirkungsabschätzung des Baselineszenarios

Das Baselineszenario beinhaltet die grundlegenden laufenden und bereits geplanten Maßnahmen unter Berücksichtigung von Entwicklungstrends und der Wirkung bereits umgesetzter ergänzender Maßnahmen. Anhang VI der WRRL enthält eine Liste von grundlegenden Maßnahmen, die in die Maßnahmenprogramme aufzunehmen sind. Die Liste umfasst europäische Richtlinien, u. a. Klärschlamm-Richtlinie (86/278/EWG), Nitratrichtlinie (91/676/EWG), Pflanzenschutzmittel-Richtlinie (91/414/ EWG), Vogelschutzrichtlinie (79/409/EWG) und Habitatrichtlinie (92/43/EWG), die im Rahmen der WRRL in den europäischen Mitgliedsstaaten umgesetzt werden sollen. Nach einer UMK/AMK-Arbeitsgruppe werden als Ergebnis der Umsetzung dieser europäischen Richtlinien in nationales Recht insbesondere die Vorgaben der nachfolgenden Rechtsvorschriften als grundlegende Maßnahmen im landwirtschaftlichen Bereich angesehen (schr. Mitt. FRIESE 2006b):

- Düngeverordnung,
- Länderverordnungen zur Regelung der erforderlichen Lagerkapazität sowie der Anforderungen an die Bauweise von Anlagen zur Lagerung von Dung,
- Klärschlammverordnung,
- Pflanzenschutzgesetz,
- Regelungen zur Umsetzung von Natura 2000.

7.2.1 Die Grundsätze der guten fachlichen Praxis als grundlegende Maßnahmen

Bewirtschaftungsregeln, die im landwirtschaftlichen Fachrecht beschrieben sind und eine weitgehend umweltfreundliche Landwirtschaft als Mindeststandard definieren, werden als gute fachliche

Praxis in der Landwirtschaft bezeichnet. Die wichtigsten Grundsätze und Anforderungen, die sich aus diesen Vorschriften für die Landwirtschaft ergeben, sind nach DOLESCHEL & DEMMEL (2006):

- nachhaltige Sicherung der Bodenfruchtbarkeit und -leistungsfähigkeit,
- standort- und witterungsangepasste Bodenbearbeitung, Düngung und Pflanzenschutz,
- die Bodenfruchtbarkeit sichernde und fördernde Fruchtfolgegestaltung,
- Beachtung aller Grundsätze des Integrierten Pflanzenschutzes,
- sachgerechte Düngemittelanwendung,
- gegenseitige Abstimmung von Düngung und Pflanzenschutz,
- Flächenbindung der Tierhaltung (z. B. Mengenbegrenzung bei Wirtschaftsdüngern),
- Vermeidung von Schädwirkungen durch Bodenverdichtung, -erosion, Abdrift von Pflanzenschutz- und Düngemitteln,
- Vermeidung von Pflanzenschutzmittel-Rückständen in Gewässern und im Grundwasser,
- Einhaltung und Förderung naturbetonter Landschaftselemente.

Diese Grundsätze sind vom Landwirt verpflichtend einzuhalten, bei Zuwiderhandlung muss er mit finanziellen Sanktionen rechnen. Um den Umfang der Maßnahmen der guten fachlichen Praxis aufzuzeigen, werden die Grundsätze der oben aufgeführten landwirtschaftlichen Rechtsvorschriften nachfolgend näher erläutert.

Düngeverordnung (DüV): Das Düngemittelgesetz vom 15.11.1977 gebietet die ordnungsgemäße Anwendung von Düngemitteln. In der Düngeverordnung vom 26.01.1996 wurden erstmalig auf Bundesebene einheitliche Grundsätze zur guten fachlichen Praxis bei der Düngung festgelegt. Zur strikteren Umsetzung der EG-Nitratrichtlinie wurde auf Druck der EU die DüV im Jahr 2006 umfassend novelliert. Neben der Konkretisierung von folgenden Grundsätzen der guten fachlichen Praxis hat die DüV auch die Verminderung von stofflichen Risiken durch die Anwendung von Düngemitteln etc. zum Ziel (DJUREN 2006):

- sachgerechte Düngebedarfsermittlung unter Berücksichtigung des Nährstoffbedarfs des Pflanzenbestandes, der im Boden verfügbaren Nährstoffmengen und -festlegung, des Kalk- und Humusgehalts des Bodens sowie der Anbaubedingungen
- Ermittlung der verfügbaren Nährstoffmengen im Boden vor Aufbringung für:
 - Stickstoff mindestens jährlich durch Nmin-Untersuchungen oder Empfehlungsrichtwerte
 - Phosphat auf Schlägen >1 ha mindestens alle sechs Jahre durch Bodenuntersuchungen
- Ausbringungsverbot auf überschwemmten, wassergesättigten, gefrorenen oder schneebedeckten Böden
- Einhaltung von Abstandsauflagen zu oberirdischen Gewässern:
 - generell 3 m bzw. 1 m, wenn genaue Platzierung des Düngers möglich ist
 - höhere Anforderungen auf stark geneigten Ackerflächen
- Applikationsgeräte müssen den allgemein anerkannten Regeln der Technik entsprechen.
- Ermittlung der Nährstoffgehalte (N und P) von organischen und organisch-mineralischen Düngemitteln, einschließlich Wirtschaftsdünger, vor Applikation

- unverzügliche Einarbeitung von flüssigen organischen bzw. organisch-mineralischen Düngemitteln oder Geflügelkot auf unbestelltem Ackerland
- max. Ausbringung von Wirtschaftsdüngern tierischer Herkunft auf Acker- und Grünland im Betriebsdurchschnitt 170 kg N/ha (bis 230 kg N/ha auf Intensivgrünlandflächen)
- Ausbringungsverbot für Düngemittel mit wesentlichem Gehalt an verfügbarem Stickstoff auf Ackerland vom 01.11. – 31.01. und auf Grünland vom 15.11. – 31.01.
- Ausbringung von max. 40 kg NH₄-N/ha oder 80 kg Gesamt-N/ha flüssige organische bzw. organisch-mineralische Düngemittel oder Geflügelkot auf Ackerland nach Ernte der Hauptfrucht nur bei Anbau einer Folgekultur inklusive Zwischenfrucht im gleichen Jahr oder zur Düngung der Getreidestrohrotte
- Erstellung eines jährlichen betrieblichen Nährstoffvergleichs für Stickstoff und Phosphat als Flächen- oder aggregierte Schlagbilanz
- Einhaltung von maximalen N- und P-Salden im Gesamtbetrieb:
 - max. 20 kg/ha P₂O₅-Überschuss im 6-jährigen Durchschnitt
 - zur Zeit max. 90 kg/ha N-Überschuss im 3-jährigen Durchschnitt (Zielgröße ab 2009: max. 60 kg N/ha N-Überschuss)
- Erstellung von Aufzeichnungen bis zum 31.03. des Folgejahres zu Nährstoffvergleichen, Nmin-Werten, Bodenuntersuchungsergebnissen und Nährstoffgehalten der organischen Düngemittel
- sieben Jahre Aufbewahrungsfrist sämtlicher Aufzeichnungen.

Sächsische Dung- und Silagesickersaftanlagenverordnung (SächsDuSVO): Die im Jahr 1999 in Kraft getretene SächsDuSVO dient ebenfalls der Umsetzung der Nitratrichtlinie (91/676/EWG) mit dem Ziel, die Gewässer vor Verunreinigung durch Nitrat aus landwirtschaftlichen Quellen zu schützen. Die Verordnung enthält folgende Vorgaben für das Lagern und Abfüllen von Dung und Silagesickersäften:

- dichte, standsichere und widerstandsfähige Anlagen, die den allgemein anerkannten Regeln der Technik entsprechen und ständig überwacht werden,
- Mindestlagerkapazität für Dung von 180 Tagen und Silagesickersäften von 3 % des Silorraumes,
- Anzeigepflicht von Dung- und Silagesickersaftanlagen,
- höhere Anforderungen an Anlagen in Schutz- und Überschwemmungsgebieten.

Klärschlammverordnung (AbfKlÄV): Zur Umsetzung der Klärschlamm-Richtlinie (86/278/EWG) wurde 1992 die AbfKlÄV erlassen, die das Aufbringen von Klärschlamm aus Abwasserreinigungsanlagen auf landwirtschaftlich, forstwirtschaftlich oder gärtnerisch genutzten Flächen regelt. Ziel dieser Verordnung ist es, „die Nährstofffrachten aus Klärschlamm im Sinne guter fachlicher Praxis zu kontrollieren und den Eintrag von anorganischen und organischen Schadstoffen auf ein pflanzenbaulich und umwelttoxikologisch unbedenkliches Maß zu beschränken“ (HEGE u. a. 2006, S. 194). Die Verordnung enthält Grenzwerte für Schwermetalle und schreibt die regelmäßige

Durchführung von Boden- und Klärschlammuntersuchungen vor. Darüber hinaus regelt die AbfKlÄV u. a. die:

- Voraussetzungen für das Aufbringen auf landwirtschaftlich oder gärtnerisch genutzten Böden,
- Aufbringungsverbote und Beschränkungen,
- Aufbringmenge und
- Nachweispflichten (HEGE u. a. 2006).

Neben den oben beschriebenen Verordnungen gibt es noch das Düngemittelgesetz, die Düngemittelverordnung und die Bioabfall-Verordnung, die das Inverkehrbringen von Düngemitteln und deren sachgerechte Anwendung regeln.

Pflanzenschutzgesetz (PflSchG): Ziel des PflSchG ist nach § 1 einerseits der Schutz der Kulturpflanzen und der Pflanzenerzeugnisse vor Schadorganismen und nichtparasitären Beeinträchtigungen, andererseits aber auch die Gefahrenabwendung, die durch die Anwendung von Pflanzenschutzmitteln oder durch andere Maßnahmen des Pflanzenschutzes, insbesondere für die Gesundheit von Mensch und Tier und für den Naturhaushalt, entstehen können. Mit den Novellierungen des PflSchG von 1998 und 2008 wurde die Harmonisierung des Pflanzenschutzrechtes auf EU-Ebene gewährleistet sowie ein möglichst hohes Schutzniveau für Mensch und Naturhaushalt verankert. Das Gesetz regelt die Zulassung, den Vertrieb und die Anwendung von Pflanzenschutzmitteln sowie die Anforderungen an die Pflanzenschutzgeräte. Wichtige Grundsätze der guten fachlichen Praxis im Pflanzenschutz sind (BMELV 2006b):

- standortgerechte Anbausysteme, Fruchtfolgen, Kulturarten, Bodenbearbeitung, Pflegemaßnahmen und Düngung
- Nutzung von Toleranz- oder Resistenzeigenschaften bei der Sortenwahl
- Nutzung von Hygienemaßnahmen
- Wahl von Saat- und Pflanzzeiten zur Vermeidung der Förderung von Schadorganismen
- Beobachten der Pflanzenbestände hinsichtlich Entwicklung und Gesundheitszustand
- Beachten der Hinweise der amtlichen Pflanzenschutzberatung
- nur Anwendung zugelassener Pflanzenschutzmittel durch Sachkundige mit geprüften Geräten
- Anpassung der Anwendungen und Aufwandmengen an die Gegebenheiten
- soweit möglich Vermeidung großflächiger Bekämpfungsmaßnahmen durch Teilflächen-, Rand- und Einzelpflanzenbehandlung
- Verringerung des Mittelaufwandes bei Tankmischungen (besondere Sorgfaltspflicht)
- Praktizierung von Resistenzmanagement-Strategien (z. B. Wechsel von Wirkstoffen und Wirkstoffkombinationen)
- Begrenzung der Lagerung von Pflanzenschutzmitteln auf das zeitlich und mengenmäßig notwendige Maß
- Ausbringung von Restbrühen und Reinigungsflüssigkeiten in geeigneter Verdünnung auf der Anwendungsfläche; keine Einleitung in Hofabläufe oder in die Kanalisation
- zeitnahe und transparente Dokumentation der betrieblichen Pflanzenschutzmittelanwendung

- Vermeidung von Abdrift auf angrenzende Nichtzielflächen (Gewässer, Biotope etc.).

Für den Vertrieb und die Anwendung von chemischen Pflanzenschutzmitteln gelten darüber hinaus weitere Rechtsvorschriften, u. a. Sachkunde-Verordnung, Pflanzenschutz-Anwendungsverordnung und Verordnung über Pflanzenschutzmittel und Pflanzenschutzgeräte.

Naturschutz/Natura 2000: Generell sind im Bundesnaturschutzgesetz (BNatSchG, § 5, Abs. 4) und Sächsischen Naturschutzgesetz (SächsNatSchG, § 1c, Abs. 3) die folgenden Grundsätze zur guten fachlichen Praxis in der Landwirtschaft festgelegt:

- standortangepasste Bewirtschaftung und Gewährleistung der nachhaltigen Bodenfruchtbarkeit und langfristige Nutzbarkeit der Flächen
- Unterlassung vermeidbarer Beeinträchtigungen von vorhandenen Biotopen
- Erhaltung und nach Möglichkeit Vermehrung der zur Vernetzung von Biotopen erforderlichen Landschaftselemente
- ausgewogenes Verhältnis der Tierhaltung zum Pflanzenbau und Vermeidung schädlicher Umweltauswirkungen
- kein Grünlandumbruch auf erosionsgefährdeten Hängen, in Überschwemmungsgebieten, auf Standorten mit hohem Grundwasserstand sowie auf Moorstandorten
- keine Beeinträchtigung der natürlichen Ausstattung der Nutzfläche (Boden, Wasser, Flora, Fauna) über das zur Erzielung eines nachhaltigen Ertrages erforderliche Maß hinaus
- schlagspezifische Dokumentation über den Einsatz von Dünge- und Pflanzenschutzmitteln nach Maßgabe des landwirtschaftlichen Fachrechts.

Im Rahmen der Umsetzung der Vogelschutz- und Habitatrichtlinie in BNatSchG und SächsNatSchG gilt nach § 22a Abs. 4 SächsNatSchG für Natura 2000-Gebiete ein generelles Verschlechterungsverbot. Der Schutz dieser Gebiete ist in § 22a SächsNatSchG geregelt. Zur Umsetzung der Richtlinien können die Naturschutzbehörden Anordnungen treffen. Die bisherige Bewirtschaftung besitzt jedoch grundsätzlich Bestandsschutz, d. h. die landwirtschaftliche Nutzung ist weiterhin erlaubt. Großflächige Änderungen des bisherigen Bewirtschaftungsregimes sollten aber mit der Naturschutzbehörde abgestimmt werden. Der Schutz wildlebender europäischer Vogelarten und bestimmter Pflanzenarten sowie gegebenenfalls bestehende Auflagen in ausgewiesenen Vogelschutz- und FFH-Gebieten sind Cross Compliance-relevant.

7.2.2 Umsetzung der grundlegenden Maßnahmen

Die Grundsätze der guten fachlichen Praxis gelten für alle landwirtschaftlichen Nutzflächen und sind von den Landwirten verpflichtend umzusetzen. Ein Teil der Grundsätze des landwirtschaftlichen Fachrechts ist Cross Compliance-relevant und wird jährlich von den zuständigen Behörden vor Ort systematisch (1 % der Direktzahlungsempfänger oder Empfänger von Zahlungen für bestimmte Maßnahmen der 2. Säule) sowie in Form von anlassbezogenen Cross Checks kontrolliert (SMUL 2008b). Die Kontrollen in den vergangenen Jahren in Sachsen haben gezeigt, dass die vollständige Umsetzung der guten fachlichen Praxis noch nicht in allen Bereichen erreicht wird.

Während seit 2005 in den meisten Bereichen (z. B. Vogel-, Pflanzenschutz) jährlich nur 1 - 2 % Verstöße festgestellt wurden, wurde gegen die Nitratrichtlinie bei 13 - 15 % der Kontrollen verstoßen (schr. Mitt. KERSTEN 2008a). Die Verstöße gegen die Nitratrichtlinie betrafen nach KERSTEN (schr. Mitt. 2008b) hauptsächlich fehlende Bodenuntersuchungen/Beratungsergebnisse zur N-Bedarfsermittlung, fehlende Untersuchungen bzw. Richtwerte bei Wirtschaftsdüngern, fehlende Nährstoffvergleiche, unzureichenden Lagerraum für Wirtschaftsdünger und die undichte oder seitlich nicht eingefasste Bodenplatte einer ortsfesten Festmistlagerstätte.

Die Managementpläne der Natura 2000-Gebiete mit den darin enthaltenen Erhaltungs- und Entwicklungszielen und -maßnahmen sind für die Behörden, die dem SMUL nachgeordnet sind, bindend (LFUG 2004). Die Umsetzung der über die gute fachliche Praxis hinausgehenden landwirtschaftlichen Maßnahmen in den Schutzgebieten und angrenzenden landwirtschaftlichen Nutzflächen soll vorrangig über freiwillige Vereinbarungen mit den betroffenen Landwirten erfolgen. Hoheitliche Maßnahmen (Rechtsverordnungen) sollen auf das unbedingt notwendige Maß beschränkt bleiben. Obwohl die Managementpläne der Natura 2000-Gebiete vordergründig naturschutzfachliche Maßnahmen enthalten, sind auch Synergieeffekte hinsichtlich der Zielerreichung gemäß WRRL vorhanden. Die Auswertung der Entwürfe der beiden FFH-Gebiete im EZG Jahna hat nachfolgenden Umfang an WRRL-relevanten, stoffaustragsbezogenen Maßnahmen ergeben:

FFH-Gebiet Jahnaniederung (BUDER 2005, Stand: 07/2005): Für das in den OWK Jahna-2 und 3 sowie Keppritzbach-2 und Mehltheuer Bach gelegene FFH-Gebiet (Abbildung 8 in Kapitel 4.1) wurden nur vereinzelt konkrete stoffaustragsmindernde Maßnahmen für Ackerflächen vorgeschlagen. Im Einzelnen sind dies die Anlage von Ackerrandstreifen von ca. 1 km Länge auf einer angrenzenden Ackerfläche im OWK Jahna-3 sowie die konservierende Bodenbearbeitung mit Mulchsaat und Zwischenfruchtanbau auf einer anderen angrenzenden, 23 ha großen Ackerfläche in den OWK Jahna-2 und 3. Weitere stoffaustragsmindernde Maßnahmen beziehen sich überwiegend auf Grünlandflächen:

- Extensive Grünlandbewirtschaftung: Der Umfang der Maßnahme beträgt ca. 62 ha und betrifft vier in InVeKoS erfasste Feldblöcke (Jahna-3, Keppritzbach-2). Als Maßnahmen werden u. a. die Begrenzung bzw. Verminderung des Düngemiteleinsatzes (bei Bedarf vorzugsweise Stallmist, bei Mineraldünger max. 50 kg N/ha*a) und z. T. das Belassen von Brach- oder Saumstreifen aufgeführt. Zudem soll kein Umbruch, keine Nach-/Neuansaat von Gräsern und keine Anwendung von chemisch-synthetischen Pflanzenschutzmitteln (Ausnahme: Einzelpflanzenbekämpfung bei Bedarf) erfolgen. Teilweise soll jährlich abschnittsweise ein 1 - 2 m breiter ungenutzter Randstreifen belassen werden.
- Erhaltungspflege: Maßnahmen zur Erhaltungspflege, die auch zur Stoffaustragsminderung beitragen, umfassen ca. 30 InVeKoS-Feldblöcke mit 250 ha Fläche (Jahna-2 und 3, Mehltheuer-Bach, Keppritzbach-2). Stoffaustragsmindernde Maßnahmen sind u. a. die Extensivierung von Gewässerrandstreifen bzw. Anlage von Pufferzonen durch die Einhaltung der Abstandsauflagen beiderseits des Gewässers gemäß § 50 SächsWG, die Herausnahme sensib-

ler Bereiche aus der Bewirtschaftung/Auszäunung sowie z. T. die Minimierung des Sedimenteintrages. Weiterhin werden bei einigen Maßnahmen die Auskopplung des Ufersaums bei Weidenutzung, die Vermeidung von Stoffeinträgen aus der Landwirtschaft, die Erhaltung naturnaher Uferstrukturen mit einer möglichst durchgängig dichten Ufervegetation sowie das Unterlassen von Entwässerungsmaßnahmen vorgeschlagen.

- **Entwicklungspflege:** Bei dieser Entwicklungsmaßnahme, die drei InVeKoS-Feldblöcke mit 28 ha umfasst (Jahna-3, Mehtheuer-Bach, Keppritzbach-2), sollen u. a. größere Teilbereiche nicht bewirtschaftet und die natürliche Sukzession zugelassen werden. Darüber hinaus sollen die Abstandsauflagen beiderseits des Gewässers gemäß § 50 SächsWG eingehalten werden.

FFH-Gebiet Dolomitgebiet Ostrau und Jahnatal (FUGMANN & JANOTTA 2005, Stand: 09/2005): Als WRRL-relevante, stoffaustragsmindernde Maßnahmen wurden im Entwurf des Managementplans des FFH-Gebietes, das sich vor allem im OWK Jahna-2 und zu kleinen Teilen auch in den OWK Birmenitzer Dorfbach und Kleine Jahna befindet (Abbildung 8 in Kapitel 4.1), u. a. folgende Maßnahmen vorgeschlagen:

- konservierende Bodenbearbeitung auf zehn Feldblöcken mit einer Gesamtfläche von ca. 440 ha (Jahna-2, Jahna-1, Birmenitzer Dorfbach),
- Umwandlung von Ackerland in Grünland von 3,4 ha eines Feldblockes (Jahna-2),
- Anlage von 10 m breiten Uferrandstreifen auf vier an Gewässern angrenzenden Ackerflächen von insgesamt ca. 1,5 km Länge (Jahna-2, Birmenitzer Dorfbach),
- Anlage von zwei 5 m breiten Schutzhecken mit 0,5 km Gesamtlänge (Jahna-2, Birmenitzer Dorfbach).

7.2.3 Einschätzung der Wirksamkeit der grundlegenden Maßnahmen

Die Wirksamkeit grundlegender Maßnahmen ist einzeln oder in ihrer Gesamtheit nicht quantifizierbar. In der Regel handelt es sich bei den Grundsätzen der guten fachlichen Praxis um Maßnahmen, deren Auswirkungen aufgrund komplexer stofflicher Verlagerungs-, Speicher- und Umsetzungsprozesse in der Landschaft schwer messbar sind. Infolge z. T. langer Verweilzeiten von Stoffen im Boden und Grundwasser kommt es z. B. zu einer zeitlichen Verzögerung der Wirksamkeit. Außerdem werden die stofflichen Prozesse stark von klimatischen Bedingungen beeinflusst. Zudem werden die Effekte der grundlegenden Maßnahmen von denen, die über die gute fachliche Praxis hinausgehen (z. B. UL-Maßnahmen), und anderen nicht landwirtschaftlichen Maßnahmen überlagert. Um dennoch Aussagen zur Wirksamkeit grundlegender Maßnahmen treffen zu können, werden geeignete Modelle sowie Expertenwissen genutzt.

Nährstoffe: Zur Einschätzung der Wirksamkeit von grundlegenden Maßnahmen hinsichtlich der Nährstoffeinträge werden die Ergebnisse der Modellierung mit STOFFBILANZ herangezogen. Diese können zwar nicht die grundlegenden Maßnahmen einzeln abbilden, stellen jedoch bedingt durch die landwirtschaftlichen Eingangsdaten einen mittleren Systemzustand des Zeitraums 1999 - 2004 dar. Da es mit der DüV bereits seit 1996 Grundsätze der guten fachlichen Praxis bei der Dün-

gung gab, sollten sich diese Grundsätze stark vereinfacht in den in das Modell eingegangenen Bewirtschaftungsdaten widerspiegeln. Zudem wurde der Umfang der bereits in der Vergangenheit vorgenommenen konservierenden Bodenbearbeitung berücksichtigt. Maßnahmen in Natura 2000-Gebieten werden nicht abgebildet. Diese können jedoch aufgrund des geringen Flächenumfangs vernachlässigt werden.

Das Web-GIS-basierte Modell STOFFBILANZ ist ein Verfahren zur quellen- und pfadbezogenen Quantifizierung diffuser Stoffeinträge (Stickstoff, Phosphor und Sediment) aus der Fläche (Emissionsbetrachtung) in mesoskaligen Einzugsgebieten. Darüber hinaus ist die Quantifizierung der aus der Emission resultierenden Stoffeinträge in die Oberflächengewässer mit Hilfe einfacher Schätzmethoden möglich (Immissionsbetrachtung). Der Modellansatz wurde Mitte der 1990er Jahre am Institut für Geographie der TU Dresden entwickelt. Seitdem wird das Modell u. a. im Auftrag von sächsischen Landesbehörden in Zusammenarbeit mit der Firma GALF bR stetig weiterentwickelt. Ausführliche Informationen zum Modell sind in der Erläuterung unter <http://www.stoffbilanz.de> sowie in GRUNEWALD u. a. (2006) und (2008) zu finden.

Ein in den Jahren 2005/06 durchgeführtes FuE-Projekt ist der „Atlas der diffusen Nährstoffeinträge in sächsische Gewässer“ (GRUNEWALD u. a. 2006), bei welchem das gegenwärtige Eintragungsgeschehen für Sediment-, Stickstoff- und Phosphorfrachten von der Fläche in die Gewässer Sachsens auf der Basis von 500 x 500 m Rasterzellen ermittelt wurde. Das Projekt soll einen Beitrag zur Maßnahmen- und Bewirtschaftungsplanung bei der Umsetzung der WRRL leisten. Ebenfalls zur Umsetzung der WRRL sollen die Ergebnisse des in den Jahren 2006/07 durchgeführten Projektes „Erstellung, Analyse und Bewertung ausgewählter Nutzungs- und Bewirtschaftungsszenarien im Flussgebiet Jahna“ (GRUNEWALD u. a. 2007) beitragen. Nachfolgend werden die beiden Projektergebnisse für die OWK im EZG Jahna vorgestellt. Das Augenmerk richtet sich hierbei auf die landwirtschaftlich verursachten N- und P-Einträge, die, wie in Kapitel 6.1 aufgezeigt, im EZG dominieren. Folgende landwirtschaftliche Daten liegen dem Modell zugrunde (GRUNEWALD u. a. 2006/2007):

- Agrarstruktur je Gemeinde im Zeitraum 1999-2004, InVeKoS
- Viehbestand je Gemeinde im Zeitraum 1999-2004, InVeKoS
- Erträge und Düngung je Fruchtart in Abhängigkeit von Wirtschaftsgebiet und Bodengüte
- konservierende Bodenbearbeitung 2006 auf Gemeindeebene auf Basis der Teilnahme am Teilprogramm UA, Zusatzförderung II.

Der Anbau von Zwischenfrüchten und Untersaaten wurde bei den Modellierungen im Rahmen des Projektes Nährstoffatlas (GRUNEWALD u. a. 2006) nicht berücksichtigt.

Phosphor (P): Durchschnittlich 52 % der P-Gesamtemissionen von 14,5 t/a im EZG Jahna stammen nach Abschätzung von STOFFBILANZ von landwirtschaftlichen Nutzflächen (Tabelle 10). Die Werte schwanken hierbei von 25 % im OWK Jahna-3 bis 82 % im OWK Keppritzbach-1. Der Großteil des landwirtschaftlichen P-Austrags wird partikulär durch Erosion verursacht, wobei knapp 80 % der partikulären P-Einträge von den Sedimenthauptlieferflächen stammen. Betroffen hiervon sind

v. a. das stärker reliefierte obere EZG mit den OWK Jahna-1 und 2, Kleine Jahna und Birmenitzer Dorfbach (Tabelle 10 und Abbildung 42 im Anhang).

Tabelle 10: Modellierte P-Emissionen (Em) und -Immissionen (Im) als Fracht bzw. Konzentration je OWK und für gesamtes EZG Jahna (*OWK Jahna-3 entspricht dem gesamten EZG Jahna bei Einbeziehung der Oberlieger) (GRUNEWALD u. a. 2007, geändert)

OWK	P-Landwirt. (+Wald)			P-Siedlung (diff+punkt) [kg/a]	Gesamt-P (Em) (OWK) [kg/a]	Gesamt-P (Em) (+Oberlieger)*		Re- ten- tion [%]	Gesamt-P (Im) (+Oberlieger)*		
	partik.	gelöst	gesamt			[kg/a]	[kg/a]		[mg/l]	[kg/a]	[mg/l]
	[kg/a]	[kg/a]	[kg/a]			[kg/a]	[kg/a]		[mg/l]	[kg/a]	[mg/l]
Jahna-1	1.048	291	1.339	952	2.291	2.291	0,67	65	792	0,23	
Kl. Jahna	734	275	1.009	1.005	2.014	2.014	0,69	72	571	0,20	
Birm. Dorfb.	642	163	805	273	1.078	1.078	0,73	71	313	0,21	
Jahna-2	1.500	570	2.070	2.625	4.695	10.078	0,70	72	2871	0,20	
Mehlth. B.	371	351	722	433	1.155	1.155	0,33	74	300	0,09	
Keppritzb.-1	562	241	803	172	975	975	0,41	73	264	0,11	
Keppritzb.-2	132	283	415	416	831	1.806	0,33	75	450	0,08	
Jahna-3	72	299	371	1.099	1.469	14.508	0,52	73	3912	0,14	
EZG Jahna	5.061	2.474	7.535	6.974	14.508						

Die Abschätzung der P-Konzentrationen aus den gesamten P-Frachten (inklusive Oberlieger) ergab auf Emissionsebene eine Spannweite von 0,33 mg/l (Jahna-3) bis 0,73 mg/l (Birmenitzer Dorfbach). Durch eine mittlere P-Retention von ca. 70 % wurden auf Immissionsebene (inklusive Oberlieger) eine Gesamt-P-Fracht von 3,9 t/a sowie P-Konzentrationen von 0,09 mg/l (Mehltheuer Bach) bis 0,23 mg/l (Jahna-1) ermittelt. Die mit STOFFBILANZ modellierten P-Immissionen (Frachten und Konzentrationen) weisen im Vergleich zu den Messwerten (siehe Kapitel 4.2.1 und 5.2, GRUNEWALD u. a. 2007, Tabelle 5.6) v. a. im unteren EZG größere Abweichungen auf. Grund hierfür kann nach GRUNEWALD u. a. (2007) das Vorgehen bei der Abbildung der Retention sein, durch das die Retention für das Jahna-EZG möglicherweise überschätzt wird.

Stickstoff (N): Nach Abschätzung mit STOFFBILANZ stammen durchschnittlich 95 % der gesamten N-Emissionen im EZG Jahna (574 t/a) von landwirtschaftlichen Nutzflächen, wobei die Spannweite von 90 % im OWK Jahna-1 bis 98 % in den OWK Mehltheuer Bach und Keppritzbach-2 reicht (Tabelle 11). Im Gegensatz zu Phosphor wird Stickstoff fast ausschließlich gelöst über die verschiedenen Abflussarten ausgetragen. Es dominiert die unterirdische Abflusskomponente Basisabfluss gefolgt vom Zwischen- und Dränabfluss. Die mit 150 t/a höchste landwirtschaftlich bedingte N-Fracht wurde für den größten OWK Jahna-2 ermittelt. Die geringsten landwirtschaftlichen N-Frachten (<30 t/a) weisen die OWK Birmenitzer Dorfbach und Keppritzbach-1 auf. Wird ein Zwischenfruchtanbau von 4 % (UA-ZFII 2005/06) der Ackerflächen im EZG Jahna berücksichtigt, ermittelt STOFFBILANZ eine Reduzierung der gesamten diffusen N-Emissionen (inklusive aus Sied-

lungen) auf EZG-Ebene um ca. 8 bzw. 11 % (Entzug von 80 bzw. 100 kg N/a) (GRUNEWALD u. a. 2007).

Tabelle 11: Modellierte N-Emissionen (Em) und -Immissionen (Im) als Fracht bzw. Konzentration je OWK und für gesamtes EZG Jahna (*OWK Jahna-3 entspricht dem gesamten EZG Jahna bei Einbeziehung der Oberlieger) (GRUNEWALD u. a. 2007, geändert)

OWK	N-Landwirt. (+Wald)			N-Siedlung (diff+punkt) [kg/a]	Gesamt-N (Em) (OWK) [kg/a]	Gesamt-N (Em) (+Oberlieger)*		Re- ten- tion [%]	Gesamt N (Im) (+Oberlieger)*	
	partik.	gelöst	gesamt			[kg/a]	[mg/l]		[kg/a]	[mg/l]
	[kg/a]	[kg/a]	[kg/a]			[kg/a]	[mg/l]		[kg/a]	[mg/l]
Jahna-1	1.313	35.155	36.468	3.888	40.356	40.356	11,8	55	18.265	5,3
Kl. Jahna	945	52.985	53.930	4.297	58.227	58.227	20,0	62	22.083	7,6
Birm. Dorfb.	697	20.187	20.884	1.148	22.032	22.032	14,8	61	8.546	5,8
Jahna-2	1.658	150.114	151.772	9.771	161.543	282.158	19,5	62	107.530	7,4
Mehlth. B.	442	76.969	77.411	1.549	78.960	78.960	22,8	65	27.783	8,0
Keppritzb.-1	654	24.460	25.114	1.103	26.217	26.217	10,9	64	9.544	4,0
Keppritzb.-2	128	87.819	87.947	1.680	89.627	115.844	21,1	66	39.264	7,2
Jahna-3	65	90.004	90.069	6.477	96.546	573.508	20,6	64	208.249	7,5
EZG Jahna	5.902	537.692	543.595	29.913	573.508					

Anhand der N-Frachten (inklusive Oberlieger) ergaben sich emissionsseitig N-Konzentrationen von 11 mg/l im OWK Keppritzbach-1 bis 23 mg/l im OWK Mehltheuer Bach. Bei Berücksichtigung einer mittleren Retention von 62 % wurden auf Immissionsebene (inklusive Oberlieger) eine Gesamt-N-Fracht von 208 t/a sowie Gesamt-N-Konzentrationen zwischen 4 mg/l (Keppritzbach-1) und 8 mg/l (Mehltheuer Bach) berechnet. Während die modellierten N-Frachten relativ gut mit den aus den Messwerten ermittelten Frachten in GRUNEWALD u. a. (2007) übereinstimmen, sind die modellierten N-Konzentrationen geringer als die Messwerte (Tabelle 6 in Kapitel 5.2).

Im Hinblick auf den Grundwasserabfluss im GWK Jahna wurde von STOFFBILANZ ein N-Eintrag von 349 t/a in die Oberflächengewässer ermittelt, was einer mittleren Fracht von 7,9 kg/ha*a entspricht. Bei einem modellierten mittleren Basisabfluss von 51 mm/a ergibt sich im Grundwasserabfluss eine mittlere N-Konzentration von ca. 69 mg/l (GRUNEWALD u. a. 2007). Den höchsten mittleren N-Austrag (62 kg N/ha*a) aus der durchwurzelten Bodenzone wurde im EZG Jahna für die Gemeinde Hirschstein berechnet (Abbildung 43 im Anhang). Grund hierfür ist ein hoher Einsatz an wirtschaftseigenem Dünger. Das Problem hierbei ist jedoch, dass sich die dem Modell zugrunde liegenden statistischen Angaben zum Wirtschaftsdünger auf die Gemeinden beziehen, in der die Betriebe ansässig sind. Wo und wie viel organischer Dünger tatsächlich ausgebracht wird, ist unbekannt.

Modelle bilden stoffhaushaltliche Prozesse in der Regel stark vereinfacht ab. STOFFBILANZ ist ein mesoskaliges Modell mit teils gering aufgelösten zeitlichen und räumlichen Datengrundlagen. Im

landwirtschaftlichen Bereich beziehen sich die Eingangsdaten, wie oben erwähnt, z. B. auf Gemeinde- oder Wirtschaftsgebietsebene. Die Modellergebnisse sind demnach im mesoskaligen Bereich, z. B. auf der Ebene von OWK oder GWK, aussagefähig. Auf Rasterebene sind sie jedoch stark mit Unsicherheiten behaftet, was bei der Interpretation der Ergebnisse zu beachten ist. Es ist schwierig, anhand der Modellergebnisse Trendentwicklungen bis 2015 abzuschätzen, da STOFFBILANZ mittlere Systemzustände abbildet. Um bessere Prognosen zu ermöglichen, wird zurzeit ein Projekt durchgeführt, bei dem u. a. mit höher aufgelösten Daten (Ebene der landwirtschaftlichen Vergleichgebiete) einzelne repräsentative Jahre (2000, 2005) simuliert werden (HALBFAß u. a. 2008). Die hier dargestellten Ergebnisse von STOFFBILANZ deuten derzeit darauf hin, dass bei Fortführung der landwirtschaftlichen Nutzung, wie sie dem Modell zugrunde liegt, und unter Ausklammerung von Verzögerungs- und Überlagerungsprozessen für Stickstoff im gesamten EZG Jahna und für Phosphor in einigen OWK der gute Gewässerzustand bis 2015 wahrscheinlich nicht erreicht werden kann. Positiv auf den Gewässerzustand können sich die strengeren Grundsätze der guten fachlichen Praxis mit der Novellierung der DüV seit 2006 sowie ein zukünftig höherer Umsetzungsgrad dieser Grundsätze auswirken, negativ dagegen gegebenenfalls prognostizierte zunehmende Wetterextreme. Die Entwicklung der Nitratkonzentrationen im Grundwasser im GWK Jahna in den letzten Jahren sowie die in den Böden noch vorhandenen hoher Altlasten deuten auf eine vorerst weiter hohe Belastung hin.

Pflanzenschutzmittel: Es dürfen nur zugelassene Pflanzenschutzmittel eingesetzt werden. Die Zulassung eines Pflanzenschutzmittels umfasst umfangreiche Untersuchungen u. a. zu:

- Rückstandsverhalten in der Pflanze,
- Abbauverhalten in Boden, Wasser und Luft,
- Versickerungsverhalten im Boden,
- Toxizität für Menschen, Tiere, Pflanzen (inklusive Wasserorganismen) (TISCHNER u. a. 2006).

Ein Pflanzenschutzmittel wird nur dann zugelassen, wenn es hinreichend wirksam ist und bei sachgerechter Anwendung keine schädlichen Auswirkungen auf den Naturhaushalt hat, die nach dem Stand der wissenschaftlichen Erkenntnisse nicht vertretbar sind (TISCHNER u. a. 2006). Im Vergleich zu den früheren häufig toxischen und persistenten Pflanzenschutzmitteln, sind die derzeit zugelassenen Produkte weniger toxisch und werden in der Regel rasch um- und abgebaut.

Nach WRRL dürfen Pflanzenschutzmittel nicht in und unmittelbar an oberirdischen Gewässern angewendet werden. In den Gebrauchsanleitungen der Pflanzenschutzmittel sind Auflagen zum Wasserschutz (z. B. das Anwendungsverbot im Einzugsbereich von Grund- und Quellwasser-Gewinnungsanlagen und Mindestabstände zu Oberflächengewässern) zu finden. Darüber hinaus bekommen zur Versickerung neigende Pflanzenschutzmittel eine Wasserschutzgebiets-Auflage, die das Ausbringen des Mittels in Wasserschutzgebieten nach dem Wasserhaushaltsgesetz (WHG) verbietet. Nach Ansicht des Verbands der Landwirtschaftskammern (VLK 2007) ist für die Erfüllung der Ziele der WRRL die gute fachliche Praxis für den Pflanzenschutz ausreichend. Treten Über-

schreitungen von Grenzwerten in Gewässern auf, können diese Hinweise auf den unsachgemäßen Einsatz von Pflanzenschutzmitteln und damit ein Verstoß gegen die gute fachliche Praxis sein.

Im EZG Jahna gab es in der Vergangenheit, wie in Kap. 4.2.2 aufgeführt, zeitweise lokale Belastungen der Oberflächengewässer mit Pflanzenschutzmitteln. Seit 2005 wurden die Grenzwerte jedoch nicht mehr überschritten, sodass davon auszugehen ist, dass die Grundsätze der guten fachlichen Praxis in der Landwirtschaft weitestgehend eingehalten werden und im Sinne des VLK (2007) keine zusätzlichen Maßnahmen mehr notwendig sind.

7.3 Definition und Wirkungsabschätzung weiterer Maßnahmen

7.3.1 Ergänzende Maßnahmen nach WRRL

Wenn der gute Zustand der Gewässer bis zum Jahr 2015 durch die grundlegenden Maßnahmen voraussichtlich nicht erreicht werden kann, dann können nach Art. 11 WRRL ergänzende Maßnahmen ergriffen werden. Anhang VI, Teil B, WRRL enthält eine Liste mit ergänzenden Maßnahmen, zu denen u. a. Rechtsinstrumente, administrative Instrumente, Verhaltenskodizes für die gute Praxis, Emissions-, Entnahmebegrenzungen sowie Fortbildungsmaßnahmen gehören. Als ergänzende Maßnahmen gemäß WRRL können für den landwirtschaftlichen Bereich u. a. folgende Maßnahmen angesehen werden, von denen einige anschließend noch näher erläutert werden:

- Umsetzung von Agrarumweltmaßnahmen,
- Umsetzung besonderer Schutzmaßnahmen in Wasserschutzgebieten gemäß § 19 WHG,
- Kooperationsprojekte zwischen Wasserwirtschaft und Landwirtschaft,
- Landeswassergesetze mit über Bundesgesetzen hinausgehenden Anwendungsbeschränkungen an Gewässern,
- Durchführung einer intensiven Gewässerschutz-/Düngungsberatung,
- Umsetzung der guten fachlichen Praxis zum vorsorgenden Erosionsschutz nach § 17 BBodSchG.

Agrarumweltmaßnahmen

Im Rahmen der Verordnung (EG) Nr. 1698/2005 werden länderspezifisch freiwillige Agrarumweltmaßnahmen zum Schutz der natürlichen Lebensgrundlagen Boden, Wasser, Luft sowie Fauna und Flora gefördert. Das Entwicklungsprogramm für den ländlichen Raum (EPLR) ist das Programm zur Umsetzung der Verordnung (EG) Nr. 1698/2005 in Sachsen. Als Ergebnis der Evaluierung der Agrarumweltmaßnahmen im Zeitraum 2000-2006 (UL-Maßnahmen) hat sich für die strategische Ausrichtung des EPLR in Sachsen im Förderzeitraum 2007-2013 u. a. ein stärkerer Bezug auf die Anforderungen der WRRL und Natura 2000 ergeben (SMUL 2007b). Zwei Maßnahmenbereiche wurden aufgenommen: einerseits die stoffeintragsminimierende Bewirtschaftung und andererseits die extensive Grünlandwirtschaft bzw. naturschutzgerechte Grünlandbewirtschaftung und Pflege sowie Bewirtschaftung und Gestaltung von Ackerflächen. Zur Umsetzung der Ziele der WRRL sollen insbesondere die stoffeintragsminimierenden Maßnahmen beitragen. Diese haben u. a. die Reduzierung der Bodenerosion und damit einhergehend des P-Austrags sowie die Verminderung

des Nitrataustrags zum Ziel. Als förderfähige Maßnahmen werden der Anbau von Zwischenfrüchten (S1) und Untersaaten (S2), die dauerhaft konservierende Bodenbearbeitung/Direktsaat (S3) sowie biotechnische Maßnahmen im Obst- und Weinbau (S4) angeboten. Die Förderung der S-Maßnahmen ist an die Gebietskulisse WRRL/Hochwasserschutz (Stand: 2007/08) gebunden. Die Kulisse für die dauerhaft konservierende Bodenbearbeitung/Direktsaat beinhaltet erosionsgefährdete Gebiete sowie Überschwemmungs- und Hochwasserentstehungsgebiete. Die Kulisse für den Zwischenfrucht- und Untersaatenanbau bezieht darüber hinaus auch die ausschließlich nitratgefährdeten Gebiete ein. Die stoffeintragsminimierenden Agrarumweltmaßnahmen bilden in Sachsen den Schwerpunkt der ergänzenden Maßnahmen im ersten Bewirtschaftungsplan.

Die Abbildung 20 zeigt die WRRL-Förderkulisse des Jahres 2007 und deren Aktualisierung für das Jahr 2008 im EZG Jahna, in Tabelle 12 ist darüber hinaus der Flächenumfang der Förderkulisse für die OWK im EZG Jahna aufgeführt. Daraus geht hervor, dass sich der Großteil der landwirtschaftlichen Flächen in einer der beiden WRRL-Gebietskulissen befindet.

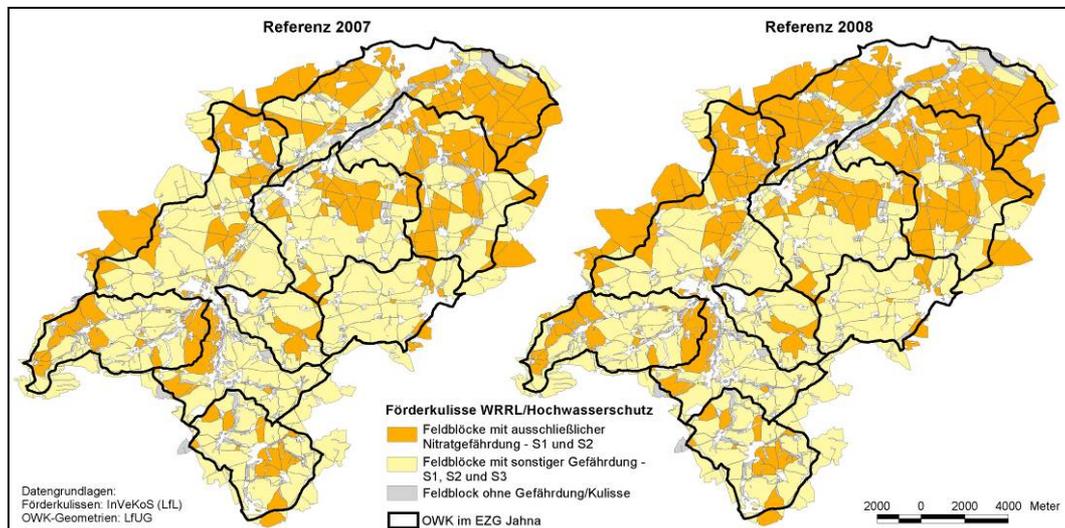


Abbildung 20: Gebietskulisse WRRL/Hochwasserschutz (Referenz 2007/08) im EZG Jahna

Tabelle 12: Umfang der landwirtschaftlichen Nutzflächen in Gebietskulisse WRRL/ Hochwasserschutz 2007/08 im EZG Jahna

OWK	Referenz 2007					Referenz 2008				
	landwirt. Fläche [ha]	Nitrat-Kulisse		sonstige Kulisse		landwirt. Fläche [ha]	Nitrat-Kulisse		sonstige Kulisse	
		[ha]	[%]	[ha]	[%]		[ha]	[%]	[ha]	[%]
Jahna-1	1.696	380	22	1.185	70	1.700	380	22	1.185	70
Kleine Jahna	2.052	639	31	1.275	62	2.047	642	31	1.272	62
Birm. Dorfbach	996	206	21	753	76	996	206	21	754	76
Jahna-2	5.071	1.246	25	3.567	70	5.060	1.793	35	3.024	60
Mehltheuer Bach	2.843	787	28	1.945	68	2.846	907	32	1.827	64
Keppritzbach-1	1.791	127	7	1.633	91	1.793	128	7	1.636	91
Keppritzbach-2	3.135	1.291	41	1.627	52	3.142	1.915	61	1.012	32
Jahna-3	3.247	1.972	61	997	31	3.256	2.554	78	425	13
Σ / Mittelwert	20.831	6.648	32	12.981	62	20.839	8.525	41	11.134	53

Schutzmaßnahmen in gemäß § 19 Wasserhaushaltsgesetz (WHG) eingerichteten Wasserschutzgebieten

Die Auswertung der GIS-Daten zur landwirtschaftlichen Nutzung in den im EZG Jahna liegenden Wasserschutzgebieten (Abbildung 8) hat ergeben, dass insgesamt 7 % der EZG-Fläche (1.700 ha) von Wasserschutzgebieten, vorrangig der Zone III (90 %) eingenommen werden (Tabelle 13). Knapp 1.400 ha werden davon landwirtschaftlich genutzt, wobei der Ackerbau überwiegt. Die OWK Jahna-1 und 2 weisen den größten Flächenumfang an Wasserschutzgebieten auf. Die Daten in der Tabelle 13 sind jedoch mit gewissen Fehlern behaftet. Ursache hierfür sind ungenaue Geometrien der Wasserschutzgebiete, die bei der Verschneidung in GIS zu Abweichungen von der Realität führen.

Tabelle 13: Größe der Wasserschutzgebiete und Umfang der landwirtschaftlichen Nutzung in den Wasserschutzgebieten nach Zonen und OWK im EZG Jahna

Zone	Wasserschutzgebiet [ha]					[%]	Landwirtschaft [ha]				Acker [ha]	Grünl. [ha]
	I	II	III	I-III	I-III		I	II	III	I-III	I-III	I-III
Jahna-1	0,14	10	201	212	11	0,05	8	183	190	179	12	
Kleine Jahna	-	-	201	201	9	-	-	167	167	150	17	
Birm. Dorfbach	-	0,04	7	7	0,6	-	0,01	1,6	2	0,8	0,8	
Jahna-2	0,90	91	1.147	1.239	21	0,55	76	900	977	918	57	
Mehlth. Bach	0,36	9	-	10	0,3	0,36	9	-	9	0,9	8	
Jahna-3	0,05	47	-	47	1	0,05	36	-	36	23	13	
Gesamtergebnis	1,5	157	1.557	1.716		1,0	129	1.251	1.381	1.272	107	

Die in zwei vorliegenden Wasserschutzgebiets-Verordnungen (Jahna-Aue-I, Jahna-Aue-II, Jahna-Pulsitz und Simselwitz) festgelegten Schutzbestimmungen für die Landwirtschaft entsprechen den Bestimmungen nach SächsSchAVO, Anlage 1. In Zone I ist demnach lediglich die Mähnutzung von Grünland mit Abfuhr des Mähgutes ohne Dünge- und Pflanzenschutzmittel-Einsatz erlaubt. In den Zonen II und III gelten die folgenden Bestimmungen:

- Verbot von Bodeneingriffen, die über die ordnungsgemäße landwirtschaftliche Nutzung hinausgehen,
- Verbot der Ausbringung von Dünge- und Pflanzenschutzmitteln sowie Silagesickersäften innerhalb eines 5 m breiten Randstreifens an Oberflächengewässern,
- Verbot des Dauergrünlandumbruchs,
- Begrenzung des Einsatzes von Wirtschaftsdünger,
- ganzjährige Begrünung (mit bestimmten Vorgaben),
- Verhinderung einer Gewässerverunreinigung beim Umladen und Abfüllen von Dünge- und Pflanzenschutzmitteln,
- weitere Verbote und Beschränkungen zur Anwendung und Lagerung von Dünge- und Pflanzenschutzmitteln, Beweidung und Schwarzbrache.

Sächsisches Wassergesetz (SächsWG) mit Abstandsaufgaben an Gewässern

Zum Schutz der Gewässer sind in § 50, SächsWG Gewässerrandstreifen mit über die DüV hinausgehenden Bestimmungen festgelegt worden. Als Gewässerrandstreifen gelten demnach die zwischen Uferlinie und Böschungsoberkante liegenden Flächen sowie die hieran landseits angrenzenden Flächen, letztere in einer Breite von zehn Metern außerhalb bebauter Ortsteile. Auf dem Gewässerrandstreifen ist der Umbruch von Grünland in Ackerland und in einer Breite von 5 m der Einsatz von Dünge- und Pflanzenschutzmitteln verboten. Für Pufferzonen am Gewässer, die von dieser Definition abweichen, wird nachfolgend der Begriff Gewässerschutzstreifen verwendet.

Bundes-Bodenschutzgesetz (BBodSchG)

In § 17, BBodSchG sind Grundsätze zur guten fachlichen Praxis für die landwirtschaftliche Bodennutzung festgelegt. Oberster Grundsatz ist die nachhaltige Sicherung der Bodenfruchtbarkeit und Leistungsfähigkeit des Bodens als natürliche Ressource. Hierzu gehören insbesondere, dass

- die Bodenbearbeitung unter Berücksichtigung der Witterung grundsätzlich standortangepasst zu erfolgen hat,
- die Bodenstruktur erhalten oder verbessert wird,
- Bodenverdichtungen so weit wie möglich vermieden werden,
- Bodenabträge durch eine standortangepasste Nutzung möglichst vermieden werden,
- Landschaftsstrukturelemente (Hecken, Feldgehölze, -raine, Ackerterrassen) erhalten werden,
- die biologische Aktivität des Bodens durch entsprechende Fruchtfolgegestaltung erhalten oder gefördert wird und
- der standorttypische Humusgehalt des Bodens, insbesondere durch eine ausreichende Zufuhr an organischer Substanz oder durch Reduzierung der Bearbeitungsintensität erhalten wird.

Nach Artikel 5, Verordnung (EG) Nr. 1782/2003 sollen alle landwirtschaftlichen Flächen in einem guten landwirtschaftlichen und ökologischen Zustand erhalten bleiben. Die Grundsätze hierfür sind in der DirektZahlVerpflV geregelt. Zum Schutz des Bodens zählen dazu u. a. folgende Cross Compliance-Mindestanforderungen:

- Zur Erosionsvermeidung müssen mindestens 40 % der Ackerfläche eines Betriebes in der Zeit vom 01.12. bis 15.02. entweder mit Pflanzen bewachsen sein oder die auf der Oberfläche verbleibenden Pflanzenreste dürfen nicht untergepflügt werden.
- Zum Erhalt der organischen Substanz im Boden und Schutz der Bodenstruktur ist ein Anbauverhältnis, das mindestens drei Kulturen umfasst, einzuhalten. Anderweitig muss eine jährliche Humusbilanz erstellt oder mind. alle sechs Jahre eine Bodenhumusuntersuchung durchgeführt werden. Außerdem gilt ein Verbot für das Abbrennen von Stroh auf Stoppelfeldern.

Die oben aufgeführten Maßnahmen sind Beispiele für ergänzende Maßnahmen im Sinne der WRRL. Es sind teils freiwillige (z. B. Agrarumweltmaßnahmen), teils obligatorische Maßnahmen, die als bundes- oder landesrechtliche Regelungen (z. B. SächsWG, WHG) über die Anforderungen der EU hinausgehen. Wie in den vorangegangenen Kapiteln bereits aufgezeigt, gibt es eine Vielzahl von bewährten, gewässerschonenden landwirtschaftlichen Maßnahmen, sodass sich die Festlegung geeigneter Maßnahmen für nichtlandwirtschaftliche Behörden und Büros, die an der Erstellung von Managementplänen für Einzugsgebiete beteiligt sind, oft schwierig gestaltet.

7.3.2 Entscheidungshilfe ENaWiL zur Unterstützung bei der Maßnahmenauswahl

Um die Kommunikation und Entscheidungsfindung bei der Festlegung geeigneter Maßnahmen zu erleichtern, wurde im Rahmen des Projektes wsm300 eine computergestützte „Maßnahmendatenbank Gewässer- und Bodenschutz“ für den Bereich Landwirtschaft erstellt (THIEL & SCHMIDT 2006). Ziel war es, den Anwendern (Entscheidungsträger, Modellierer etc.) einen Überblick über die potenziell zur Verfügung stehenden Einzelmaßnahmen aus dem Bereich Landwirtschaft im Sinne eines integrierten Boden- und Gewässerschutzes zu geben. Außerdem wurde im Rahmen der FFH-Managementplanung in der LfL eine Arbeitshilfe zur Erstellung von FFH-Managementplänen erarbeitet, die an die mit der Anfertigung der Pläne beauftragten Büros gerichtet war. Beide Werkzeuge dienten als Grundlage zur Entwicklung einer Entscheidungshilfe zu stofflichen und physikalischen Vorsorgemaßnahmen zum Natur- und Wasserschutz in der Landwirtschaft, kurz ENaWiL. Sie richtet sich an Planungs- und Entscheidungsträger, Behörden und Landwirte, die an der Umsetzung der WRRL und FFH-Richtlinie beteiligt sind. Bei der Erstellung von ENaWiL wurden obligatorische und freiwillige Maßnahmen, übergeordnete landwirtschaftliche Maßnahmenkataloge auf Bundesebene (VLK/AS Landbau (VLK 2007), LAWA/FAL (OSTERBURG u. a. 2007)) sowie die Anforderungen der WRRL und FFH-Richtlinie mit berücksichtigt.

Die neu entwickelte Entscheidungshilfe ist rechnergestützt und wird zukünftig im Internet frei zugänglich sein (Abbildung 21). Sie soll laufend an den aktuellen Wissenstand angepasst werden.

Basis der Entscheidungshilfe ist eine SQL-Datenbank, die einen Katalog aus ca. 85 obligatorischen und freiwilligen Einzelmaßnahmen folgender landwirtschaftlicher Bereiche enthält:

- A. stoffaustragsmindernde Düngung
- B. umweltschonende Lagerung von Düngemitteln
- C. verlustmindernde Düngungstechnik
- D. stoffaustragsmindernder Pflanzenschutz
- E. umweltschonende Lagerung/Umgang mit Pflanzenschutzmitteln
- F. verlustmindernde Pflanzenschutztechnik
- G. stoffaustragsmindernder Pflanzenbau
- H. stoffaustragsmindernde Bodenbearbeitung
- J. bodendruckmindernde Maßnahmen
- K. stoffaustragsmindernde Pufferzonen
- L. Stilllegung und Umwandlung von Ackerflächen
- M. Beratung, Information, Dokumentation

Um den Nutzer bei seiner Entscheidungsfindung zu unterstützen, erfolgt die Maßnahmenauswahl nach Maßnahmezielen, welche sich aus dem Schutzgut, dem Stoffeintrag (= Einflussgröße) sowie dem Eintragspfad (= Ursache) ergeben (Tabelle 14). Zur Vereinfachung werden die oberirdischen Stoffaustragspfade Erosion und Oberflächenabfluss zur „Abschwemmung“ sowie die unterirdischen Stoffaustragspfade Dränagen, Zwischen- und Basisabfluss zur „Auswaschung“ zusammengefasst.

Tabelle 14: Kriterien zur Bestimmung der Maßnahmeziele

Schutzgut	Einflussgröße	Ursache
- Oberflächengewässer - Grundwasser - terrestrische Lebensräume	- Stickstoff - Phosphor - Pflanzenschutzmittel - Sediment - Bodengefüge	- Erosion - Oberflächenabfluss - Dränagen - Zwischenabfluss - Basisabfluss - Abdrift - Bodenverdichtung

Aus der Kombination der drei Kriterien ergeben sich für die Schutzgüter folgende Maßnahmeziele:

- **Oberflächengewässer:**
 - Verminderung der N-Einträge durch Abschwemmung (Erosion, Oberflächenabfluss)
 - Verminderung der N-Einträge durch Auswaschung (Zwischen-, Basisabfluss, Drainagen)
 - Verminderung der N-Einträge durch Abdrift
 - Verminderung der P-Einträge durch Abschwemmung (Erosion, Oberflächenabfluss)
 - Verminderung der P-Einträge durch Auswaschung (Zwischenabfluss, Drainagen)
 - Verminderung der P-Einträge durch Abdrift

- Verminderung der PSM-Einträge durch Abschwemmung (Erosion, Oberflächenabfluss)
 - Verminderung der PSM-Einträge durch Auswaschung (Zwischenabfluss, Drainagen)
 - Verminderung der PSM-Einträge durch Abdrift
 - Verminderung der Sedimenteinträge durch Abschwemmung (Erosion)
- **Grundwasser:**
- Verminderung der N-Einträge durch Auswaschung (Zwischen-, Basisabfluss, Drainagen)
- **terrestrische Lebensräume:**
- Verminderung der N-Einträge durch Abschwemmung (Erosion, Oberflächenabfluss)
 - Verminderung der N-Einträge durch Auswaschung (Zwischen-, Basisabfluss)
 - Verminderung der N-Einträge durch Abdrift
 - Verminderung der P-Einträge durch Abschwemmung (Erosion, Oberflächenabfluss)
 - Verminderung der P-Einträge durch Auswaschung (Zwischenabfluss)
 - Verminderung der P-Einträge durch Abdrift
 - Verminderung der PSM-Einträge durch Abschwemmung (Erosion, Oberflächenabfluss)
 - Verminderung der PSM-Einträge durch Auswaschung (Zwischenabfluss)
 - Verminderung der PSM-Einträge durch Abdrift
 - Verminderung der Sedimenteinträge durch Abschwemmung (Erosion)
 - Verbesserung des Bodengefüges

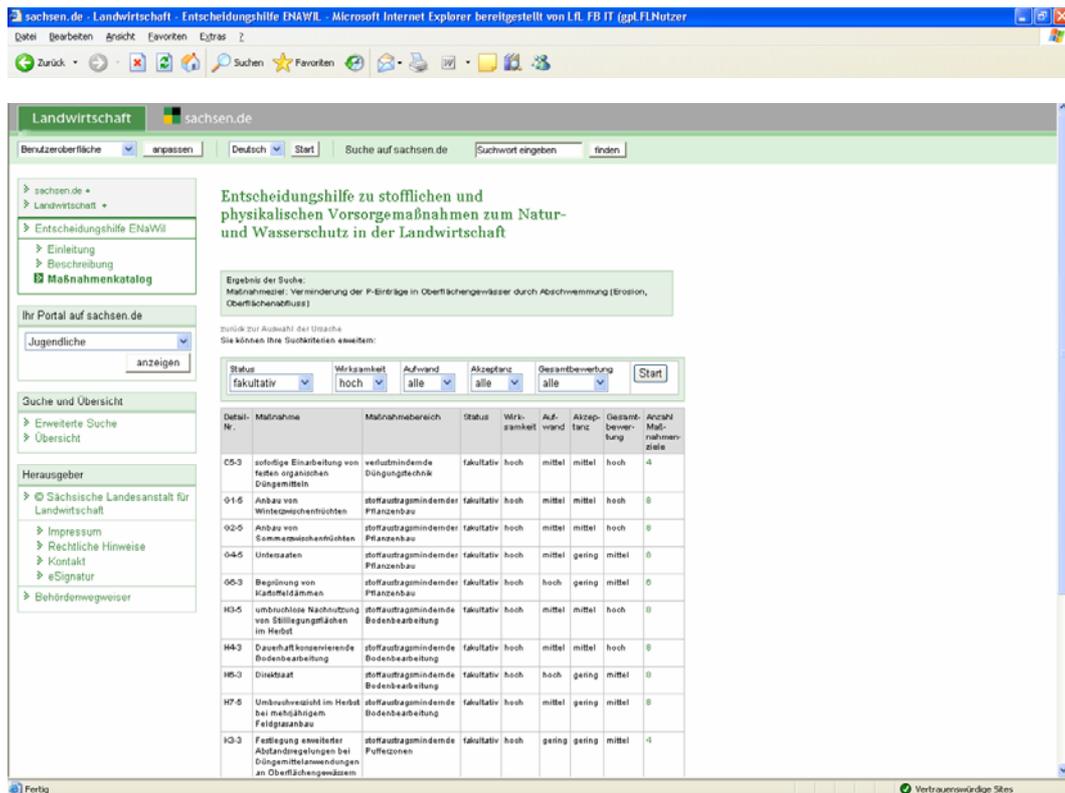
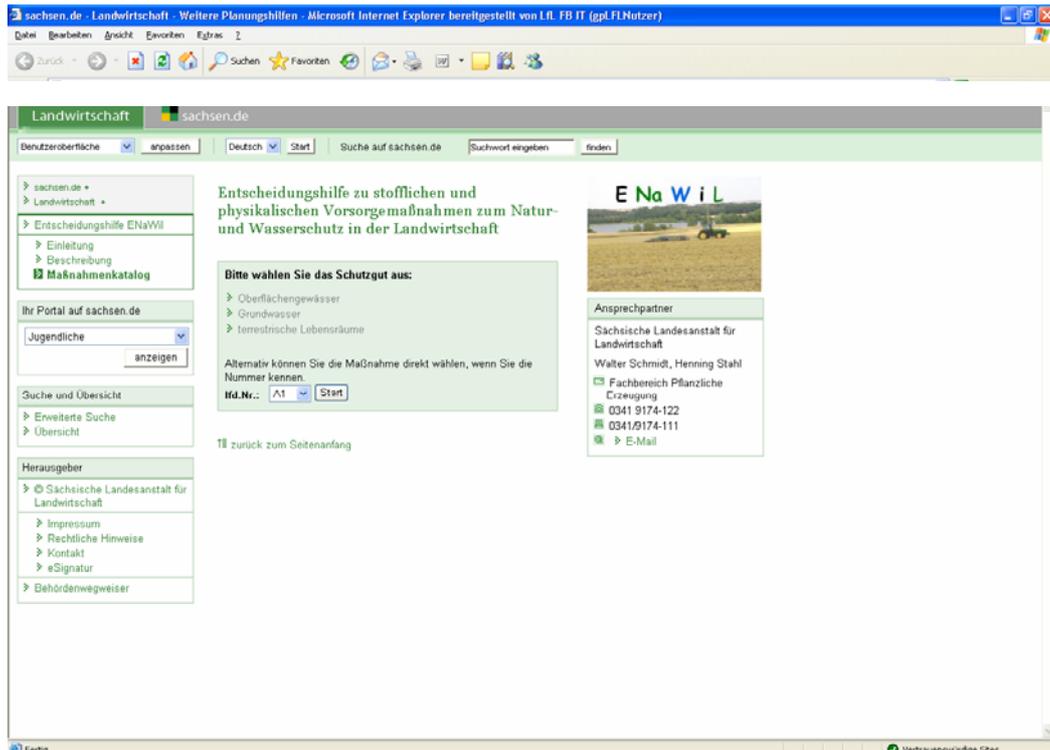


Abbildung 21: ENaWiL - Startseite (oben) und Beispiel einer Ergebnistabelle (unten)

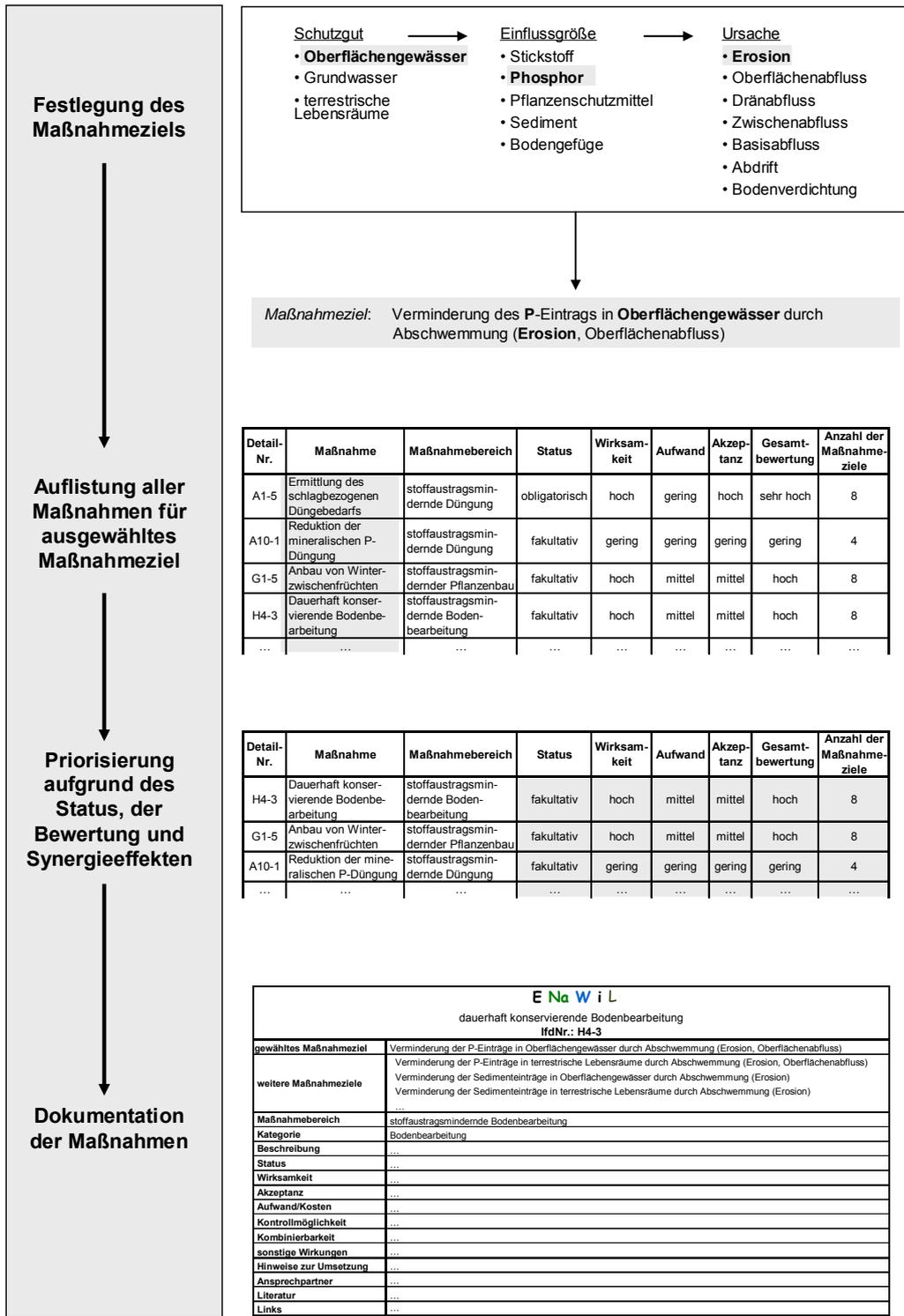


Abbildung 22: Schema des Aufbaus und der Wirkungsweise von ENaWiL

Mit der Festlegung des Maßnahmeziels wählt ENaWiL aus dem Katalog geeignete Maßnahmen aus. Danach unterstützt ENaWiL den Anwender bei der Auswahl und Priorisierung von Maßnahmen, indem es diese hinsichtlich ihrer Wirksamkeit in Bezug auf das Maßnahmeziel, ihrer Akzeptanz seitens der Landwirte und ihrer Kosten bzw. Aufwandes mit Hilfe einer einfachen dreistufigen Skala (gering, mittel, hoch) bewertet. Die Bewertungen wurden aufgrund von Expertenwissen vorgenommen. Die Gesamtheit der Bewertung von Wirksamkeit, Aufwand und Akzeptanz für jede Maßnahme ergibt deren Gesamtbewertung und dient dem Vergleich der Maßnahmen untereinander. Da eine Maßnahme mehreren Maßnahmezielen dienen kann, werden darüber hinaus für jede Maßnahme die Anzahl der Maßnahmeziele angegeben. Dadurch können Synergieeffekte schnell aufgezeigt und in die Entscheidung mit einbezogen werden. Über einen speziellen Filter lässt sich das Suchergebnis weiter einschränken. So können z. B. alle Maßnahmen mit einer hohen Wirksamkeit aufgelistet werden. Der Aufbau von ENaWiL ist schematisch in Abbildung 22 dargestellt.

ENaWiL enthält auch tabellarische Maßnahmeberichte im pdf-Format mit detaillierten Informationen zur Maßnahmen- und Statusbeschreibung, der Bewertungen sowie weiteren Parametern wie Umsetzungshinweise (Förderung etc.), da als Nutzer der Entscheidungshilfe auch nichtlandwirtschaftliche Behörden und Büros in Betracht kommen (Tabelle 30 im Anhang).

Die Entscheidungshilfe wurde im Rahmen des Projektes getestet. Aufgrund der im EZG Jahna bestehenden Nährstoffproblematik und der hauptsächlichen Eintragspfade wurde ENaWiL für die beiden Maßnahmeziele:

- Verminderung der N-Einträge ins Grund- und Oberflächenwasser durch Auswaschung und
 - Verminderung der P-Einträge in Oberflächengewässer durch Abschwemmung
- eingesetzt. Die Maßnahmenauswahl wurde durch die folgenden zusätzlichen Entscheidungskriterien eingeschränkt:
- freiwillige Maßnahmen mit
 - mittlerer oder hoher Wirksamkeit.

Der Grund für die Einschränkung der Auswahl ist, wirksame Maßnahmen hinsichtlich des N- und P-Austrags herauszufiltern, die über die gute fachliche Praxis hinausgehen. Die in der Tabelle 15 und Tabelle 16 aufgeführten Maßnahmen sind das Ergebnis der Anwendung von ENaWiL. Es wird darauf hingewiesen, dass die Entscheidungshilfe ENaWiL kein abgeschlossenes Projekt ist. Es soll laufend an den aktuellen Wissensstand angepasst werden. Die Tabelle 15 und Tabelle 16 stellen den Datenstand von August 2008 dar.

Tabelle 15: ENaWiL - Maßnahmen für Maßnahmeziel Verminderung der N-Einträge ins Grundwasser und Oberflächengewässer durch Auswaschung

Detail-Nr.	Maßnahme	Maßnahmebereich	Wirksamkeit	Akzeptanz	Aufwand	Gesamtbewertung	Anzahl Maßnahmeziele
M1-3	natur- und umweltschutzbezogene einzelbetriebliche Beratung, Weiterbildung und Arbeitskreise	Beratung, Information, Dokumentation	hoch	hoch	hoch	sehr hoch	21
G1-3	Anbau von Winterzwischenfrüchten	stoffaustragsmindernder Pflanzenbau	hoch	mittel	mittel	hoch	8
G2-3	Anbau von Sommerzwischenfrüchten	stoffaustragsmindernder Pflanzenbau	hoch	mittel	mittel	hoch	8
H1-3	umbruchlose Grünlanderneuerung	stoffaustragsmindernde Bodenbearbeitung	hoch	mittel	mittel	hoch	8
H3-3	umbruchlose Nachnutzung von Stilllegungsflächen im Herbst	stoffaustragsmindernde Bodenbearbeitung	hoch	mittel	mittel	hoch	8
G4-3	Untersaaten	stoffaustragsmindernder Pflanzenbau	hoch	gering	mittel	mittel	8
H7-3	Umbruchverzicht im Herbst bei mehrjährigem Feldgrasanbau	stoffaustragsmindernde Bodenbearbeitung	hoch	gering	mittel	mittel	8
A12-1	Einsatz von N-Düngemitteln mit verzögerter Nitrifikation	stoffaustragsmindernde Düngung	mittel	mittel	gering	mittel	2
M2-3	Führen und Auswerten von Schlagkarteien	Beratung, Information, Dokumentation	mittel	mittel	mittel	mittel	12
A14-3	Teilflächenspezifische Düngung	stoffaustragsmindernde Düngung	mittel	mittel	hoch	mittel	8
A8-3	Reduktion der organischen Düngung	stoffaustragsmindernde Düngung	mittel	gering	gering	gering	8
L1-3	mehnjährige Flächenstilllegung	Stilllegung/Umwandlung von Ackerflächen	mittel	gering	gering	gering	12
A4-3	Verlängerung der gesetzlichen Sperrfristen zur Ausbringung von Düngemitteln mit wesentlichem Gehalt an verfügbarem Stickstoff	stoffaustragsmindernde Düngung	mittel	gering	mittel	gering	4
A13-1	Nmin-Bodenuntersuchungen im Frühjahr und nach der Ernte	stoffaustragsmindernde Düngung	mittel	gering	mittel	gering	2
L3-3	Umwandlung von Ackerland in (Dauer-)Grünland	Stilllegung/Umwandlung von Ackerflächen	mittel	gering	hoch	gering	12
L4-3	Umwandlung von Ackerland in Wald	Stilllegung/Umwandlung von Ackerflächen	mittel	gering	hoch	gering	12

Tabelle 16: ENaWiL - Maßnahmen für Maßnahmeziel Verminderung der P-Einträge ins Oberflächengewässer durch Abschwemmung

Detail-Nr.	Maßnahme	Maßnahmebereich	Wirksamkeit	Akzeptanz	Aufwand	Gesamtbewertung	Anzahl Maßnahmeziele
M1-7	natur- und umweltschutzbezogene einzelbetriebliche Beratung, Weiterbildung und Arbeitskreise	Beratung, Information, Dokumentation	hoch	hoch	hoch	sehr hoch	21
G1-5	Anbau von Winterzwischenfrüchten	stoffaustragsmindernder Pflanzenbau	hoch	mittel	mittel	hoch	8
G2-5	Anbau von Sommerzwischenfrüchten	stoffaustragsmindernder Pflanzenbau	hoch	mittel	mittel	hoch	8
H3-5	umbruchlose Nachnutzung von Stilllegungsflächen im Herbst	stoffaustragsmindernde Bodenbearbeitung	hoch	mittel	mittel	hoch	8
H4-3	dauerhaft konservierende Bodenbearbeitung	stoffaustragsmindernde Bodenbearbeitung	hoch	mittel	mittel	hoch	8
C5-3	sofortige Einarbeitung von festen organischen Düngemitteln	verlustmindernde Düngungstechnik	hoch	mittel	mittel	hoch	4
K3-3	Festlegung erweiterter Abstandsregelungen bei Düngemittelanwendungen an Oberflächengewässern	stoffaustragsmindernde Pufferzonen	hoch	gering	gering	mittel	4
L1-5	mehnjährige Flächenstilllegung	Stilllegung/Umwandlung von Ackerflächen	hoch	gering	gering	mittel	12
G4-5	Untersaaten	stoffaustragsmindernder Pflanzenbau	hoch	gering	mittel	mittel	8
H7-5	Umbruchverzicht im Herbst bei mehrjährigem Feldgrasanbau	stoffaustragsmindernde Bodenbearbeitung	hoch	gering	mittel	mittel	8
H6-3	Direktsaat	stoffaustragsmindernde Bodenbearbeitung	hoch	gering	hoch	mittel	8
G6-3	Begrünung von Kartoffeldämmen	stoffaustragsmindernder Pflanzenbau	hoch	gering	hoch	mittel	6
L4-5	Umwandlung von Ackerland in Wald	Beratung, Information, Dokumentation	hoch	gering	hoch	mittel	12
H5-3	konservierende Bodenbearbeitung zu erosionsanfälligen Fruchtarten	stoffaustragsmindernde Bodenbearbeitung	mittel	hoch	mittel	hoch	8
A11-5	platzierte Düngung	stoffaustragsmindernde Düngung	mittel	hoch	mittel	hoch	8
G7-5	standortangepasste Fruchtfolge	stoffaustragsmindernder Pflanzenbau	mittel	mittel	mittel	mittel	14
M2-5	Führen und Auswerten von Schlagkarteien	Beratung, Information, Dokumentation	mittel	mittel	mittel	mittel	12
H1-5	umbruchlose Grünlanderneuerung	stoffaustragsmindernde Bodenbearbeitung	mittel	mittel	mittel	mittel	8
K9-3	Gewässerschutzstreifen mit angepasster Ackerbewirtschaftung	stoffaustragsmindernde Pufferzonen	mittel	mittel	mittel	mittel	7

Fortsetzung Tabelle 16: ENaWiL - Maßnahmen für Maßnahmeziel Verminderung der P-Einträge ins Oberflächengewässer durch Abschwemmung

Detail-Nr.	Maßnahme	Maßnahmebereich	Wirksamkeit	Akzeptanz	Aufwand	Gesamtbewertung	Anzahl Maßnahmeziele
A14-5	Teilflächenspezifische Düngung	stoffaustragsmindernde Düngung	mittel	mittel	hoch	mittel	8
L2-5	einjährige Flächenstilllegung	Stilllegung/Umwandlung von Ackerflächen	mittel	gering	gering	gering	12
A8-5	Reduktion der organischen Düngung	stoffaustragsmindernde Düngung	mittel	gering	gering	gering	8
G8-3	überwinternde Stoppel	stoffaustragsmindernder Pflanzenbau	mittel	gering	gering	gering	6
K8-5	Anlage von mehrjährigen Brachestreifen auf Ackerland	stoffaustragsmindernde Pufferzonen	mittel	gering	mittel	gering	14
K10-5	Anlage von Landschaftselementen	stoffaustragsmindernde Pufferzonen	mittel	gering	hoch	gering	14
K12-4	Anlage von Grün- oder Gehölzstreifen	stoffaustragsmindernde Pufferzonen	mittel	gering	hoch	gering	11
G3-3	Begrünung von Fahrgassen	stoffaustragsmindernder Pflanzenbau	mittel	gering	hoch	gering	8
G5-3	Standraumoptimierung	stoffaustragsmindernder Pflanzenbau	mittel	gering	hoch	gering	6
L3-5	Umwandlung von Ackerland in (Dauer-)Grünland	Stilllegung/Umwandlung von Ackerflächen	mittel	gering	hoch	gering	12

Zur Verminderung des N-Eintrags hat ENaWiL 16 fakultative Maßnahmen mit mittlerer oder hoher Wirksamkeit ermittelt (Tabelle 15). Acht Maßnahmen besitzen davon eine mittlere oder hohe Akzeptanz. Die Maßnahme mit der höchsten Gesamtbewertung (hohe Wirksamkeit und Akzeptanz) ist die natur- und umweltschutzbezogene einzelbetriebliche Beratung, Weiterbildung und Arbeitskreise. Der Anbau von Winter- oder Sommerzwischenfrüchten und die umbruchlose Grünlanderneuerung oder Nachnutzung von Stilllegungsflächen im Herbst haben eine ebenfalls hohe Wirksamkeit hinsichtlich des N-Austrags, bei jedoch mittlerer Akzeptanz. Etwas geringer in der Wirksamkeit werden der Einsatz von N-Düngemitteln mit verzögerter Nitrifikation und die teilflächenspezifische Düngung eingeschätzt. Zu den Maßnahmen mit geringer Akzeptanz zählen u. a. die Untersaaten, und die Reduktion der organischen Düngung. Insgesamt 13 der 16 stickstoffeintragsmindernden Maßnahmen tragen auch zur Verminderung des P-Eintrags in Oberflächengewässer bei.

Zur Verminderung des P-Eintrags hat ENaWiL 29 freiwillige Maßnahmen mit mittlerer oder hoher Wirksamkeit ermittelt (Tabelle 16), davon 13 Maßnahmen mit einer mittleren oder hohen Akzeptanz. Die Maßnahme natur- und umweltschutzbezogene einzelbetriebliche Beratung, Weiterbildung und Arbeitskreise hat ebenso wie beim Maßnahmeziel der N-Austragsminderung die höchste Gesamtbewertung (hohe Wirksamkeit und Akzeptanz). Eine ebenfalls hohe Wirksamkeit bei mittlerer Akzeptanz besitzen der Anbau von Winter- oder Sommerzwischenfrüchten, die umbruchlose Nachnutzung von Stilllegungsflächen im Herbst, die dauerhaft konservierende Bodenbearbeitung und die sofortige Einarbeitung von festen organischen Düngemitteln. Maßnahmen mit einer mittleren Wirksamkeit und mittlerer oder hoher Akzeptanz sind z. B. die platzierte und teilflächenspezifische Düngung, die konservierende Bodenbearbeitung zu erosionsanfälligen Fruchtarten, eine standortangepasste Fruchtfolge und die Anlage von Gewässerschutzstreifen mit angepasster Ackerbewirtschaftung. Im Hinblick auf die P-Abschwemmung sehr wirksam, aber nur gering akzeptiert sind z. B. die Maßnahmen mehrjährige Flächenstilllegung, Direktsaat und Untersaaten.

7.3.3 Einschätzung der Wirksamkeit weiterer Maßnahmen

Die Wirksamkeit der über die grundlegenden Maßnahmen hinausgehenden landwirtschaftlichen Maßnahmen ist wie die Wirksamkeit der grundlegenden Maßnahmen nicht oder nur schwer quantifizierbar, da diese ebenfalls räumlich diffus wirken und daher kaum messbar sind. Neben der qualitativen Bewertung durch ENaWiL wurden als Hilfsmittel zur Abschätzung der Verminderung des Nährstoffeintrags von ergänzenden Maßnahmen das Modell STOFFBILANZ sowie das Modell Erosion-3D herangezogen.

7.3.3.1 Abschätzung von Nährstoff-Reduktionspotenzialen mit dem Modell STOFFBILANZ

Mit dem Modell STOFFBILANZ wurden verschiedene landwirtschaftliche Maßnahmen- bzw. Bewirtschaftungsszenarien simuliert (GRUNEWALD u. a. 2007). Ziel war die Ermittlung von stoffauszugsbezogenen Reduktionspotenzialen einzelner Maßnahmen sowie von Maßnahmenkombinationen. Einige der Modellierungsergebnisse für Phosphor und Stickstoff werden nachfolgend darge-

stellt. Als Szenarien wurden die nachstehenden Einzelmaßnahmen, die zum Teil auch von der Entscheidungshilfe ENaWiL ermittelt wurden, ausgewählt:

- 1: konservierende Bodenbearbeitung auf 100 % der Sedimenthauptlieferflächen (SHF), sonst Mulchsaatanteil je Gemeinde
- 2: konservierende Bodenbearbeitung auf 100% aller Ackerzellen
- 3: kein Mais- und Hackfruchtanbau, sondern Sommergetreide auf SHF
- 4: begrünte Abflusswege auf SHF durch Annahme eines begrünten Filterstreifens in einer Ackerzelle und Annahme einer relativen Ton- (P-) Anreicherung
- 5: Gewässerschutzstreifen mit Annahme der Wirkung anteilig für jede Rasterzelle pro OWK nach BACH ET AL. (1997)
- 6: Umwandlung von Acker in Grünland auf SHF (max. 10 % der EZG-Fläche)
- 7: Umwandlung von Acker in Grünland auf Rasterzellen mit hohen N-Austrägen (max. 10 % der EZG-Fläche)
- 8: Erhöhung des Zwischenfruchtanbaus um 5 % von 4 % (Ist) auf 9 % im gesamten EZG
- 9: Erhöhung des Zwischenfruchtanbaus auf 20 % (maximal möglich) im gesamten EZG
- 10: reduzierte N-Düngung (20 %) auf Rasterzellen höchster N-Austräge (>25 kg/ha/a)
- 11: reduzierte N-Düngung (20 %) auf allen Ackerzellen.

Die mit STOFFBILANZ berechneten Reduzierungsleistungen der Einzelmaßnahmen (1-11) und ihrer Kombinationen (12-14) hinsichtlich des Nährstoffaustrags im EZG Jahna sind in Tabelle 17 und Abbildung 23 dargestellt. Die Verminderung des P-Eintrags wird anhand der partikulären P-Emission aufgezeigt, da ein Großteil des landwirtschaftlichen P-Austrags partikulär durch Erosion erfolgt. Bei Stickstoff sind hingegen die gesamten diffusen N-Emissionen aufgeführt. Die Nährstoffemissionen der Maßnahmen für die einzelnen OWK sind ausführlich in Tabelle 31 sowie Abbildung 44 und Abbildung 45 im Anhang zu finden.

Die Einzelmaßnahmen mit den größten Reduktionspotenzialen hinsichtlich des P-Eintrags (40 - 70 %) sind die Umwandlung von Acker- in Grünland auf den Sedimenthauptlieferflächen (SHF), die konservierende Bodenbearbeitung und die Gewässerschutzstreifen. Durch die Kombination von Maßnahmen ist eine Verminderung der partikulären P-Emission sogar um 90 % möglich. Bei den N-Einträgen weisen die Einzelmaßnahmen Zwischenfruchtanbau und reduzierte Düngung mit 30 - 50 % die größten Verminderungspotenziale auf. Durch Maßnahmenkombination kann eine N-Reduzierung bis 77 % erreicht werden. Betrachtet man die Verminderungspotenziale der Maßnahmen in den einzelnen OWK (Tabelle 31, Abbildung 44 und Abbildung 45 im Anhang), so ist deren Höhe insbesondere von den angebauten Fruchtarten und der Lage der SHF abhängig. Die Wirkung der konservierenden Bodenbearbeitung auf den P-Austrag ist im oberen EZG Jahna (Jahna-1, 2, Kleine Jahna, Bimenitzer Dorfbach und Keppritzbach-1) aufgrund der höheren Anzahl von SHF stärker als im unteren. Gleiches gilt für die anderen SHF-bezogenen Maßnahmen Umwandlung von Acker- in Grünland, begrünte Abflusswege und Verzicht des Mais- und Hackfruchtanbaus. Beim N-Austrag treten größere Unterschiede insbesondere aufgrund des kulturartenspezifischen

Zwischenfruchtanbaus und der reduzierten N-Düngung auf Rasterzellen mit höchsten N-Austrägen auf.

Tabelle 17: Ausgewählte Modellierungsergebnisse der Szenarienberechnungen mittels STOFFBILANZ für das EZG Jahna (GRUNEWALD u. a. 2007)

Nr.	Szenario/Variante	partikulärer P-Eintrag			diffuser N-Eintrag		
		[t/a]	[kg/ha/a]	[%]*	[t/a]	[kg/ha/a]	[%]*
1	kons. BoBe steigt auf 100% (SHF)	3,5	0,14	-31	537	21,9	-3
2	kons. BoBe steigt auf 100% (alle Ackerzellen)	2,8	0,11	-45	451	18,4	-19
3	kein Mais- und Hackfruchtanbau (SHF) zu SG	3,7	0,15	-27	555	22,7	0
4	begrünte Abflusswege (SHF)	4,6	0,19	-9	553	22,6	0
5	Gewässerschutzstreifen	2,7	0,11	-47	543	22,2	-2
6	Nutzungsänderung (SHF)	1,6	0,07	-68	538	22,0	-3
7	Nutzungsänderung (Zellen höchster N-Austräge)	5,0	0,20	-2	489	20,0	-12
8	Zwischenfruchtanbau - Ist + 5% im EZG				449	18,3	-19
9	Zwischenfruchtanbau - Ist + 16% im EZG (max.)	4,9	0,20	-3	324	13,2	-42
10	reduzierte N-Düngung: N-Austrag >25 kg N/ha/a				385	15,7	-31
11	reduzierte N-Düngung: alle Ackerzellen				291	11,9	-47
12	Maßnahmenkombination (1, 3, 5, 8, 10)	1,8	0,07	-64	209	8,6	-62
13	Maßnahmenkombination (1, 5, 6, 8, 10)	0,5	0,02	-90	240	9,8	-57
14	Maßnahmenkombination (2, 3, 7, 8, 11)	0,6	0,03	-88	165	6,8	-70

* Verminderung der P- oder N-Einträge gegenüber dem Ist-Zustand (siehe Tabelle 10 und Tabelle 11 in Kapitel 7.2.3)

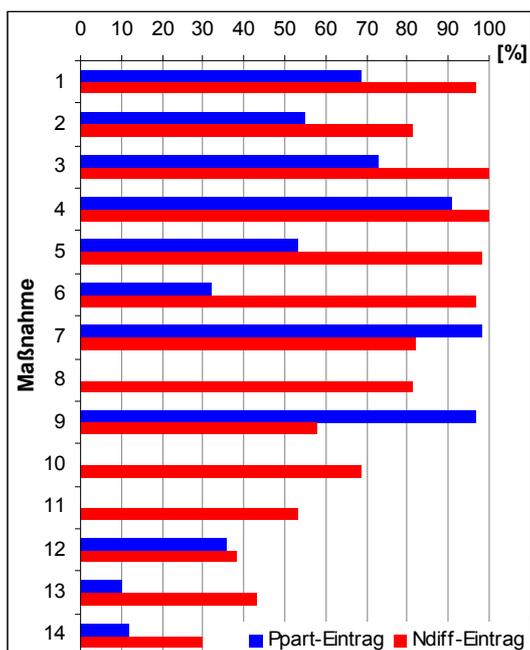


Abbildung 23: Anteil der von STOFFBILANZ ermittelten partikulären P- und diffusen N-Einträge der Maßnahmen gegenüber dem Ist-Zustand (= 100 %, siehe Kapitel 7.2.3)

Die Einschätzung, ob die modellierten N- und P-Reduzierungsleistungen der landwirtschaftlichen Maßnahmen zur Erfüllung der Umweltziele der WRRL bzw. der Orientierungs- und Grenzwerte ausreichen, ist schwierig. Beim Phosphor ist darauf hinzuweisen, dass der modellierte partikuläre P-Eintrag lediglich ca. 1/3 der gesamten ermittelten P-Emissionen umfasst. Um eine Annäherung an den Orientierungswert von 0,1 mg/l zu erreichen, müssen trotz z. T. hoher Reduzierungspotenziale neben der Umsetzung von landwirtschaftlichen Maßnahmen zur Verminderung insbesondere des partikulären P-Austrags auch Maßnahmen im kommunalen Bereich zur Reduzierung der punktuellen und diffusen P-Einträge aus Siedlungsgebieten ergriffen werden. Der N-Eintrag stammt demgegenüber fast ausschließlich aus landwirtschaftlichen Nutzflächen, sodass die hohen modellierten Reduzierungsleistungen bestimmter landwirtschaftlicher Einzelmaßnahmen und Maßnahmenkombinationen auf eine deutliche Verbesserung der Belastungssituation durch deren Umsetzung hinweisen. Beim N-Eintrag problematisch sind jedoch die teils langen Verweilzeiten in der Bodenzone, die zur Verzögerung des N-Austrags ins Grundwasser und die Oberflächengewässer führen. Aktuell gemessene N-Belastungen können demnach häufig Altlasten einer landwirtschaftlichen Nutzung in den 1970er- und 1980er-Jahren sein (FIEDLER 2005).

Die Modellierungsergebnisse der Szenarien mit STOFFBILANZ sind generell kritisch zu bewerten. Sie sind nach GRUNEWALD u. a. (2007) stark von den modellintern angenommenen Reduzierungsleistungen abhängig, die bei der Interpretation der Ergebnisse berücksichtigt werden müssen. Beim

Gewässerschutzstreifen wird z. B. von einem Best Case ausgegangen und ein flächenhafter Übertritt des Oberflächenabflusses in den Schutzstreifen, ein Sedimentrückhalt von 70 % und ein partikulärer P-Rückhalt von 40 % angenommen. In der Realität treten jedoch oft Abflusskonzentrationen auf, die zu einem linearen Übertritt des Oberflächenabflusses und aufgrund der erhöhten Fließgeschwindigkeiten zu geringeren Reduzierungsleistungen hinsichtlich des Sediment- und P-Rückhalts führen. Die Reduktionspotenziale der Gewässerschutzstreifen auf den Stoffaustrag wurden von STOFFBILANZ demnach wahrscheinlich überschätzt. Hinsichtlich der Abbildung landwirtschaftlicher Maßnahmen durch das Modell STOFFBILANZ ist noch weiterer Forschungsbedarf erforderlich, um belastbare Ergebnisse zu bekommen.

7.3.3.2 Abschätzung von Erosions- und P-Reduktionspotenzialen mit dem Modell

Erosion-3D

Erosion-3D ist ein physikalisch-begründetes Prozessmodell zur gebietsbezogenen Prognose des durch einzelne Niederschlagsereignisse oder Niederschlagsreihen verursachten Oberflächenabflusses und der Bodenerosion. Mit Hilfe des Modells können Erosionsschutzmaßnahmen abgebildet und bewertet werden. Das in den 1990er Jahren entwickelte und seitdem stets weiterentwickelte Modell wurde durch umfangreiche Feldversuche im Rahmen des „Erosionsmessprogramms Sachsen“ (MICHAEL u. a. 1996) sowie in zahlreichen weiteren Projekten (u. a. KORNMANN u. a. 2006, RICHTER 2004, SCHOB 2006, SEIDEL 2003, THIEL & SCHMIDT 2006) validiert. Die Modellgrundlagen sowie Ein- und Ausgabeparameter sind ausführlich in v. WERNER (2002) beschrieben.

Datengrundlagen und Parametrisierung

Niederschläge: Als Niederschlagsszenarien wurden die Starkregenereignisse mit einem Wiederkehrintervall von 10 und 20 Jahren in der Subregion Dresdner Elbtalgebiet aus dem Parameterkatalog Sachsens ausgewählt (Tabelle 18) (MICHAEL u. a. 1996). Diese Extremniederschläge sind keine real beobachteten Niederschläge, sondern statistische Werte, die während jährlich wiederkehrender Witterungsverläufe gehäuft auftreten. Als Zeitpunkt für die Erosionssimulation wurde der Monat April gewählt, da die ackerbaulichen Nutzflächen, insbesondere die mit Sommerfruchtarten bestellten Ackerflächen, zu diesem Zeitpunkt noch keine bzw. nur eine geringe Bodenbedeckung aufweisen.

Neben den Einzelereignissen wurden auch die Niederschlagsereignisse des Referenzjahres für die Subregion Dresdner Elbtalgebiet aus dem Parameterkatalog simuliert. Diese stellen die durchschnittliche Häufigkeit und Verteilung der Starkregen ab einer Intensität von 0,1 mm/min im Jahresverlauf (Mai-September) dar (MICHAEL u. a. 1996). In der Subregion Dresdner Elbtalgebiet besteht das Referenzjahr aus 29 Ereignissen, die in Tabelle 32 im Anhang näher charakterisiert sind.

Tabelle 18: 10- und 20-jähriges Niederschlagsereignis in der Region Dresdner Elbtalgebiet

Niederschlagsereignis	10-jähriges	20-jähriges
Dauer [min] / Gesamthöhe [mm] / Spitzenintensität [mm/h]	40 / 27,7 / 99,0	120 / 39,4 / 112,2

Relief: Für die Modellierung wurde das korrigierte ATKIS DGM 25 (Version DGM6a) (LFUG/SCI-LANDS 2005) mit einem Höhenpunktabstand von 20 m und einer Höhengenaugigkeit von +/-1 m verwendet. Als Rasterweite für die räumliche Gebietsdarstellung wurde ebenfalls 20 m gewählt. Das DGM wurde durch v. WERNER & SCHRÖDER (2006) mit dem Fließgewässernetz aus dem ATKIS DLM 25 verschnitten, da die von Erosion-3D bei der automatischen Reliefanalyse ermittelten Tiefenlinien nicht mit dem realen Gewässerverlauf übereinstimmen müssen. Um die hydraulische Durchgängigkeit sicherzustellen, wurden von v. WERNER & SCHRÖDER (2006) durch manuelle Digitalisierung die betreffenden Höhenkoordinaten der Tiefenlinien teilweise verringert („Stream Burning“ mit 1 m Eintiefung) und fehlende Gewässerabschnitte ergänzt. Der Einfluss von Speichern (z. B. Stausee Baderitz) auf die hydraulische Geometrie des Vorfluternetzes fand keine Berücksichtigung.

Boden: Als Datengrundlagen für den Boden dienten die Bodenkonzeptkarte 1:50.000 und die Bodenübersichtskarte 1:200.000. Die Eingangparameter Bodenschichten, Bodenart und organischer Kohlenstoffgehalt wurden direkt aus der Bodenkonzeptkarte verwendet. Die Parameter Lagerungsdichte, Anfangswassergehalt, gesättigte hydraulische Leitfähigkeit, hydraulische Rauigkeit, Erosionswiderstand, Skinfaktor und Bodenbedeckungsgrad wurden teilautomatisiert mit Hilfe des Programms Datenbank-Prozessor (Version 1.6) bestimmt. Der Datenbank-Prozessor ist mit der Datenbank Digitaler Parameterkatalog verbunden, die für die verschiedenen Eingangparameter differenzierte Werte nach Bodenbearbeitungs-, Boden- und Kulturart sowie Monat enthält.

Landnutzung: Als Datengrundlagen gingen in das Modell Erosion-3D das digitale Feldblockkataster (InVeKoS), die Kulturarten und die UA-Maßnahmen (Mulchsaat, Zwischenfrüchte) der Anbaujahre 2006 und 2007 sowie das flächendeckende ATKIS DLM 25 ein. Das digitale Feldblockkataster enthält die Geometrien der landwirtschaftlichen Feldblöcke. Da ein Feldblock jedoch mehrere Schläge und demnach auch mehrere Fruchtarten beinhalten kann, die Schlaggeometrien im Rahmen des Projektes jedoch nicht vorlagen, war die räumliche Verortung der Schläge nicht möglich. Aus diesem Grund wurden die Kulturarten auf Feldblockebene generalisiert, indem die jeweils flächenanteilsbezogene dominante Fruchtart ausgewählt und dem gesamten Feldblock zugewiesen wurde. Dies führte zu geringen Abweichungen gegenüber den schlagbezogenen Daten. Die Fruchtartenanteile änderten sich um ca. 3 %, wobei insbesondere Kulturarten mit geringen Flächenanteilen, zu denen auch potenziell erosionsgefährdete Kulturarten (z. B. Hackfrüchte) zählen, vollständig entfielen oder deutlich reduziert wurden. Die Rangfolge der hauptsächlich angebaute Kulturarten veränderte sich durch die Generalisierung um maximal einen Rangplatz. Das Generalisierungsverfahren erfolgte ebenfalls für die UA-Maßnahmen. Wenn für die feldblockdominante

Fruchtart UA-Maßnahmen beantragt wurden, wurden diese auch dem gesamten Feldblock zugewiesen. Dadurch erhöhte sich der Gesamtflächenanteil der UA-Maßnahmen um ca. 4 % von 30,9 % auf 34,6 %. Bezogen auf die einzelnen Kulturarten waren die Veränderungen, bedingt durch den mit der Generalisierung verbundenen Wegfall oder Flächenredzierung von Kulturarten, aber deutlich höher.

Folgende fünf (*Grund-*)*Bewirtschaftungsszenarien* wurden für eine Simulation mit Erosion-3D ausgewählt:

- **Ist-Stand:** Ziel des Ist-Standes ist die Abbildung des gegenwärtigen Erosionsgeschehens. Als Ist-Stand wurden für die Einzelereignisse die im April 2006 (Abbildung 24) bzw. für das Referenzjahr die im Mai bis September 2006 angebauten feldblockdominanten Kulturarten unter Berücksichtigung der für diese Kulturarten beantragten UA-Maßnahmen der Zusatzförderung II (Herbst- und Frühjahrsmulchsaat, Zwischenfrüchte und Untersaaten) (Abbildung 25) ausgewählt. Falls für die feldblockdominante Kulturart eine Förderung beantragt wurde, wurde dem gesamten Feldblock Mulchsaat mit einem pauschalen Mulchbedeckungsgrad von 30 % zugewiesen (= 35 % der Ackerflächen).
- **Ist-WRRL:** Zur Abschätzung des zukünftigen Erosionsgeschehens wurde die flächendeckende Umsetzung der Agrarumweltmaßnahme dauerhaft konservierende Bodenbearbeitung im Rahmen der ELER-Förderung angenommen. Für die in 2006 angebauten Kulturarten (wie Ist-Stand) wurden für alle Ackerflächen, die sich in der WRRL-Gebietskulisse für dauerhaft konservierende Bodenbearbeitung, Referenz 2007, befinden (ca. 65 % der Ackerflächen), konservierende Bodenbearbeitung und ein Mulchbedeckungsgrad von 30 % unterstellt (Abbildung 20).
- **Ist-konservierend:** Um das Potenzial der Erosionsminderung im Sinne eines Best-Case-Szenarios aufzuzeigen, wurden für die 2006 angebauten Kulturarten (wie Ist-Stand) auf allen Ackerflächen eine konservierende Bodenbearbeitung und ein Mulchgehalt von 30 % angenommen.
- **Ist-konventionell:** Im Gegensatz zum Best Case wurde für die 2006 angebauten Kulturarten (wie Ist-Stand) auf allen Ackerflächen eine konventionelle Bodenbearbeitung ohne Mulchbedeckung angenommen. Dieses Szenario dient zur Bewertung der bisher erzielten Erosionsminderung durch die gegenwärtig angewendeten erosionsmindernden Maßnahmen.
- **Worst Case:** Das Worst-Case-Szenario beschreibt das ungünstigste landwirtschaftliche Managementverfahren, welches die höchsten Bodenabträge erwarten lässt. Für den Monat April wurden für alle Ackerflächen ein Maisanbau (Saatbettzustand), eine konventionelle Bodenbearbeitung ohne Mulchbedeckung und ein verschlammter Bodenzustand unterstellt. Dieses Szenario kann auch zum Vergleich mit dem Ist-Stand und Best Case herangezogen werden. Zusätzlich soll es den Einfluss der Böden auf das Erosionsgeschehen ohne den Einfluss der verschiedenen angebauten Kulturarten aufzeigen.

Darüber hinaus wurden mit Erosion-3D noch die drei folgenden zusätzlichen Maßnahmenzenarien in Kombination mit den drei Bewirtschaftungsszenarien „Ist-Stand“, „Ist-konservierend“ und „Ist-konventionell“ und den beiden Einzelniederschlagsereignissen sowie dem Referenzjahr simuliert:

- **Gewässerschutzstreifen:** Allen Ackerflächen, die an Fließgewässer grenzen, wurde ein 30 m breiter gewässerangrenzender Grünlandstreifen zugewiesen (Abbildung 46 im Anhang). Die Wahl der Breite des Gewässerschutzstreifens von 30 m entspricht keiner realen Anforderung, sondern geschah aus modellinternen Gründen, da die Rasterweite der Modelldaten im Rahmen des Projektes 20 m betrug. Strukturen, die kleiner als 20 m sind, können deshalb vom Modell nicht abgebildet werden. Der Flächenumfang der Maßnahme im EZG Jahna beträgt 428 ha.
- **begrünte Abflussbahnen:** Zur Lokalisierung von potenziellen Abflussbahnen wurde die Einstufung von BRÄUNIG (2006) verwendet, die auf der Ableitung der rasterbezogenen Einzugsgebiete aus dem ATKIS DGM erfolgte. Erosionswirksame Abflussbahnen sind demnach meist durch Einzugsgebiete ab einer Größe von 2 ha (Klasse 6) gekennzeichnet. Für die Modellierung wurde allen auf Ackerland befindlichen Rastern mit einer Einzugsgebietsgröße ≥ 2 ha Grünland zugewiesen (Abbildung 47 im Anhang). Der Flächenumfang der Maßnahme beträgt insgesamt 1.903 ha.
- **Kombination von begrünten Abflussbahnen und Gewässerschutzstreifen:** Verknüpfung von begrünten Abflussbahnen und Gewässerschutzstreifen

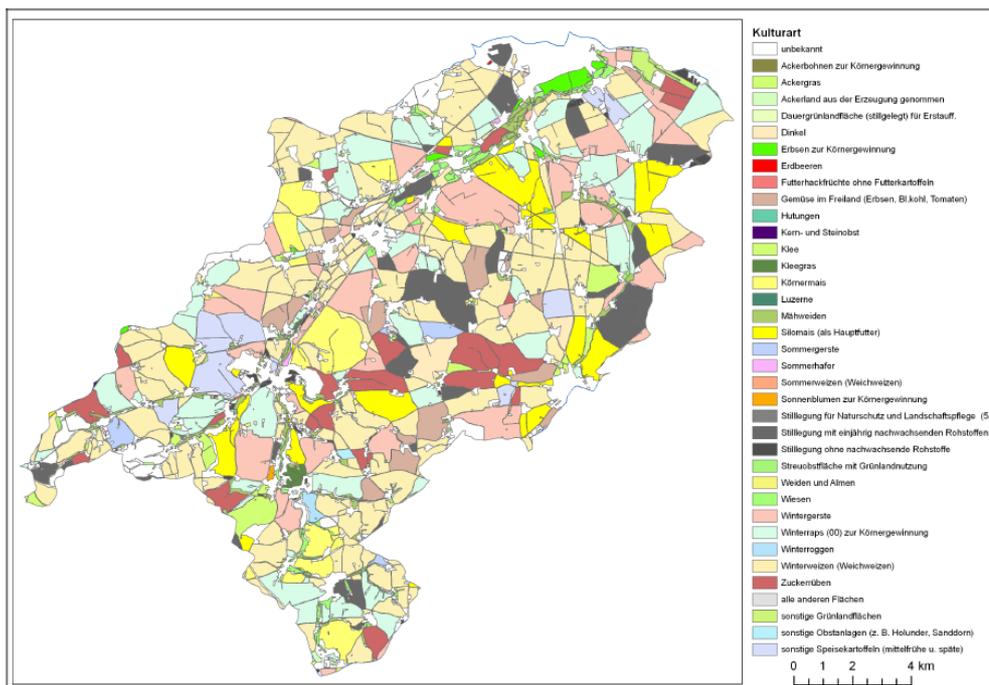


Abbildung 24: Feldblöcke im EZG Jahna mit jeweils feldblockdominanter Kulturart im April 2006 (v. WERNER & SCHRÖDER 2006)

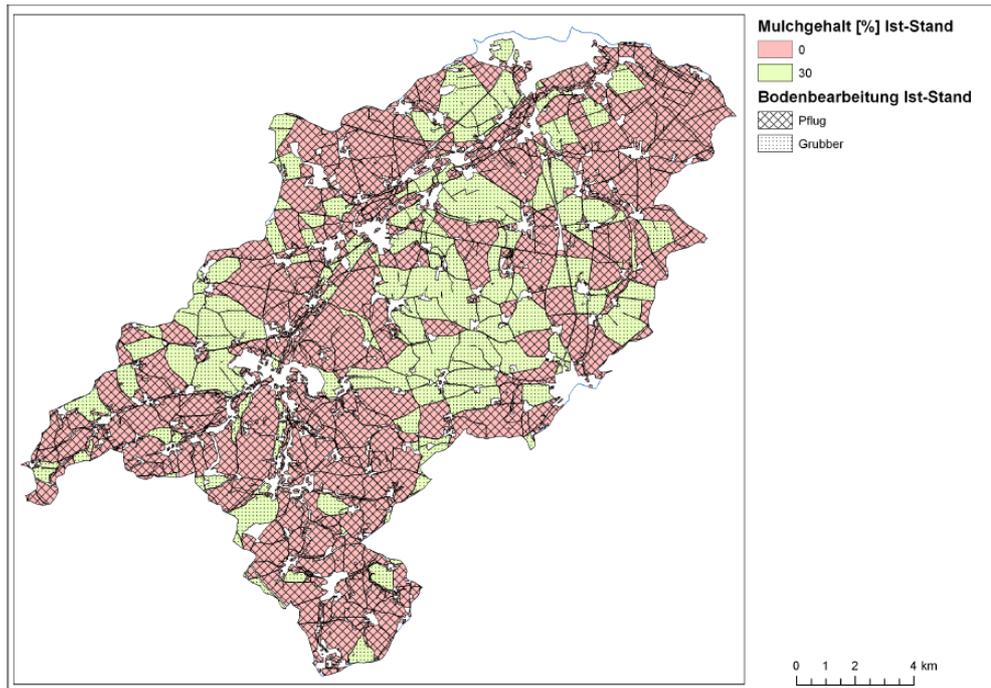


Abbildung 25: Feldblöcke im EZG Jahna mit Bodenbearbeitungsart und Mulchgehalt (UA-ZFII-Förderung) der feldblockdominanten Kulturarten im April 2006 (v. WERNER & SCHRÖDER 2006)

Elementarflächengenerierung und Modelleinstellungen

Die Attributierung der Elementarflächen erfolgte, wie bereits erwähnt, teilautomatisiert mit Hilfe des mit dem Digitalen Parameterkatalog verbundenen Programms Datenbank-Prozessor (Ver. 1.6.0) mit den folgenden Modelleinstellungen:

- *Nutzungsaufbau* (mit höchster Priorität 1.)
 1. ATKIS DLM Linien (Bahnstrecke, Fahrbahn, Hecke/Knick, Schienenbahn, Straße, Weg)
 2. InVeKoS feldblockdominante Kulturart
 3. ATKIS DLM Polygone
- *Bodenaufbau* (mit höchster Priorität 1.)
 1. BKkonz
 2. BÜK 200
- *Elementarflächenaufbau*
 1. Nutzungsart
 2. Bodenart
 3. Bodenbearbeitungsart
 4. Dichte und organischer Kohlenstoffgehalt aus Parameterkatalog/Bodenart

Mit dem Datenbank-Prozessor wurden Landnutzungs- und Bodenparameterdatensätze für die Einzelstarkregenereignisse im Monat April 2006 sowie für die Niederschlagsreihe des Referenzjah-

res in den Monaten Mai bis September erzeugt. Bei der Parametrisierung erfolgten folgende Korrekturen bzw. Anpassungen:

- Einzelereignis im April: Für die Kulturarten Klee gras und Luzerne, die nach dem Parameterkatalog wie Ackerbohnen mit einer Bodenbedeckung erst ab Juni parametrisiert werden, wurde manuell der Feldzustand ‚Stoppeln‘ (Bodenbedeckung 90 %) festgelegt, da es sich in diesen Fällen um mehrjährige Kulturarten handelte, die bereits im Jahr 2005 auf den Feldblöcken angebaut wurden. Außerdem wurde Silomais als ‚Mais‘ parametrisiert.
- Referenzjahr: Im Monat Mai erfolgte die Parametrisierung analog dem Einzelereignis im April. In den Monaten Juni bis August wurde für Raps, der nach dem Parameterkatalog nur bis Mai eine Bodenbedeckung aufweist, ‚Stoppel‘ angenommen. Grund hierfür ist, dass Winterraps in den letzten Jahren häufig erst später geerntet wurde und die Stoppeln meist bis zur Aussaat der Folgefrucht auf dem Boden verbleiben. Im September wurde für alle bereits geernteten Kulturarten, deren Folgekulturen erst nach September ausgesät wurden, ‚Stoppel‘ festgelegt. Folgekulturarten (z. B. Winterraps), die bereits Anfang September oder früher ausgesät werden, wurden bei der Modellierung berücksichtigt. Silomais wurde in allen Monaten des Referenzjahres wie ‚Mais‘ behandelt.

Für die Gebietsparametrisierung mit Hilfe des Datenbank-Prozessors sowie für die Behebung von Datenlücken der Nutzungs- und Bodendaten (Globalvorgaben) wurden folgende Attribute bzw. Randbedingungen angenommen:

- *Nutzungstyp* (ATKIS DLM 25): Zur Reduzierung der Gefahr der Überprognose der Abflussbildung auf Siedlungsflächen (100 % Bodenversiegelung) wurde die als weitgehend unversiegelt vorausgesetzten ländlichen Siedlungsbereiche (= Fläche gemischter Nutzung) mit der Nutzungsart 'Gartenland' attribuiert. Da außerdem die Grenzen der Flächennutzung im ATKIS DLM 25 und im InVeKoS aufgrund unterschiedlicher Erfassungsmethodiken nicht übereinstimmen, wurde allen landwirtschaftlichen Flächen im ATKIS DLM 25 die Nutzungsart 'Wiese' zugewiesen.
- *Bodenart* (BKkonz/BÜK200): Ut2 (schwach toniger Schluff)
- *Lagerungsdichte* (Digitaler Parameterkatalog)
- *organischer Kohlenstoffgehalt* (Digitaler Parameterkatalog, BKkonz/BÜK200):
wie Lagerungsdichte, Umrechnung der Humusstufen in C-Gehalte
- *Bodenbearbeitung* (UA ZFII, digitales Feldblockkataster):
Ist-Stand/Ist-WRRL/Ist-konventionell/Worst Case: Pflug; Ist-konservierend: Grubber
- *Anfangsbodenfeuchte* (Digitaler Parameterkatalog, global): normal
- *Bodenzustand* (Digitaler Parameterkatalog, global): normal, Worst Case: verschlämmt
- *Entwicklungszustand* (Digitaler Parameterkatalog, global): durchschnittlich
- *Mulchbedeckung* (UA ZFII, digitales Feldblockkataster, global): 0 %

Im Rahmen des Projektes wurden die Erosion-3D-Simulationen mit der Modellversion 3.1.5.3 und dem Infiltrationsmodell Version 1.1.0.3n ohne Mehrschichtenansatz sowie dem Abflussmodell Ver-

sion 1.0.0.6 ohne Abflussverzögerung durchgeführt. Die Modellierung des Referenzjahres erfolgte zusätzlich mit dem Langzeitsimulationsmodell Version 1.0.0.3. Die Grundeinstellungen wurden nicht verändert.

Simulationsergebnisse

Die Ergebnisse der Modellierungen sind in Tabelle 19 aufgeführt. Sie werden nachfolgend getrennt nach Einzelereignissen und Referenzjahr vorgestellt und interpretiert.

Einzelstarkniederschlagsereignisse: Das Modell Erosion-3D prognostiziert eine Zunahme des Oberflächenabflusses und des Bodenabtrags beim 10- und 20-jährigen Niederschlagsereignis vom Best Case- zum Worst Case-Szenario (Abbildung 26, Abbildung 27). Beim Ist-Stand wurden ein Oberflächenabfluss von knapp 12 % und ein relativer Bodenabtrag von 5,3 t/ha beim 10-jährigen Starkregenereignis ermittelt. Demgegenüber sind es beim 20-jährigen Ereignis bei einem 3 %ig höheren Oberflächenabfluss aufgrund der höheren Niederschlagsintensität 10,4 t/ha relativer Bodenabtrag. Im Vergleich zur vollständig konventionellen Bewirtschaftung konnte die Bodenerosion durch die konservierende Bodenbearbeitung im Jahr 2006 bereits um ca. 40 % bei beiden Niederschlagsereignissen verringert werden. Bei der Umsetzung der konservierenden Bodenbearbeitung auf allen förderfähigen Feldblöcken wurde vom Modell eine weitere Reduzierung des Bodenabtrags um fast 60 % gegenüber dem Ist-Stand ermittelt. Wird die konservierende Bodenbearbeitung auf allen Ackerflächen angewendet, ist nach Erosion-3D eine Verringerung der Bodenerosion um 95 % gegenüber dem Ist-Stand möglich. Demgegenüber verdeutlicht das Worst Case-Szenario mit einem Bodenabtrag von 100 t/ha bereits bei einem 10-jährigen Starkregenereignis das sehr hohe Erosionsrisiko im Untersuchungsgebiet.

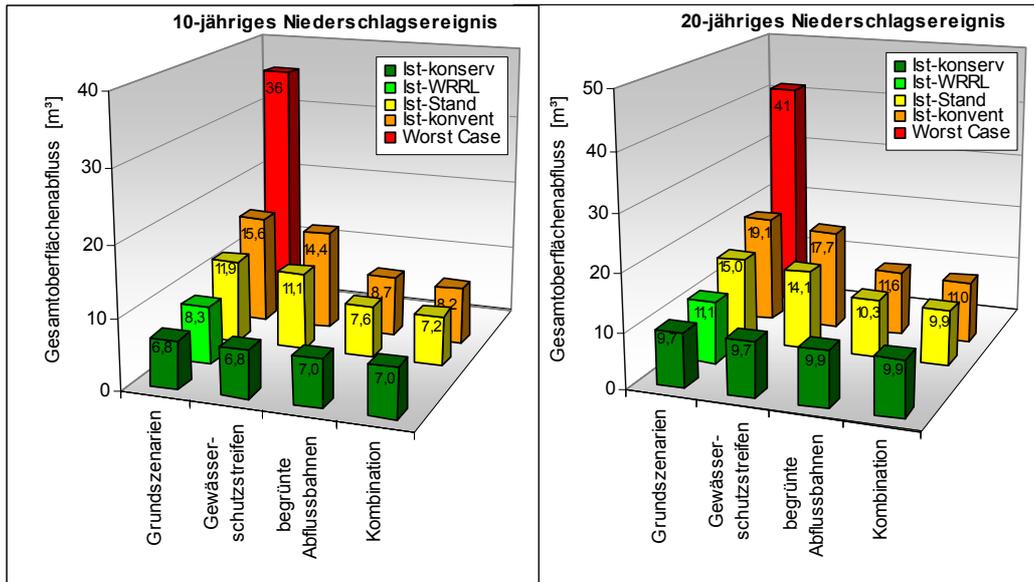


Abbildung 26: Erosion-3D – Anteil des Oberflächenabflusses am Niederschlag bei einem 10- und 20-jährigen Extremereignis im EZG Jaha

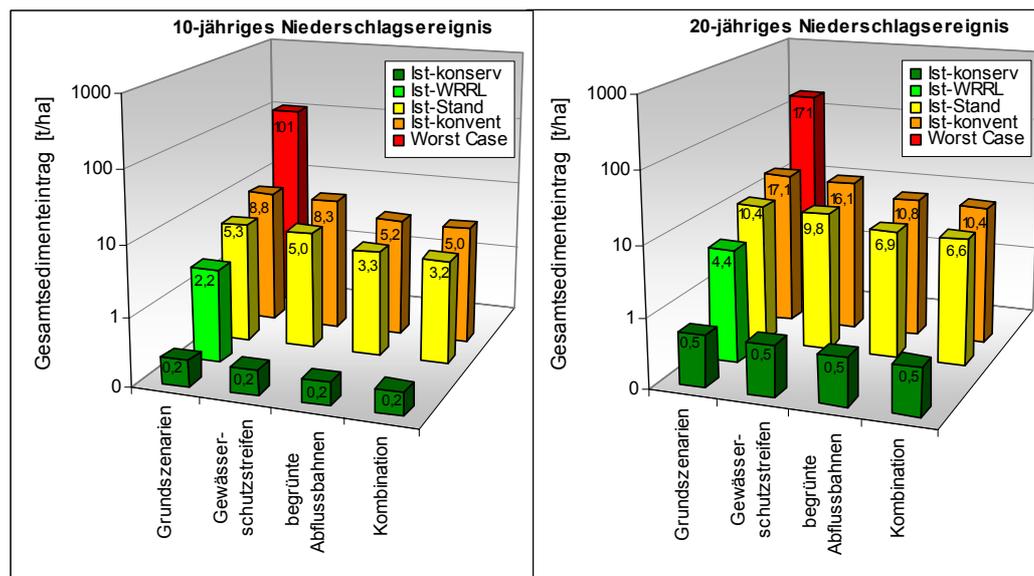


Abbildung 27: Erosion-3D – Gesamtsedimenteintrag bei einem 10- und 20-jährigen Extremereignis im EZG Jaha

Tabelle 19: Modellierungsergebnisse des Gesamtsedimenteintrags und des Gesamtoberflächenabflusses der Einzelstarkregeneignisse und des Referenzjahres. (* Anteil des Oberflächenabflusses am Gesamtniederschlag; ** bezogen auf die gesamte Einzugsgebietsfläche)

		10-jähr. Niederschlagsereignis				20-jähr. Niederschlagsereignis				Referenzjahr		
		Gesamtoberflächenabfluss		Gesamt-sedimenteintrag		Gesamtoberflächenabfluss		Gesamt-sedimenteintrag		Gesamtoberflächenabfluss	Gesamt-sedimenteintrag	
		[m³]	[%]*	[t]	[t/ha]**	[m³]	[%]*	[t]	[t/ha]**	[m³]	[t]	[t/ha]**
Grundscenarien	<i>Ist-konserv.</i>	459.984	6,8	5.740	0,2	936.020	9,7	13.270	0,5	3.438.089	27.283	1,1
	<i>Ist-WRRL</i>	560.676	8,3	54.254	2,2	1.069.463	11,1	107.861	4,4	3.675.696	64.721	2,7
	<i>Ist-Stand</i>	802.939	11,9	130.270	5,3	1.441.426	15,0	254.469	10,4	4.331.826	104.928	4,3
	<i>Ist-konvent.</i>	1.051.093	15,6	215.959	8,8	1.838.888	19,1	418.565	17,1	5.107.177	178.101	7,3
	<i>Worst Case</i>	2.408.327	35,7	2.460.926	100,8	3.942.164	41,0	4.180.891	171,2			
Gewässer-schutzstreifen	<i>Ist-konserv.</i>	461.712	6,8	5.619	0,2	937.806	9,7	12.950	0,5	3.394.349	26.693	1,1
	<i>Ist-Stand</i>	749.203	11,1	121.728	5,0	1.355.594	14,1	239.073	9,8	4.050.214	97.492	4,0
	<i>Ist-konvent.</i>	969.663	14,4	202.474	8,3	1.707.562	17,7	394.317	16,1	4.691.403	165.799	6,8
begrünte Ab-flussbahnen	<i>Ist-konserv.</i>	471.021	7,0	5.312	0,2	951.200	9,9	12.106	0,5	3.165.745	23.942	1,0
	<i>Ist-Stand</i>	510.460	7,6	80.894	3,3	989.541	10,3	167.745	6,9	2.285.543	50.139	2,1
	<i>Ist-konvent.</i>	584.982	8,7	127.896	5,2	1.115.070	11,6	264.452	10,8	2.170.792	73.594	3,0
Kombination	<i>Ist-konserv.</i>	472.131	7,0	5.240	0,2	952.319	9,9	11.923	0,5	3.156.839	23.915	1,0
	<i>Ist-Stand</i>	487.999	7,2	77.018	3,2	950.520	9,9	160.787	6,6	2.198.068	47.672	2,0
	<i>Ist-konvent.</i>	551.598	8,2	121.920	5,0	1.057.280	11,0	253.635	10,4	2.045.639	69.401	2,8

Die räumliche Verteilung der Bodenerosion (Abbildung 48 bis Abbildung 55 im Anhang) wird durch die Boden-, Kultur- und Bewirtschaftungsarten bestimmt. Beim Ist-Stand sowie Ist-WRRL werden die Boden- und Kulturarten von der Bewirtschaftungsweise überprägt, d. h. Flächen mit höheren Bodenabträgen werden in der Regel konventionell bewirtschaftet. Bei den Szenarien Ist-konservierend und Ist-konventionell, bei denen die Bewirtschaftung einheitlich ist, zeigt sich ein stärkeres kulturartenspezifisches Erosionsverhalten. Das Modell prognostiziert jedoch bei sonst gleichen Bedingungen geringere Bodenabträge für erosionsanfällige Fruchtarten (Mais, Kartoffeln), die im April noch keine oder nur geringe Bodenbedeckung aufweisen, als z. B. für Wintergetreide. Grund hierfür kann die starke Abhängigkeit der Erosion von der Lagerungsdichte sein. Diese ist für Sommerkulturen aufgrund der frischen Bodenbearbeitung geringer als für Winterkulturen (schr. Mitt. SCHRÖDER 2007). Beim Worst Case spiegeln sich die Bodenarten beim Erosionsmuster wider. Die größten Erosionsbeträge wurden für Schluffböden prognostiziert.

Die Modellierung hat für die begrünten Gewässerschutzstreifen kaum eine Verminderung des Oberflächenabflusses und der Erosion im Vergleich zu den Grundszenarien ergeben (Abbildung 26, Abbildung 27). Bei den begrünten Abflussbahnen wurde beim Ist-Stand und Ist-konventionell eine Reduzierung des Oberflächenabflusses sowie des Bodenabtrags um ca. 40 % gegenüber den Grundszenarien prognostiziert. Bei der konservierenden Bodenbearbeitung wurde hingegen bei der Anlage von begrünten Abflussbahnen eine leichte Erhöhung des Oberflächenabflusses (um 0,2 %) gegenüber dem Grundszenario berechnet. Aus diesem Grund wird der Bodenabtrag nicht weiter vermindert (mögliche Ursache siehe Referenzjahr). Die Kombination von Gewässerschutzstreifen und Hangrinnenbegrünung zeigt ähnliche Ergebnisse wie die begrünten Abflussbahnen.

Referenzjahr: Die Simulation des Referenzjahres ergab bei den Grundszenarien ebenfalls eine Zunahme des Oberflächenabflusses und des Sedimenteintrags von der vollständig konservierenden zur vollständig konventionellen Bodenbearbeitung (Abbildung 28). Das Modell ermittelte beim Ist-Stand einen relativen Sedimenteintrag von 4,3 t/ha*a und einen Oberflächenabfluss von 4,3 Mio. m³/a im EZG Jahna. Im Vergleich zur vollständig konventionellen Bodenbearbeitung (7,3 t/ha) konnte der Bodenabtrag um 40 % reduziert werden. Bei Annahme der Ausdehnung der konservierenden Bodenbearbeitung auf die ELER-Gebietskulisse WRRL kann der Sedimenteintrag nach Erosion-3D noch um ca. 40 %, bei der vollständig konservierenden Bodenbearbeitung sogar um 75 % verringert werden.

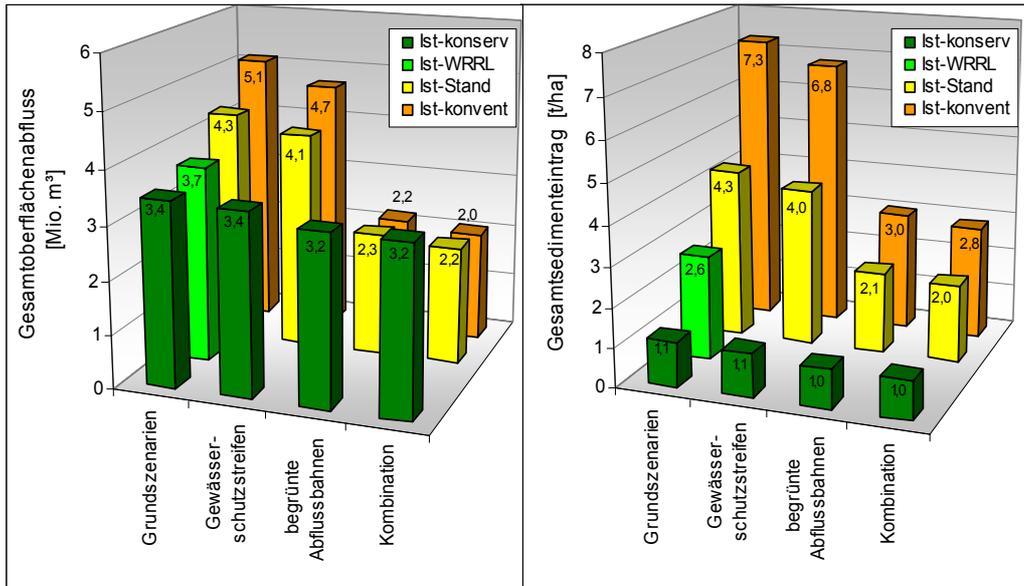


Abbildung 28: Erosion-3D – Gesamtoberflächenabfluss (links) und -sedimenteintrag (rechts) des Referenzjahres im EZG Jajna

Die Boden-, Bewirtschaftungs- und Kulturarten haben wie bei den Einzelereignissen Einfluss auf das Erosionsmuster (Abbildung 56 bis Abbildung 60 im Anhang). Der südliche Teil des EZG Jajna ist stärker von Erosion betroffen als der nördliche Teil. Die Bewirtschaftungsart bestimmt das Erosionsmuster insbesondere beim Ist-Stand und Ist-WRRL. Konservierend bewirtschaftete Flächen weisen bei gleichen Bodenarten geringere Bodenabträge auf als gepflügte Flächen. Bei den Szenarien Ist-konventionell und Ist-konservierend mit einheitlicher Bodenbearbeitung fällt auf, dass die Stilllegungsflächen mit einjährigen nachwachsenden Rohstoffen bei der konservierenden Bodenbearbeitung kaum, bei der konventionellen Bodenbearbeitung hingegen stärker erosionsgefährdet sind. Dies kann durch die Parametrisierung bedingt sein. Stilllegungsflächen werden vom Modell als Brache mit über die Monate unveränderten Bodenparametern parametrisiert. Die Bodenbedeckung für Brache ist bei gepflügten Flächen modellintern stets 0 %.

Die Einrichtung von begrünten Gewässerschutzstreifen wirkt sich analog zu den Einzelereignissen kaum auf den Sedimenteintrag aus. Die begrünten Abflussbahnen sowie die Kombination beider Pufferzonen weisen etwas größere Reduzierungsleistungen auf. Beim Referenzjahr tritt das gleiche Phänomen, jedoch in stärkerer Ausprägung, wie bei den Einzelereignissen auf. Bei den begrünten Abflussbahnen und der Kombination von Pufferzonen ist der Oberflächenabfluss bei Ist-konservierend meistens höher als bei Ist-konventionell. Grund hierfür können die vom Modell zugewiesenen höheren Lagerungsdichten und Anfangsbodenfeuchten konservierend bewirtschafteter Ackerflächen sein, wodurch der Boden weniger Niederschlagswasser speichern kann. Um den in der Realität häufig stattfindenden höheren Oberflächenabfluss auf gepflügten Flächen infolge der

Verschlämmung der Bodenoberfläche abzubilden, sollten bei der Modellierung für die entsprechenden Flächen ein verschlammter Bodenzustand festgelegt werden.

Als Fazit kann festgehalten werden, dass die konservierende Bodenbearbeitung innerhalb der mit Erosion-3D modellierten Maßnahmen die wirksamste Maßnahme hinsichtlich der Verringerung der Bodenerosion und des damit verbundenen Sedimenteintrags in Oberflächengewässer darstellt. Lineare Pufferzonen können den Sedimenteintrag zwar in gewissem Maße reduzieren, das eigentliche Problem des flächenhaften Bodenabtrags aber nicht wirkungsvoll verhindern.

Abschätzung des partikulären P-Austrags

Mit Hilfe der von Erosion-3D ermittelten Sedimentausträge wurde der partikuläre P-Austrag abgeschätzt. Da sich Phosphor im Boden bevorzugt an die feineren Kornfraktionen (Ton, Schluff) bindet und die Erosion ein selektiver Prozess ist, bei dem v. a. die feineren Korngrößen verlagert werden, reichert sich Phosphor im erodierten Bodenmaterial an (u. a. DUTTMANN 1999, SHARPLEY 1980, SHARPLEY u. a. 1993, WILKE & SCHAUB 1996). In der Literatur sind verschiedene Methodiken zur Ermittlung der P-Anreicherung zu finden. Diese reichen von einfachen, jedoch stark schwankenden Anreicherungsfaktoren (SHARPLEY 1980, SHARPLEY u. a. 1993) über den in Beziehung zur Bodenabtragsmenge stehenden „enrichment ratio“ (MASSEY & JACKSON 1952, SHARPLEY & SMITH 1990) bis hin zu DUTTMANN (1999), der eine positive Korrelation zwischen P- und Tonanreicherung festgestellt hat. In der Regel liegen für meso- und makroskalige Einzugsgebiete keine oder nur wenige Daten zu den P-Gehalten der Böden, die zudem kleinräumig stark variieren können (HALBFAß & GRUNEWALD 2003), sowie zu P-Anreicherungsfaktoren vor. Deshalb wurde es als nicht sinnvoll erachtet, den P-Austrag anhand nicht gesicherter P-Anreicherungsfaktoren zu ermitteln.

Die Abschätzung des partikulären P-Austrags im EZG Jahna erfolgte deshalb ohne P-Anreicherung. Als P-Konzentration wurde der flächengewichtete mittlere Gesamt-P-Gehalt nach STOFFBILANZ herangezogen, der aus dem „Bodenatlas Sachsen“ (LFUG 1999) stammt. Die flächengewichtete mittlere Gesamt-P-Konzentration des Bodens beträgt für das EZG Jahna 792 mg/kg. Da in der Regel nur ein Teil des Gesamtphosphors den Pflanzen zur Verfügung steht, wurde darüber hinaus der pflanzenverfügbare Teil des ausgetragenen partikulären Phosphors anhand der flächengewichteten mittleren P_{CAL} -Konzentration abgeschätzt. Als Datengrundlage wurden die mittleren P_{CAL} -Gehalte der Böden aus der sächsischen Düngemittelberatungsdatenbank BEFU der Jahre 2004-2005 herangezogen, die von LITWINENKO (2007) auf Gemeindeebene ermittelt und ausgewertet wurden. Die flächengewichtete mittlere P_{CAL} -Konzentration beträgt für die Böden im EZG Jahna 62,12 mg/kg. Durch die Multiplikation der P-Konzentrationen mit dem Gesamtsedimentausttrag der Szenarien wurde der partikuläre P-Austrag berechnet (Tabelle 20).

Tabelle 20: Abschätzung des partikulären P-Eintrags in die Gewässer des EZG Jahna anhand des mit Erosion-3D ermittelten Sedimenteintrags

		10-jähriges Niederschlagsereignis					20-jähriges Niederschlagsereignis					Referenzjahr				
		Sedi- ment- eintrag [t]	Pges-Eintrag		P _{CAL} -Eintrag		Sedi- ment- eintrag [t]	Pges-Eintrag		P _{CAL} -Eintrag		Sedi- ment- eintrag [t]	Pges-Eintrag		P _{CAL} -Eintrag	
			[t]	[kg/ha]	[t]	[kg/ha]		[t]	[kg/ha]	[t]	[kg/ha]		[t]	[kg/ha]	[t]	[kg/ha]
Grund- szenarien	<i>Ist-konserv.</i>	5.740	4,5	0,2	0,4	0,02	13.270	10,5	0,4	0,8	0,03	27.283	21,6	0,9	1,7	0,07
	<i>Ist-WRRL</i>	54.254	42,9	1,8	3,4	0,14	107.861	85,4	3,5	6,7	0,27	64.721	51,2	2,1	4,0	0,16
	<i>Ist-Stand</i>	130.270	103,1	4,2	8,1	0,33	254.469	201,4	8,2	15,8	0,65	104.928	83,1	3,4	6,5	0,27
	<i>Ist-konvent.</i>	215.959	171,0	7,0	13,4	0,55	418.565	331,3	13,6	26	1,06	178.101	141	5,8	11,1	0,45
	<i>Worst Case</i>	2.460.926	1.949,1	79,8	152,9	6,26	4.180.891	3.311,3	135,6	259,7	10,64					
Gewässer- schutzstreifen	<i>Ist-konserv.</i>	5.619	4,5	0,2	0,3	0,01	12.950	10,3	0,4	0,8	0,03	26.693	21,1	0,9	1,7	0,07
	<i>Ist-Stand</i>	121.728	96,4	3,9	7,6	0,31	239.073	189,3	7,8	14,9	0,61	97.492	77,2	3,2	6,1	0,25
	<i>Ist-konvent.</i>	202.474	160,4	6,6	12,6	0,52	394.317	312,3	12,8	24,5	1,00	165.799	131,3	5,4	10,3	0,42
begrünte Abflussbah- nen	<i>Ist-konserv.</i>	5.312	4,2	0,2	0,3	0,01	12.106	9,6	0,4	0,8	0,03	23.942	19,0	0,8	1,5	0,06
	<i>Ist-Stand</i>	80.894	64,1	2,6	5,0	0,21	167.745	132,9	5,4	10,4	0,43	50.139	39,7	1,6	3,1	0,13
	<i>Ist-konvent.</i>	127.896	101,3	4,1	7,9	0,33	264.452	209,4	8,6	16,4	0,67	73.594	58,3	2,4	4,6	0,19
Kombination	<i>Ist-konserv.</i>	5.240	4,2	0,2	0,3	0,01	11.923	9,4	0,4	0,7	0,03	23.915	18,9	0,8	1,5	0,06
	<i>Ist-Stand</i>	77.018	61,0	2,5	4,8	0,20	160.787	127,3	5,2	10,0	0,41	47.672	37,8	1,5	3,0	0,12
	<i>Ist-konvent.</i>	121.920	96,6	4,0	7,6	0,31	253.635	200,9	8,2	15,8	0,65	69.401	55,0	2,3	4,3	0,18

Nachfolgend werden beispielhaft die Ergebnisse für das Referenzjahr näher vorgestellt (Tabelle 20). Beim Ist-Stand wurden im EZG Jahna ein partikulärer P-Gesamt-Eintrag von insgesamt 83 t/a bzw. relativ 3,4 kg/ha*a und ein partikulärer P_{CAL}-Eintrag von insgesamt 6,5 t/a bzw. relativ 0,27 kg/ha*a ermittelt. Im Vergleich zur flächendeckend konventionellen Bodenbearbeitung konnte somit bereits eine 40 %ige Reduktion des P-Eintrags erreicht werden. Bei flächendeckender Umsetzung der konservierenden Bodenbearbeitung kann der P-Eintrag bis auf 0,9 kg/ha*a Gesamt-P bzw. 0,07 kg/ha*a P_{CAL} vermindert werden. Durch die linearen begrünten Pufferzonen kann der P-Eintrag analog zum Sedimenteintrag noch zusätzlich in gewissem Maße reduziert werden.

7.3.3.3 Vergleich der Modellergebnisse von STOFFBILANZ und Erosion-3D

Ein direkter Vergleich der Modellergebnisse ist nur für den Bodenabtrag/Sedimenteintrag möglich. In der Tabelle 21 sind die Ergebnisse für vergleichbare Maßnahmenzenarien der Modelle STOFFBILANZ und Erosion-3D gegenübergestellt. Es wird deutlich, dass sich die von den beiden Modellen ermittelten Sedimenteinträge stark voneinander unterscheiden. Zum einen sind die von STOFFBILANZ berechneten Sedimenteinträge generell um ein Vielfaches kleiner als die mit Erosion-3D modellierten. Zum anderen ist bei einem Vergleich der Maßnahmen untereinander die Rangfolge der Verminderungspotenziale verschieden. Während bei STOFFBILANZ die Gewässerschutzstreifen die höchsten Reduktionspotenziale bezüglich des Sedimenteintrags aufweisen, sind es bei Erosion-3D die begrünten Abflussbahnen in Kombination mit der flächendeckenden konservierenden Bodenbearbeitung. Grund für die Ergebnisunterschiede sind die verschiedenen Modellansätze, Datengrundlagen und internen Parametrisierungen bzw. Modellannahmen.

Tabelle 21: Vergleich der Erosionsergebnisse der Modelle STOFFBILANZ und Erosion-3D (Referenzjahr) für das EZG Jahna (siehe auch Tabelle 19)

Maßnahme	STOFFBILANZ				Erosion-3D	
	Bodenabtrag		Sedimenteintrag		Sedimenteintrag	
	[t/a]	[t/ha/a]	[t/a]	[t/ha/a]	[t/a]	[t/ha*a]
Ist-Stand	111.512	4,6	3.742	0,15	104.928	4,3
Ist-konventionell	126.763	5,2	4.599	0,19	178.101	7,3
Ist-konservierend	73.722	3,0	1.893	0,08	27.283	1,1
begrünte Abflussbahnen: Ist-Stand	111.512	4,6	2.775	0,11	50.139	2,1
begrünte Abflussbahnen: Ist-konservierend	104.112	4,3	2.079	0,09	23.942	1,0
Gewässerschutzstreifen: Ist-Stand	111.512	4,6	1.123	0,05	97.492	4,0

Beim Modell STOFFBILANZ wird der Sedimenteintrag für jede Rasterzelle in Abhängigkeit des Bodenabtrags, des Sediment Delivery Ratio und der hydrologischen Anbindung berechnet. Der Bodenabtrag wird mit Hilfe eines modifizierten empirischen ABAG-Verfahrens für jede Rasterzelle ermittelt. Die Maßnahmen werden, wie in Kapitel 7.3.3.1 erwähnt, anhand modellinterner Annahmen bzw. Reduzierungsleistungen abgebildet. Die Wirkung der Gewässerschutzstreifen wird z. B. anteilig für jede Rasterzelle des OWK angenommen (GRUNEWALD u. a. 2007). Die konservierende

Bodenbearbeitung wird über den C-Faktor (ABAG) abgebildet. Das Modell Erosion-3D ist hingegen ein prozessorientiertes, physikalisch begründetes Verfahren, das Wasser- und Stoffströme bei einzelnen oder mehreren aufeinander folgenden Niederschlagsereignissen abbildet. Systematische Fehler können auch bei physikalisch begründeten Verfahren auftreten, da die komplexen realen Prozesse nur stark vereinfacht wiedergegeben werden können (SCHMIDT 1998). Die modellinterne Parametrisierung von Maßnahmen erfolgt bei Erosion-3D mit Hilfe des Parameterkatalogs. Dieser enthält gemessene Daten aus dem Erosionsmessprogramm Sachsen und Schätzwerte. Der Sedi-menteintrag dient beim Modell STOFFBILANZ wie auch im Kapitel 7.3.3.2 zur Ermittlung des parti- kulären P-Eintrags. Ein Grund für die unterschiedlichen Ergebnisse bei der Abschätzung des P-Eintrags sind demnach die verschiedenen Modellergebnisse beim Sedimenteintrag. Ein anderer Grund sind die unterschiedlichen Ermittlungsansätze.

Es war nicht Ziel des Projektes, die Richtigkeit der Modellergebnisse zu überprüfen. Beide Modelle wurden bereits in zahlreichen Projekten validiert. Im Rahmen dieses Projektes stand die Anwen- dung von in Sachsen vorhandener Werkzeuge, die die Wirkung gewässerschonender landwirt- schaftlicher Maßnahmen abbilden können, im Vordergrund. Vor dem Hintergrund unterschiedlicher Modellierungsergebnisse sind jedoch bei der Interpretation von Modellergebnissen stets die Daten- grundlagen, die Parametrisierung und die Modellansätze zu berücksichtigen.

7.4 Entscheidungsmatrix und deren Bewertung anhand der Nutzwertanalyse

7.4.1 Theoretischer Überblick

Kern des Entscheidungshilfesystems wsm300 ist die Entscheidungsmatrix (Abbildung 1 in Kapitel 1.1). In ihr werden nach LEICHTFUß u. a. (2006) die relevanten Informationen für die Entscheidungs- findung übersichtlich dargestellt. Die Spalten der Matrix werden durch die Zielvariablen gebildet. Die Zeilen der Matrix umfassen die Maßnahmenalternativen bzw. Varianten, die zur Zielerreichung vorgeschlagen werden. Die Zellen in der Entscheidungsmatrix beinhalten die Werte, die mit Hilfe geeigneter Modelle oder durch Expertenwissen gewonnen wurden.

Die vollständig gefüllte Entscheidungsmatrix dient nach LEICHTFUß u. a. (2006) als Basis des eigent- lichen Prozesses der Entscheidungsfindung. Dieser wird durch die folgenden Aspekte erschwert:

- Die Entscheidungsmatrix kann eine Vielzahl von Zielvariablen und Maßnahmenalternativen beinhalten. Die Auswahl der optimalen Lösung fällt deshalb nicht leicht, insbesondere weil eine Alternative in der Regel nicht bezüglich aller Ziele die „beste“ Variante ist.
- Die Zielgrößen, die miteinander verglichen werden sollen, können unterschiedliche Maßeinhei- ten aufweisen.
- Die Entscheidungsträger können aufgrund unterschiedlicher Interessen verschiedene Präfe- renzen hinsichtlich der Bedeutung von Zielvariablen haben.

Aufgrund dessen ist eine systematische Vorgehensweise bei der Entscheidungsfindung mit Hilfe eines formalisierten multikriteriellen Entscheidungshilfeverfahrens notwendig. Dieses soll die Ent- scheidungsfindung transparent und nachvollziehbar machen.

Im Rahmen des Projektes wsm300 kam zur vergleichenden Bewertung von Maßnahmenalternativen die leicht verständliche Nutzwertanalyse zur Anwendung. Nach ZANGEMEISTER (1971) ist die Nutzwertanalyse die "Analyse einer Menge komplexer Handlungsalternativen mit dem Zweck, die Elemente dieser Menge entsprechend den Präferenzen des Entscheidungsträgers bezüglich eines multidimensionalen Zielsystems zu ordnen. Die Abbildung der Ordnung erfolgt durch die Angabe der Nutzwerte (Gesamtwerte) der Alternativen." Für jedes Maßnahmenalternativ wird ein Nutzwert ermittelt. Verschiedene Zielvariablen können durch diese Übertragung in ein gemeinsames Wertesystem miteinander verglichen werden. Das Szenario mit dem höchsten Nutzwert ist die „beste Variante“. Durch eine Gewichtung der Zielgrößen lassen sich subjektive Präferenzen abbilden. Die Vorgehensweise bei der Nutzwertanalyse wird nachfolgend näher vorgestellt.

Für jede Zielvariable wird unter Berücksichtigung der Spannweite der möglichen Zielvariablenwerte und vorhandener Zielvorstellungen (z. B. Umweltqualitätsnormen, Orientierungswerte) eine Nutzenfunktion definiert, deren Wertebereich (y-Achse) zwischen 0 (kein Nutzen) und 1 (höchstmöglicher Nutzen) liegt. Das linke Diagramm in Abbildung 29 zeigt ein fiktives Beispiel einer Nutzenfunktion für eine Phosphorfracht. In diesem Fall wurde die Nutzenfunktion an den Vorschlag der LAWA (1998) für eine Güteklassifikation von rückgestauten Fließgewässern auf Basis des Chlorophyll-a-Gehaltes und dazu korrelierender Gesamt-P-Konzentrationen nach BEHRENDT & OPITZ (1996) angelehnt. Demnach entsprechen 30 kg der P-Konzentration eines oligotrophen Gewässers (Güteklasse I = Nutzwert 1) und 2000 kg dem eines poly-hypertrophen Gewässers (GK III = Nutzwert 0). Mit Hilfe der Nutzenfunktionen werden anschließend für die Zielvariablen die Teilnutzwerte der verschiedenen Szenarien abgeleitet. Die Balken im rechten Diagramm in Abbildung 29 stellen beispielhaft die Teilnutzwerte für vier Handlungsalternativen für die Zielvariable Phosphorfracht dar. In dem Beispiel besitzt Variante 4 mit dem Teilnutzwert von 0,67 den höchsten Teilnutzen.

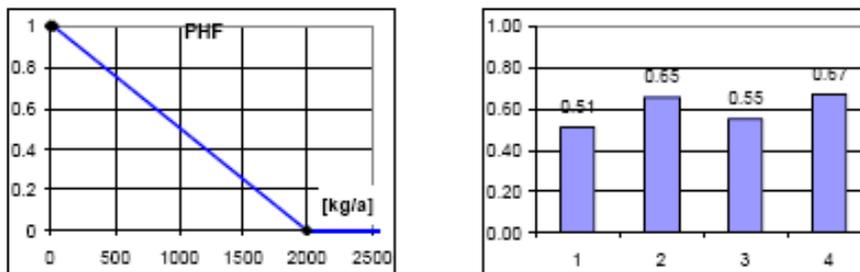


Abbildung 29: Fiktives Beispiel einer Nutzenfunktion (links) und entsprechender Teilnutzwerte von vier Maßnahmenalternativen (rechts) für die Zielvariable P-Fracht (PHF) (LEICHTFUß u. a. 2006)

Um die Bedeutung der Zielvariablen hinsichtlich des Gesamtnutzens zum Ausdruck zu bringen, erhalten die Zielvariablen eine Gewichtung. Mittels Sensitivitätsanalysen ist der Einfluss der Gewichtung auf das Ergebnis der Bewertung ersichtlich. Der Nutzwert einer Variante ergibt sich dann aus der Multiplikation der Teilnutzwerte mit der Gewichtung und anschließender Addition der ge-

wichteten Teilnutzwerte. Im Ergebnis erhält man eine Rangfolge der Maßnahmeszenarien. In der Abbildung 30 stellen die Balken die Summe der gewichteten Teilnutzwerte der Varianten dar. Der Gesamtnutzen einer Variante wird durch die Höhe des Balkens charakterisiert, wobei die „beste“ Variante den höchsten Nutzwert hat.

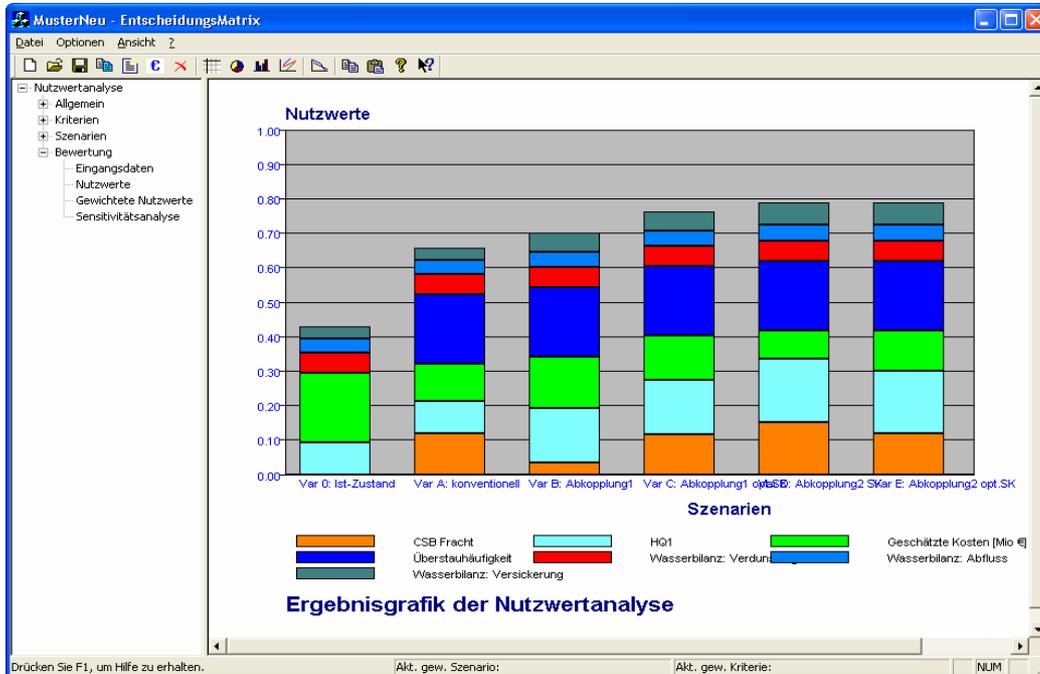


Abbildung 30: Fiktives Beispiel einer Ergebnisgrafik der Nutzwerte für sechs Maßnahmeszenarien

In der Firma Ingenieurgesellschaft Prof. Dr. Sieker mbH, die Partner des Projektes wsm300 war, wurde für die Nutzwertanalyse eine Software entwickelt und zum Testen zur Verfügung gestellt.

7.4.2 Erstellung der Entscheidungsmatrix und Anwendung der Nutzwertanalyse

Im Rahmen des Projektes wurde die Nutzwertanalyse als ein multikriterielles Bewertungsverfahren angewendet. Als Grundlage hierfür wurde eine Entscheidungsmatrix aufgestellt. Diese beinhaltet nur ergänzende Maßnahmen, die über die grundlegenden hinausgehen. Die Auswahl der Maßnahmenzenarien richtete sich nach den vorhandenen Modellierungs- und zusätzlichen Daten. Es wurden daher nur Einzelmaßnahmen und keine Maßnahmenkombinationen bewertet. Hinsichtlich der Zielvariablen wurden die im Kapitel 5.3 aufgeführten Zielgrößen für die Bewertung herangezogen. Bezogen auf die Zielvariablen erfolgen nachfolgend noch einige Angaben zu der Herkunft und den zugrunde liegenden Daten der Werte in der Entscheidungsmatrix.

P- und N-Konzentrationen: Die Konzentrationswerte basieren auf den Modellierungsergebnissen der Maßnahmeszenarien mit dem Modell STOFFBILANZ (GRUNEWALD u. a. 2007). Die modellierten Frachten für partikulären Phosphor und diffusen Stickstoff wurden in Konzentrationen umgerechnet.

Fläche: Die Information zum Flächenumfang der Maßnahmen basieren ebenfalls auf der Modellierung der Maßnahmeszenarien mit STOFFBILANZ. Die Werte wurden von GALF bR zusätzlich zur Verfügung gestellt (schr. Mitt. KAISER 2008). Da die Wirkung der Gewässerschutzstreifen bei der Modellierung anteilig für jede Rasterzelle angenommen wurde, wurde der Flächenumfang eigenständig mit Hilfe der Gewässerstrukturkartierung (LFUG 2006b) ermittelt. Schutzstreifen wurden für alle Gewässerabschnitte, an denen landwirtschaftliche Flächen ohne Pufferzonen in Form von Gewässerschutz- oder Saumstreifen direkt an das Gewässer grenzen, in einer Breite von 10 m angenommen (Werte siehe Tabelle 7 in Kapitel 6.3). Die Fläche ist keine Zielvariable, sondern wurde zur Ermittlung der Gesamtkosten der Maßnahmenalternativen benötigt.

Kosten: Von der Abteilung Grundsatzangelegenheiten Umwelt, Landwirtschaft, Ländliche Entwicklung des LfULG erfolgte für ausgewählte Maßnahmen eine Kostenschätzung in €/ha (schr. Mitt. DOBENECK 2008). Die geschätzten Kosten wurden in die multikriterielle Bewertung in Form der Gesamtkosten [€] einbezogen, da nach WRRL die Kosten bzw. Kostenwirksamkeit von Maßnahmen berücksichtigt werden sollen. Auf eine ausführliche Auflistung der zugrunde liegenden Daten wird an dieser Stelle verzichtet, da die Schätzung zum Zeitpunkt der Bearbeitung nur im Entwurf vorlag. Nachfolgend werden jedoch einige Informationen zu der Kostenschätzung der Maßnahmen aufgeführt. Die Berechnungen beruhen auf Prognosepreisen von Mai 2008 und können von der aktuellen Förderhöhe der Agrarumweltmaßnahmen nach RL AuW/2007 abweichen.

- dauerhaft konservierende Bodenbearbeitung: Bei der Abschätzung der Gesamtkosten wurde der entgangene Deckungsbeitrag bei einer typischen, pfluglos bewirtschafteten Fruchtfolge in Sachsen (inklusive einer zusätzlichen Herbizidanwendung bei Getreide und 5 % Ertragsminderung) im Vergleich zu einer typischen, konventionell bewirtschafteten Fruchtfolge sowie die eingesparten Personalkosten berücksichtigt.
- begrünte Abflusswege: Die Gesamtkosten umfassen den entgangenen Deckungsbeitrag bei einer typischen, konventionell bewirtschafteten Fruchtfolge in Sachsen, den Mehraufwand durch die einmalige Begrünung der Tiefenlinie innerhalb eines fünfjährigen Verpflichtungszeitraums (Saatgut- und Maschinenkosten) sowie die eingesparten Personalkosten. Es wird unterstellt, dass keine Nutzungsänderung erfolgt und somit ein Mindestumfang an jährlichen Pflegemaßnahmen nach Vorgabe durch die DirektZahlVerpflV zur Instandhaltung von aus der landwirtschaftlichen Erzeugung genommenen Flächen durchgeführt werden muss.
- Gewässerschutzstreifen: Für die Gewässerschutzstreifen wurde aufgrund von fehlenden Hintergrundinformationen noch keine Kostenschätzung vorgenommen. Ersatzweise wurde die Kostenschätzung für die Umwandlung von Ackerland in Wald zugrunde gelegt. Hierbei gingen die Kosten für die Kulturbegründung und -sicherung (Pflege und Nachbesserung) sowie der

Verlustrückgleich für die entgangene Ackernutzung und Direktzahlungen, verteilt auf einen Zeitraum von fünf Jahren, in die Ermittlung ein.

- **Umwandlung Acker- in Grünland:** Bei der Abschätzung der Gesamtkosten wurde der entgangene Deckungsbeitrag bei einer typischen, konventionell bewirtschafteten Fruchtfolge in Sachsen, der Mehraufwand für die Anlage von Dauergrünland (Saatgut- und Maschinenkosten) sowie für Personalkosten berücksichtigt. Die Gesamtkosten wurden auf einen Zeitraum von fünf Jahren verteilt. Es wird aufgrund des höheren Deckungsbeitrages von Grünland gegenüber Ackerland kein Ausgleich für die entgangene Ackernutzung nach dem Ansaatjahr angenommen.
- **Zwischenfruchtanbau:** Die Gesamtkosten beinhalten die Aussaatkosten (Saatgut Senf, Maschinen, Personal), die Kosten für eine zusätzliche Pflanzenschutzmaßnahme (Herbizid, Maschinen, Personal) sowie die Einsparung von Düngekosten aufgrund der N-Nachlieferung für die Folgefrucht.

Akzeptanz: Die Information zur Akzeptanz basiert auf Expertenwissen und stammt aus ENaWiL (Kapitel 7.3.2). Der Wertebereich umfasst im Gegensatz zu den anderen quantitativen Zielvariablen lediglich die drei qualitativen Zustandsstufen gering, mittel und hoch.

Tabelle 22 stellt die Entscheidungsmatrix mit den Zielvariablen und Maßnahmenalternativen sowie den zugehörigen Modell- und sonstigen Werten für das gesamte EZG Jahna dar. Als Beispiel für einen OWK im EZG Jahna wurde zudem der besonders nitratbelastete OWK Mehltheuer Bach ausgewählt, dessen Entscheidungsmatrix in Tabelle 23 abgebildet ist.

Tabelle 22: Entscheidungsmatrix mit ermittelten Werten der Zielvariablen für die ausgewählten Maßnahmenalternativen im EZG Jahna (graue Werte als Basis für Bewertung)

Zielvariablen Maßnahmenalternativen	partikul. P		diffuses N		Fläche [ha]	Kosten		Akzeptanz [-]
	[t/a]	[mg/l]	[t/a]	[mg/l]		[€/ha]	[€]	
kons. BB (100% SHF)	3,5	0,12	537	19,3	2.163	94,39	204.166	mittel
kons. BB (100% AL)	2,8	0,10	451	16,2	16.650	94,39	1.571.586	mittel
begrünte Abflusswege (SHF)	4,6	0,16	553	19,8	1.413	721,49	1.019.465	gering
Gewässerschutzstreifen	2,7	0,10	543	19,5	70	2186,00	153.020	gering
AL in GL (SHF)	1,6	0,06	538	19,3	2.500	223,54	558.855	gering
AL in GL (höchste N-Austräge)	5,0	0,18	489	17,5	2.500	223,54	558.855	gering
Zwischenfruchtanbau 9%	5,0	0,18	449	16,1	2.249	111,52	250.808	mittel
Zwischenfruchtanbau 20%	4,9	0,18	324	11,6	7.216	111,52	804.728	mittel

Tabelle 23: Entscheidungsmatrix mit ermittelten Werten der Zielvariablen für die ausgewählten Maßnahmeszenarien im OWK Mehltheuer Bach (graue Werte als Basis für Bewertung)

Zielvariablen Maßnahmeszenarien	partikul. P		diffuses N		Fläche [ha]	Kosten		Akzeptanz [-]
	[t/a]	[mg/l]	[t/a]	[mg/l]		[€/ha]	[€]	
kons. BB (100% SHF)	0,32	0,09	77,2	22,3	182	94,39	17.179	mittel
kons. BB (100% AL)	0,23	0,07	65,3	18,9	3.050	94,39	287.890	mittel
begrünte Abflusswege (SHF)	0,35	0,10	78,6	22,7	138	721,49	99.566	gering
Gewässerschutzstreifen	0,19	0,05	76,8	22,2	11	2186,00	24.046	gering
AL in GL (SHF)	0,22	0,06	76,7	22,1	175	223,54	39.120	gering
AL in GL (höchste N-Austräge)	0,36	0,10	68,9	19,9	350	223,54	78.240	gering
Zwischenfruchtanbau 9%	0,37	0,10	64,7	18,7	239	111,52	26.653	mittel
Zwischenfruchtanbau 20%	0,36	0,10	50,5	14,6	566	111,52	59.440	mittel

Im Rahmen der Nutzwertanalyse erfolgte zuerst die Definition der Nutzenfunktionen (Abbildung 31):

- **P-Konzentration:** Die Nutzenfunktion ist an den Orientierungswert der im EZG Jahna befindlichen Gewässertypen von 0,1 mg/l für P-Gesamt angelehnt (siehe Tabelle 3 in Kapitel 5.1). Bis zu einer modellierten Konzentration von 0,1 mg/l partikuläres P beträgt der Nutzwert 1, darüber nimmt der Nutzen linear bis 0,2 mg/l ab. Bei Werten $\geq 0,2$ mg/l hat die Maßnahme keinen Nutzen.
- **N-Konzentration:** Die Nutzenfunktion ist an der Umweltqualitätsnorm von Nitrat (50 mg/l) ausgerichtet, die einer Nitrat-N-Konzentration von 11,3 mg/l entspricht. Modellergebnisse für den diffusen N-Stickstoff erhalten bis $\leq 11,29$ mg/l den Nutzwert 1. Bei Werten $\geq 11,3$ mg Nitrat-N/l nimmt der Nutzen bis 22,6 mg Nitrat-N/l linear ab. Bei Werten $>22,6$ mg Nitrat-N/l hat die Maßnahme keinen Nutzen.
- **Kosten:** Für die Kosten wird eine lineare intervallskalige Nutzenfunktion mit höchstem Nutzen bei 0 € und keinem Nutzen ab 2 Mio. € für das EZG Jahna und 300.000 € für den OWK Mehltheuer Bach definiert. Die beiden Werte sind durch die unterschiedlichen Wertebereiche der Kosten infolge verschiedener Einzugsgebietsgrößen bedingt.
- **Akzeptanz:** Die Nutzenfunktion für die Akzeptanz wird aufgrund der dreistufigen qualitativen Bewertung als Treppenfunktion mit dem Nutzwert 1 bei hoher Akzeptanz, dem Nutzwert 0,5 bei mittlerer Akzeptanz und 0 bei geringer Akzeptanz festgelegt. Problematisch hierbei ist, dass der sprunghafte An- bzw. Abstieg zwischen den Zuständen große Auswirkungen auf das Ergebnis hat, wie nachfolgend aufgezeigt wird.

Die Nutzenfunktionen wurden nach Eingabe der Werte automatisch durch die Software visualisiert und konnten in ihrer Darstellung nicht beeinflusst werden.

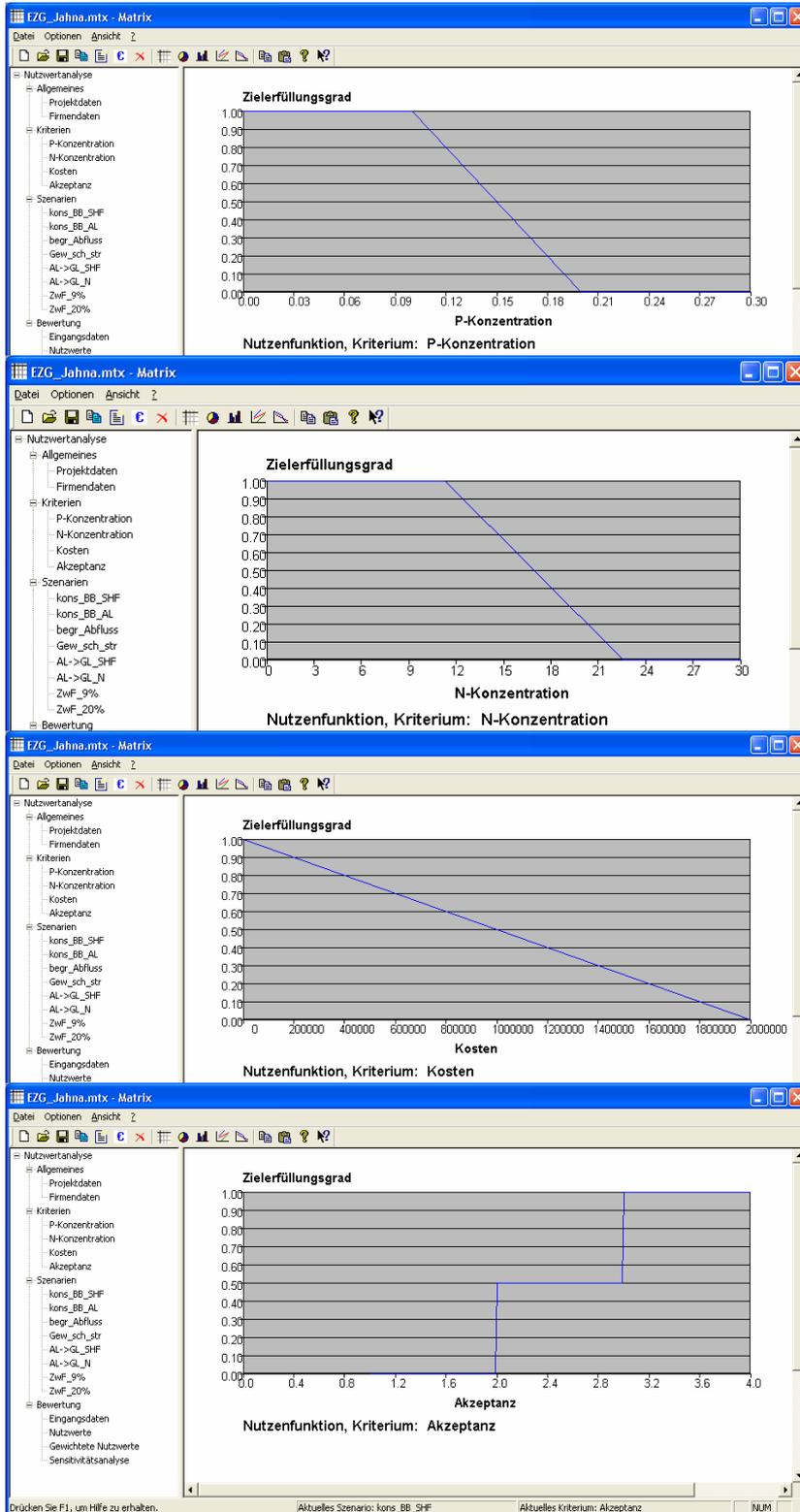


Abbildung 31: Nutzenfunktionen für die Zielvariablen P- und N-Konzentration, Kosten und Akzeptanz

Auf Basis der Nutzenfunktionen wurden die Teilnutzwerte der Maßnahmenszenarien ermittelt (Tabelle 24).

Tabelle 24: Teilnutzwerte für die Zielvariablen der Maßnahmenszenarien für das EZG Jahna und den OWK Mehltheur Bach

Zielvariablen Maßnahmenszenarien	partikul. P		diffuses N		Kosten		Akzeptanz	
	Jahna	Mehlth.	Jahna	Mehlth.	Jahna	Mehlth.	Jahna	Mehlth.
kons. BB (100% SHF)	0,80	1,00	0,29	0,02	0,90	0,94	0,50	0,50
kons. BB (100% AL)	1,00	1,00	0,57	0,33	0,21	0,04	0,50	0,50
begrünte Abflusswege (SHF)	0,40	1,00	0,25	0	0,49	0,67	0	0
Gewässerschutzstreifen	1,00	1,00	0,27	0,03	0,92	0,92	0	0
AL in GL (SHF)	1,00	1,00	0,29	0,04	0,72	0,87	0	0
AL in GL (höchste N-Austräge)	0,20	1,00	0,45	0,24	0,72	0,74	0	0
Zwischenfruchtanbau 9%	0,20	1,00	0,57	0,34	0,87	0,91	0,50	0,50
Zwischenfruchtanbau 20%	0,30	1,00	0,97	0,71	0,60	0,80	0,50	0,50

Anschließend wurden die Zielvariablen gewichtet. Um den Einfluss der Gewichtung auf das Ergebnis aufzuzeigen, werden für die beiden Einzugsgebiete mehrere Beispiele von Gewichtungen aufgeführt. Im EZG Jahna wurden die Gesamtnutzwerte für eine gleiche Gewichtung der Zielvariablen (Abbildung 32) sowie für eine stärkere Gewichtung der Nährstoffe einerseits (Abbildung 33) und der Kosten andererseits (Abbildung 34) ermittelt. Für den OWK Mehltheur Bach wurden zum Vergleich mit dem EZG Jahna alle Zielvariablen ebenfalls gleich gewichtet (Abbildung 35). Aufgrund der hohen N-Belastung im Mehltheur Bach wurde darüber hinaus mit 60 % stärkeres Gewicht auf die Zielvariable N-Konzentration gelegt (Abbildung 36). Die Zielvariable P-Konzentration wurde dabei nicht berücksichtigt und erhielt die Gewichtung 0 %, da die Modellierung der Maßnahmen mit STOFFBILANZ für den partikulären P-Eintrag im Mehltheur Bach keine Überschreitung des Orientierungswertes ergeben hat (siehe Tabelle 23).

Gesamtnutzen im EZG Jahna: Bei einer gleichen Gewichtung der Zielvariablen stellt die konservierende Bodenbearbeitung auf den Sedimenthauptlieferflächen die Maßnahme mit dem höchsten Gesamtnutzen im EZG Jahna dar (Abbildung 32). Grund hierfür sind die geringen Kosten, die relativ geringe P-Konzentration durch den modellierten partikulären P-Eintrag sowie die mittlere Akzeptanz der Maßnahme bei den Landwirten. Danach folgen die Maßnahme 20 % Zwischenfruchtanbau, deren hoher Gesamtnutzen v. a. auf den hohen Teilnutzen bei der N-Konzentration zurückzuführen ist, und die Maßnahme flächendeckende Umsetzung der konservierenden Bodenbearbeitung. Legt man stärkeres Gewicht auf den Nährstoffeintrag, so ist die flächendeckende konservierende Bodenbearbeitung die Vorzugsvariante gefolgt vom Zwischenfruchtanbau (Abbildung 33). Es

wird deutlich, dass bei der konservierenden Bodenbearbeitung insbesondere der hohe Teilnutzwert der P-Konzentration und beim Zwischenfruchtanbau der hohe Teilnutzwert der N-Konzentration zu diesem Ergebnis beitragen. Stehen hingegen die Kosten im Vordergrund, so gewinnen trotz hoher relativer Kosten die Gewässerschutzstreifen an Bedeutung (Abbildung 34), da die Gesamtkosten für das EZG Jahna aufgrund des geringen Flächenumfangs niedrig sind. Die Maßnahmen begrünte Abflussbahnen und Umwandlung von Ackerland in Grünland auf Zellen mit höchsten N-Austrägen belegen infolge des geringen modellierten Beitrags zur Stoffeintragsminderung und einer nur geringen Akzeptanz bei allen Gewichtungen nur untere Rangplätze.

Gesamtnutzen im OWK Mehlttheuer Bach: Im Vergleich zum EZG Jahna haben bei gleicher Gewichtung die beiden Maßnahmen zum Zwischenfruchtanbau den höchsten Gesamtnutzen (Abbildung 35). Die Umsetzung der konservierenden Bodenbearbeitung auf den Sedimenthauptlieferflächen folgt auf Rang 3. Für das Ergebnis ausschlaggebend sind insbesondere die Teilnutzen der Zielvariablen N-Konzentration und Akzeptanz. Die Zielvariable P-Konzentration hat, wie bereits erwähnt, bei allen Maßnahmenvarianten einen ähnlich hohen Teilnutzen. Bei einer stärkeren Gewichtung der Zielvariable N-Konzentration (60 %) und eines Außerachtlassens der Zielvariable P-Konzentration (0 %) ergibt die Nutzwertanalyse eine ähnliche Rangfolge wie bei der gleichen Gewichtung der Zielvariablen. Der Abstand des Gesamtnutzens der ranghöchsten Maßnahmen (Zwischenfruchtanbau) ist aber zum Gesamtnutzen der nachfolgenden Maßnahmen größer (Abbildung 36).

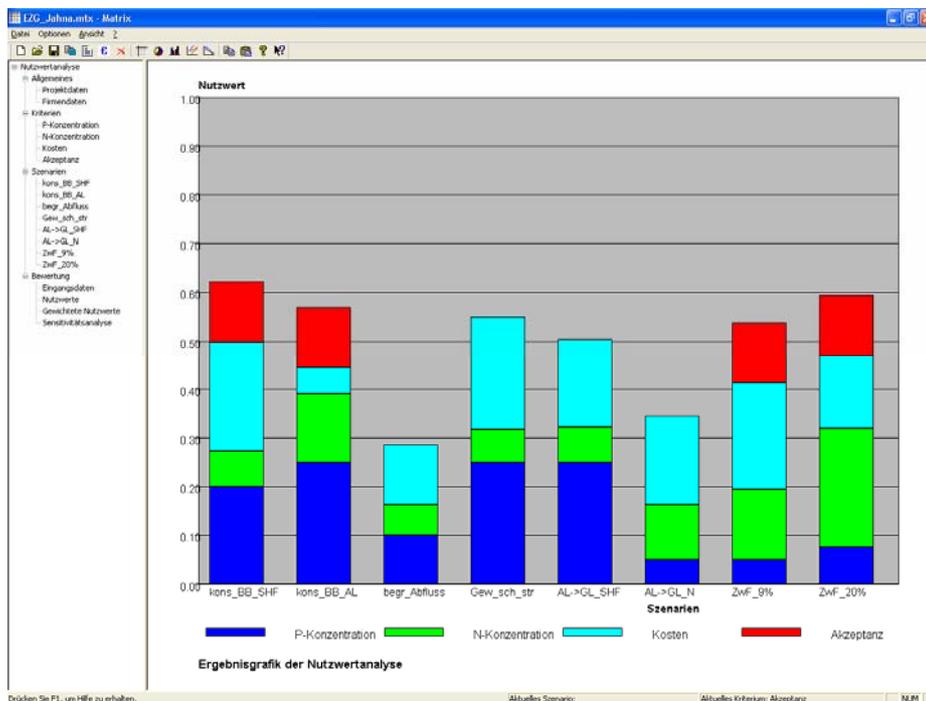


Abbildung 32: Gesamtnutzen der Maßnahmenalternativen im EZG Jahna bei gleicher Gewichtung aller Zielvariablen von 25 %

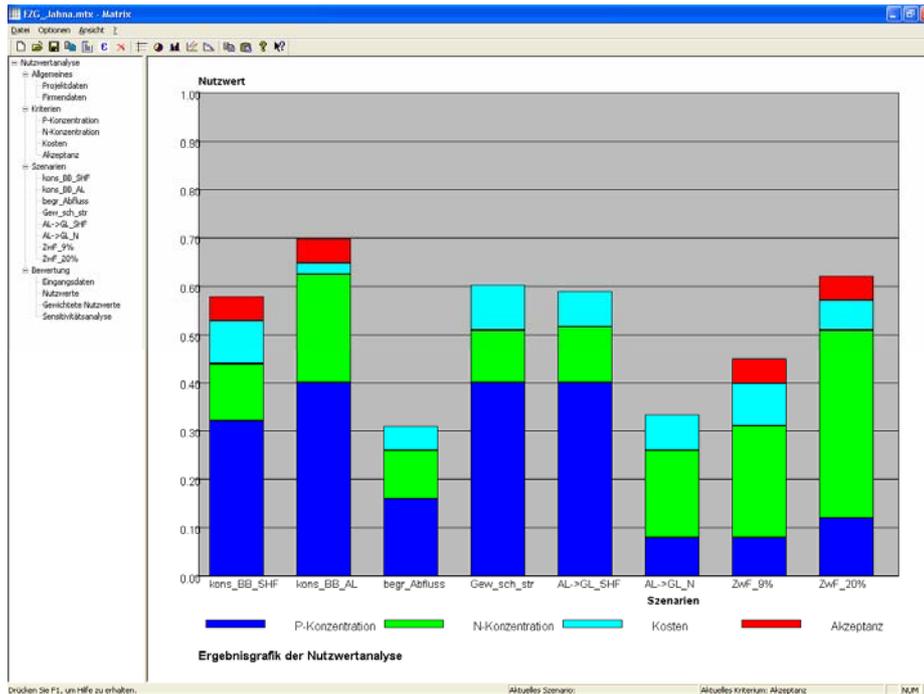


Abbildung 33: Gesamtnutzen der Maßnahmenalternativen im EZG Jahna bei einer stärkeren Gewichtung der Nährstoffe (N und P 40 %, Akzeptanz und Kosten 10 %)

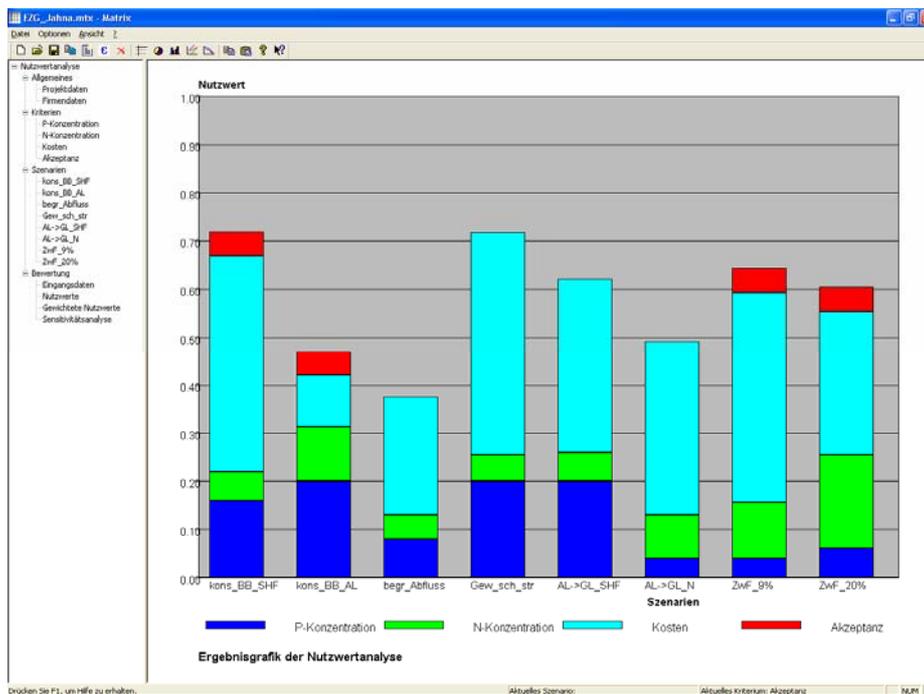


Abbildung 34: Gesamtnutzen der Maßnahmenalternativen im EZG Jahna bei einer stärkeren Gewichtung der Kosten (N und P 20 %, Kosten 50 %, Akzeptanz 10 %)

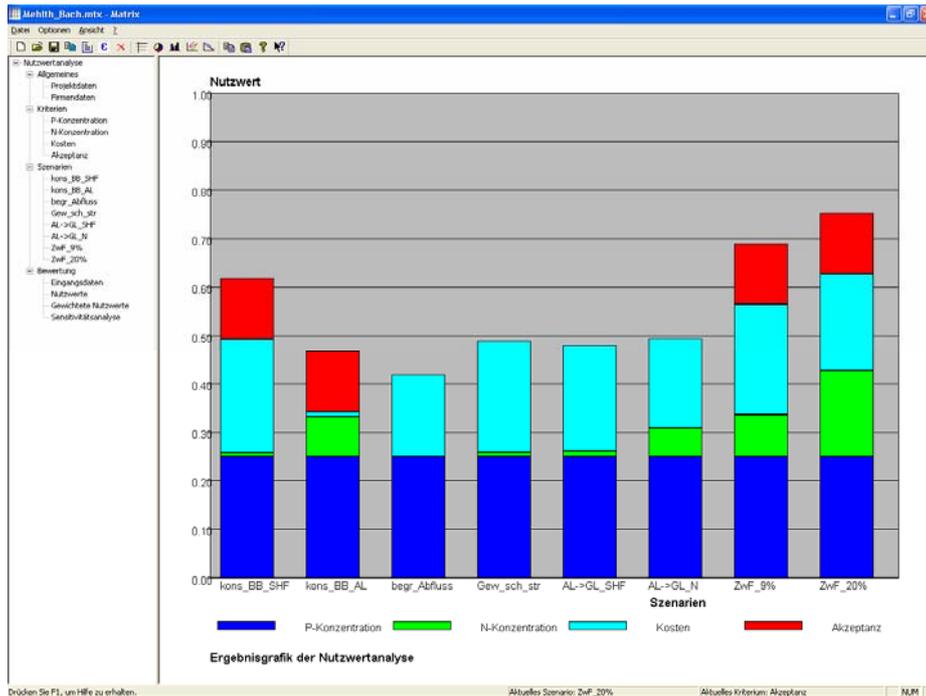


Abbildung 35: Gesamtnutzen der Maßnahmenalternativen im OWK Mehlttheuer Bach bei gleicher Gewichtung aller Zielvariablen von 25 %

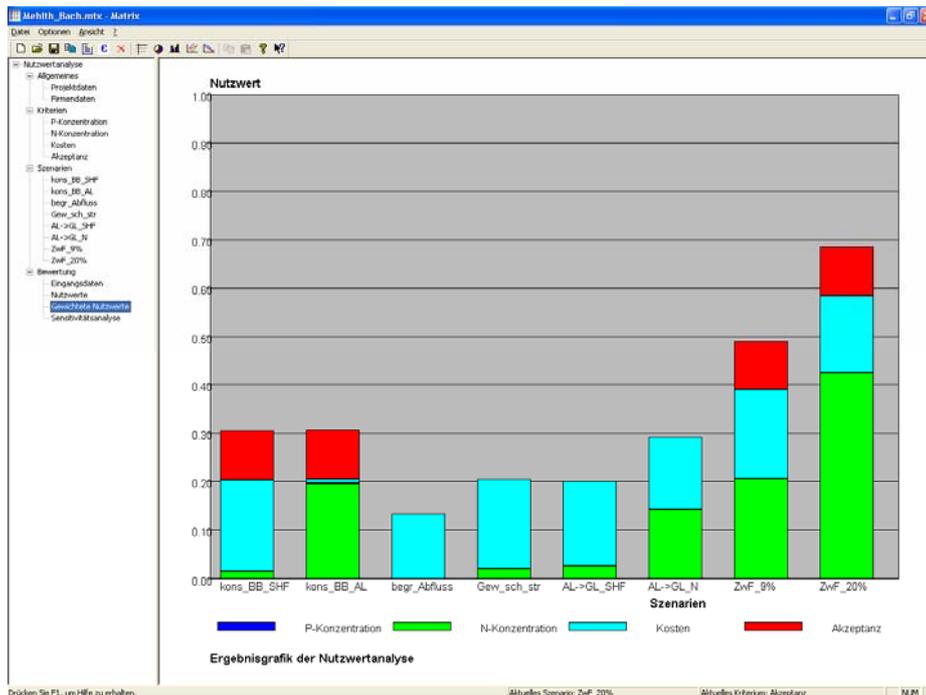


Abbildung 36: Gesamtnutzen der Maßnahmenalternativen im OWK Mehlttheuer Bach bei stärkerer Gewichtung von N (N 60 %, P 0 %, Akzeptanz und Kosten 20 %)

Resümierend kann festgestellt werden, dass die Nutzwertanalyse ein relativ einfaches multikriterielles Bewertungsverfahren darstellt, mit dessen Hilfe objektive Entscheidungen zur Maßnahmenauswahl getroffen werden können. Von grundlegender Bedeutung hierbei ist das Vorhandensein von validierten Modellergebnissen bzw. möglichst detaillierten Informationen zu den Zielvariablen der Maßnahmenalternativen, auf deren Basis die Bewertung vorgenommen wird. Die Präferenzen der Entscheidungsträger fließen in den Bewertungsprozess über die Nutzenfunktionen und Gewichte ein, deren Definition bereits einen Teil der Bewertung darstellt. Die Bewertungsergebnisse sind infolge der Transparenz einfach nachzuvollziehen. Subjektive Entscheidungen können damit ausgeschlossen werden. Hinsichtlich der Funktionsfähigkeit des Softwaretools ist festzuhalten, dass die Layoutgestaltung der Nutzenfunktionen, der Ergebnisgrafiken und Sensitivitätsanalysen nutzerunabhängig erfolgt und noch optimiert werden muss.

8 Maßnahmenumsetzung – unterstützende Instrumente in Sachsen

Die Bewirtschaftungs- und Maßnahmenplanung im Rahmen der WRRL erfolgt für die OWK und GWK überwiegend standardisiert ohne Vorgaben zum genauen Umfang und der räumlichen Lage der geplanten landwirtschaftlichen Maßnahmen. Dadurch wird den für die Umsetzung verantwortlichen Behörden ein gewisser Spielraum für die zielgerichtete Durchführung von vor allem ergänzenden Maßnahmen innerhalb der Wasserkörper gewährt.

Die grundlegenden Maßnahmen zur Umsetzung europäischer Gesetze und Richtlinien spiegeln sich in der guten fachlichen Praxis und den Cross Compliance-Anforderungen wider, deren Vorgaben und Bestimmungen von den Landwirten verpflichtend einzuhalten sind. Die Umsetzung des Fachrechts und von Cross Compliance wird von den verantwortlichen Behörden kontrolliert. Die Kontrollen der letzten Jahre haben z. T. gezeigt, dass die grundlegenden Maßnahmen noch nicht vollständig umgesetzt werden (siehe Kapitel 7.2.2).

Die Durchführung von ergänzenden Maßnahmen soll abgesehen von den über die EU-rechtlichen Anforderungen hinausgehenden verbindlichen bundes- und landesrechtlichen Regelungen über freiwillige Vereinbarungen mit den Landwirten erfolgen. Einen Schwerpunkt bilden die förderfähigen Agrarumweltmaßnahmen. Die Auswertung der ersten Anträge für die Agrarumweltmaßnahmen im Rahmen der ELER-Förderung ergab, dass der Antragsumfang der stoffeintragsminimierenden Maßnahmen noch nicht das Planziel erreicht hat, wobei insbesondere der Anbau von Zwischenfrüchten und Untersaaten unter den Erwartungen liegt (MÖLLER 2008). Gründe hierfür sind umsetzungstechnische Hürden, wie die notwendige Vorankündigung im Vorjahr der Antragstellung sowie die Regelungen zu den Gebietskulissen. Ein weiterer Grund kann eine eingeschränkte Akzeptanz der Maßnahmen bei den Landwirten sein. Zur Verminderung der Stoffeinträge in die Gewässer sollte in den nächsten Jahren eine Ausweitung des Umfangs der Agrarumweltmaßnahmen angestrebt sowie in besonders belasteten Wasserkörpern weitere gewässerschonende landwirtschaftliche Maßnahmen umgesetzt werden.

Nachfolgend werden neben den bereits genannten Werkzeugen weitere Instrumente vorgestellt, die in Sachsen die Umsetzung von landwirtschaftlichen Maßnahmen in den Gewässereinzugsgebieten unterstützen können.

8.1 Netzwerk Wissens-Erfahrungstransfer-Schulung

Zur Umsetzung der WRRL ist in Sachsen als Bestandteil des Maßnahmenprogramms der Aufbau eines Netzwerkes „Wissens-Erfahrungstransfer-Schulung“ geplant (HENK 2008). Ziel des Netzwerkes soll neben dem Boden-, Gewässer- und vorbeugenden Hochwasserschutz zukünftig auch der Klimaschutz sein. Wichtigste Handlungsschwerpunkte, insbesondere zur Umsetzung der WRRL, sind die Erhöhung der N-Effizienz sowie die Verfahrensoptimierung bzw. Innovation, z. B. hinsichtlich dauerhaft konservierender Bodenbearbeitung/Direktsaat und N-Applikationsverfahren. Folgende Instrumente sollen Bestandteil dieses Netzwerkes werden (HENK 2008):

- Konsultationsbetriebsnetz mit Demonstrationsvorhaben einschließlich landwirtschaftlicher Versuchsstationen
- Arbeitskreisnetz in „Hot-Spot“-Gebieten
- Ein- und zweijährige Fachschulen mit Lehrangebot zu den Schwerpunkten Bodenschutz, stoffeintragsminimierende Bewirtschaftung und Umsetzung der WRRL
- Verein zur Förderung der dauerhaft konservierenden Bodenbearbeitung/Direktsaat im Freistaat Sachsen
- angewandte Forschung des LfJLG (u. a. Projekte zur Optimierung dauerhaft konservierende Bodenbearbeitung/Direktsaat, zur Analyse des N-Managements in Praxisbetrieben, zur Injektionsdüngung, zu Precision Farming etc.)
- gezielte und abgestimmte Öffentlichkeitsarbeit.

Mit Hilfe dieses Wissens- und Erfahrungstransfers soll die landwirtschaftliche Bewirtschaftung vor dem Hintergrund des Boden- und Gewässerschutzes sowie der zukünftig voraussichtlich noch weiter steigenden Anforderungen an den landwirtschaftlichen Ressourcenschutz in Sachsen optimiert werden.

8.2 Einsatz von GIS-Daten zur Lokalisierung von Maßnahmen

Ebenso wie bei der Erstellung von Bewirtschaftungs- und Maßnahmenplänen können auch bei der Maßnahmenumsetzung Geographische Informationssysteme verwendet werden. Nachfolgend soll an einigen Beispielen gezeigt werden, wie neben dem Einsatz von Modellergebnissen auch andere GIS-Daten zur Lokalisierung von Maßnahmen, u. a. im Rahmen von Beratungen, herangezogen werden können.

Maßnahmen gegen flächenhafte Erosion und partikulären Stoffaustrag: Zur Lokalisierung von Erosionsmaßnahmen, wie z. B. die konservierende Bodenbearbeitung, kann die potenzielle Erosionsgefährdung der Böden durch Wasser in Sachsen herangezogen werden. Neben dem aktuell im Rahmen von Cross Compliance verwendeten Ansatz, der die Hangneigung (S) und den Erosionswiderstand (K) der Bodenart berücksichtigt, wurde eine umfassende Bewertung der potenziellen

Erosionsgefährdung, die darüber hinaus die Hanglänge (L) bzw. das spezifische Einzugsgebiet und die Regenerosivität (R) einbezieht, erarbeitet (BRÄUNIG 2008). Die Berechnung erfolgte mit dem Modul ABAGflux der Firma Geoflux auf Grundlage der Allgemeinen Bodenabtragungsgleichung (ABAG). Im Ergebnis wurde ausschließlich für die landwirtschaftlich genutzten Böden der langjährige mittlere Bodenabtrag in $t/ha \cdot a$ für einen unbedeckten Boden (Schwarzbrache) ermittelt. Die Berechnungsergebnisse stellen lediglich Gefährdungspotenziale und nicht tatsächliche Bodenabträge dar, da die Bodenbedeckung sowie Erosionsschutzmaßnahmen, wie konservierende Bodenbearbeitung, Schlaguntergliederung und Landschaftselemente (z. B. Hecken), nicht mit berücksichtigt wurden. Die Abbildung 37 zeigt die potenzielle Erosionsgefährdung für das EZG Jahna. Da auf Grünland kaum Erosion stattfindet, wurden nur Ackerflächen in die Darstellung einbezogen. Erosionsmaßnahmen sollten insbesondere im stark erosionsgefährdeten südlichen Teil des EZG Jahna durchgeführt werden, sodass die hohe Gefahr des potenziellen partikulären Eintrags von Sediment und Phosphor in die Gewässer vermindert wird.

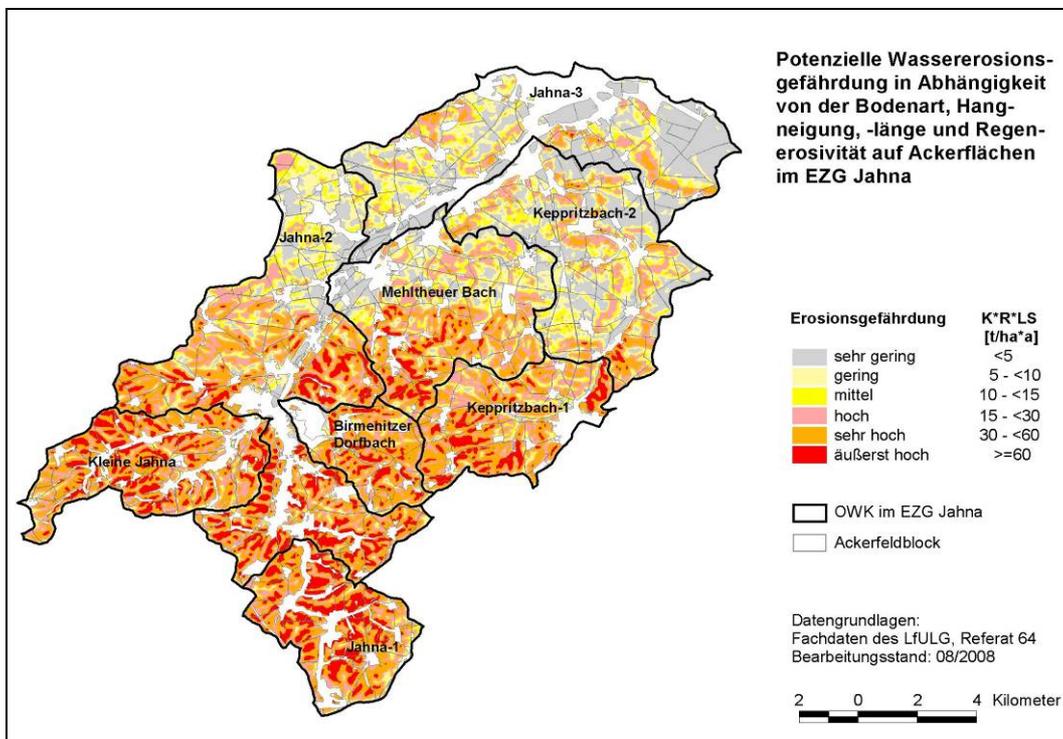


Abbildung 37: Potenzielle Wassererosionsgefährdung von Ackerflächen im EZG Jahna

Bei der Erarbeitung der ELER-Förderkulisse für die konservierende Bodenbearbeitung/Direktsaat wurde die potenzielle Erosionsgefährdung in Abhängigkeit von der Gewässeranbindung der Ackerfeldblöcke berücksichtigt.

Momentan wird im Auftrag des LfULG von der TU Freiberg das Modell Erosion-3D für ein Standard-Nutzungsszenario flächendeckend in Sachsen angewandt und eine Karte der Erosionsgefährdung erarbeitet.

Maßnahmen gegen lineare Erosion und partikulären Stoffaustrag: Tritt Oberflächenabfluss auf, konzentriert sich dieser häufig in reliefbedingten linearen Abflussbahnen. Die dadurch auftretenden hohen Fließgeschwindigkeiten und Wassermengen können zu starker linearer Erosion in Form von Rinnen und Gräben führen. Die Ausweisung potenziell besonders erosionsgefährdeter Abflussbahnen erfolgte aus der Verknüpfung der potenziellen Wassererosionsgefährdung der Böden in Abhängigkeit von der Bodenart, Regenerosivität, Hangneigung und -länge mit den reliefbedingten rasterbezogenen Einzugsgebietsgrößen (BRÄUNIG 2008). Potenziell besonders erosionsgefährdete Hangrinnen besitzen sowohl eine hohe Erosionsgefährdung (mindestens Stufe 4 (=hoch)) als auch eine hohe Abflusskonzentration mit einem Einzugsgebiet >2 ha. Abbildung 38 stellt die potenziell besonders erosionsgefährdeten Abflussbahnen für die ackerbaulich genutzten Flächen im EZG Jahna dar. Das Untersuchungsgebiet weist infolge der stärkeren Reliefierung zahlreiche Hangrinnen auf. Der exemplarische Vergleich von abgeleiteten Abflussbahnen mit erkennbaren Erosionserscheinungen auf Orthofotos zeigt deutlich die räumliche Übereinstimmung (Abbildung 39).

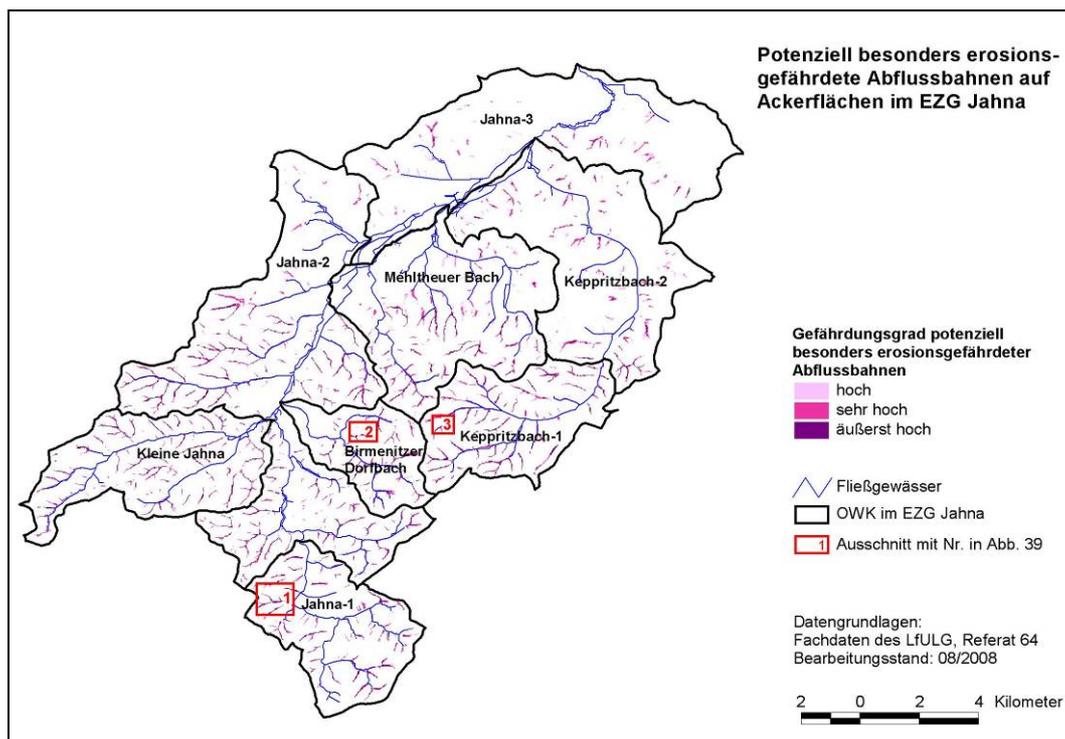


Abbildung 38: Potenziell besonders erosionsgefährdete Abflussbahnen auf Ackerflächen im EZG Jahna



Abbildung 39: Vergleich von Beispielen potenzieller Abflussbahnen und Orthofotos im EZG Jahna

Eine vorbeugende Maßnahme gegen lineare Erosion stellt die Hangrinnenbegrünung durch Dauergrünland oder Wald dar. Da erosive Abflussbahnen v. a. in stärker reliefierten Gebieten vorkommen, sollte die Maßnahme stets in Kombination mit flächenhaften Erosionsschutzmaßnahmen (z. B. konservierende Bodenbearbeitung) umgesetzt werden.

Ein im Auftrag des LfULG durchgeführtes Vorhaben hat die natur- und nutzungsbedingten erosiven Abflussbahnen in Sachsen ermittelt und auf ihren Gefährdungsgrad untersucht (WURBS u. a. 2008).

Gewässerschutzstreifen: Gewässerschutzstreifen erfüllen mehrere Funktionen für das Fließgewässer und dessen Ökosystem. Als Teil der Gewässerstruktur bieten sie dem Gewässer einen Entwicklungskorridor, dienen der Uferstabilisierung, tragen zur Beschattung des Gewässers bei und fördern Selbstreinigungsprozesse (GRAMATTE & PETER 1989). Durch ihre Pufferfunktion können sie auch Stoffeinträge in die Gewässer vermindern bzw. verhindern. Der Umfang der Stoffretention ist vom Uferstreifen (z. B. Breite, Aufbau) sowie von den Standortgegebenheiten (z. B. Relief) abhängig und kann somit variieren. Bei punktuellen Stoffeinträgen, die durch lineare Abflussbahnen verursacht werden, sind Gewässerschutzstreifen in der Regel kaum wirksam. Da Gewässerschutzstreifen nicht der eigentlichen Ursache von Stoffeinträgen (z. B. Erosion) entgegenwirken, sollten sie stets mit flächenhaften stoffaustragsmindernden landwirtschaftlichen Maßnahmen (z. B. konservierende Bodenbearbeitung) kombiniert werden.

Zur Ausweisung von fehlenden Gewässerschutzstreifen können die Ergebnisse der im Zeitraum 2005 - 2008 in Sachsen durchgeführten Gewässerstrukturkartierung nach LAWA-Vor-Ort-Verfahren herangezogen werden. Durch Auswertung der Nutzung des Gewässerumfeldes und gewässerangrenzender Pufferzonen können Gewässerabschnitte identifiziert werden, die eine bis an das Gewässer heranreichende landwirtschaftliche Nutzung ohne Gewässerrandstreifen aufweisen. Im Gegensatz zum § 50, SächsWG (siehe Kapitel 7.3.1) wird der Gewässerrandstreifen nach LAWA (2000) als ein naturbelassener Geländestreifen definiert, der unmittelbar an die Uferböschung anschließt und uneingeschränkt für die Gewässerentwicklung zur Verfügung steht (keine landwirtschaftliche Nutzung). Der Uferbewuchs an der Uferböschung bis zur Böschungskante zählt nicht dazu. Die Ergebnisse der Gewässerstrukturkartierung hinsichtlich der Gewässerschutzstreifen im EZG Jahna sind in Tabelle 7 (Kapitel 6.3) aufgeführt und in Abbildung 40 visualisiert. Es wird deutlich, dass an den meisten Gewässerabschnitten mit landwirtschaftlicher Nutzung keine Pufferzonen in Form von Wald/Sukzession (>20 m Breite), Gewässerrandstreifen (5 - 20 m Breite) oder Saumstreifen (2 - 5 m Breite) vorhanden sind. Die Gewässerstrukturkartierung hat aber ergeben, dass an der Jahna und ihren Zuflüssen häufig mindestens eine einseitige Gehölzgalerie ausgebildet ist, die jedoch zum Uferbewuchs zählt. Bei der Auswertung der gewässerangrenzenden landwirtschaftlichen Nutzung wurden auch Grünlandflächen einbezogen. Diese sind hinsichtlich des oberflächlichen Stoffaustrags in der Regel von untergeordneter Bedeutung.

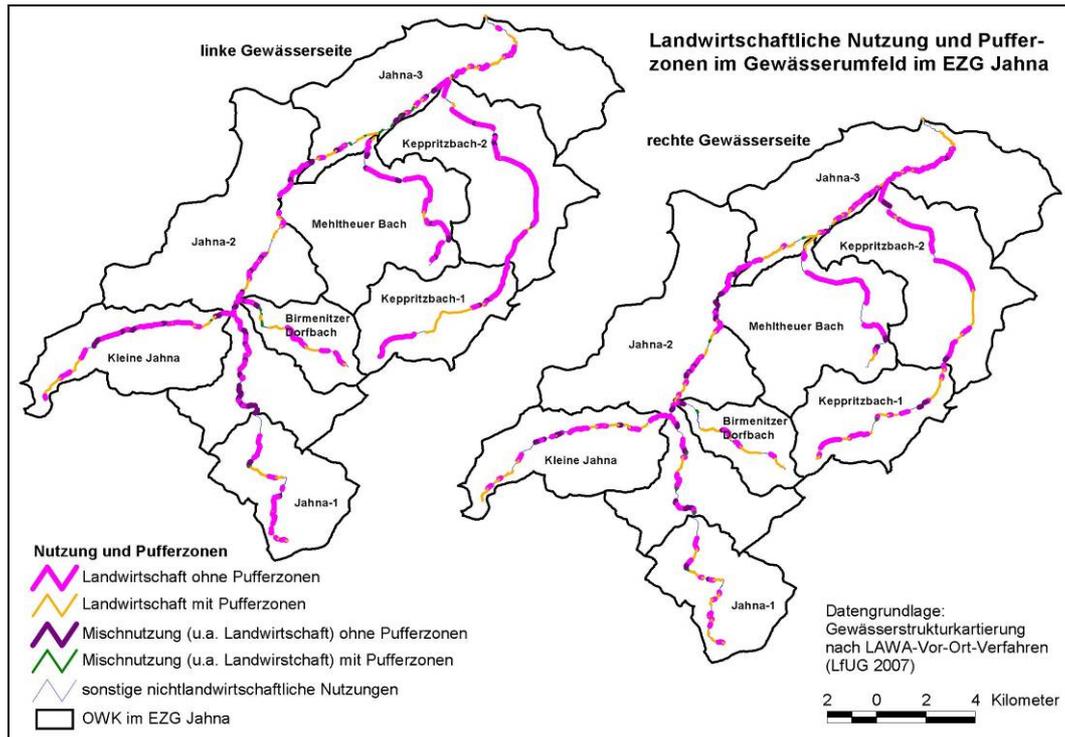


Abbildung 40: Landwirtschaftliche Nutzung und Pufferzonen im Gewässerumfeld im EZG Jahna. Bei einer Mischnutzung sind neben der landwirtschaftlichen Nutzung auch andere nichtlandwirtschaftliche Nutzungen (z. B. Siedlung) im Gewässerabschnitt vorhanden.

Maßnahmen gegen unterirdischen Nitrataustrag: Zur Lokalisierung von landwirtschaftlichen Maßnahmen gegen die Nitratauswaschung können neben den mit SIMIK+ regionalisierten Grundwasserkonzentrationen (siehe Kapitel 4.2.1), die u. a. bei der Festlegung der Nitrat-Kulisse im Rahmen der ELER-Förderung von Zwischenfrüchten und Untersaaten verwendet wurden, auch noch weitere Daten, z. B. aus der Auswertung des „Bodenatlas Sachsen“ (LfUG 2007b) herangezogen werden.

Die Höhe der Nitratauswaschung hängt von der Stickstoffzufuhr über die Düngung und Niederschläge, der Sickerwasserrate, vom Stoffumsatz im Boden (Mineralisation/Immobilisation) und von der Stickstoffaufnahme durch die Pflanzenwurzeln ab. Als Anhaltspunkt für das Nitratrückhaltevermögen des Bodens kann dessen Wasserspeicherfähigkeit im Wurzelraum (Feldkapazität) dienen, da mit zunehmender Menge an speicherbarem Wasser auch die Menge des mit dem Wasser zurückgehaltenen Nitrats zunimmt (LfUG 2007b). Im südlichen Teil des EZG Jahna weisen die Böden bedingt durch eine hohe Feldkapazität der Schluffböden ein hohes bis sehr hohes Nitratrückhaltevermögen auf (Abbildung 41). Ausnahmen bilden die Täler der Fließgewässer. Die teils sandigen Böden im nördlichen EZG Jahna besitzen hingegen geringe Feldkapazitäten und demzufolge ein mittleres bis lokal sehr geringes Nitratrückhaltevermögen.

Wird neben der Wasserspeicherfähigkeit des Bodens noch dessen Sickerwassermenge berücksichtigt, kann die Austauschhäufigkeit des Bodenwassers bestimmt werden, die Rückschlüsse auf die Nitrataustragsgefährdung des Standortes gibt (LFUG 2007b). Die Austauschhäufigkeit beschreibt in Prozent, wie häufig im Verlauf eines Jahres das Bodenwasser im Wurzelraum ausgetauscht wird. Eine hohe Austauschhäufigkeit geht mit sinkender Wasserspeicherfähigkeit der Böden, mit sinkender Verdunstung und mit steigenden jährlichen Niederschlagsmengen einher und bedeutet eine große Nitratauswaschungsgefährdung, während eine geringe Austauschhäufigkeit auf ein geringes Auswaschungsrisiko hinweist. Auf Standorten mit mittlerer bis hoher Austauschhäufigkeit können somit hohe Nitratfrachten ausgewaschen werden. Die Auswertung für das EZG Jahna ergab aufgrund der sehr geringen Austauschhäufigkeit des Bodenwassers nur ein geringe bis sehr geringe Nitratauswaschungsgefährdung (Abbildung 41). Jedoch besteht bei sehr geringen Austauschhäufigkeiten des Bodenwassers die Gefahr von hohen Nitratkonzentrationen im Sickerwasserabfluss.

Untersuchungen von FIEDLER (2005) im Einzugsgebiet der Trinkwasserfassung Jahna-Aue haben gezeigt, dass das Sickerwasser unter Acker keine anhaltend hohe N-Belastung und unter Grünland sehr geringe N-Konzentrationen aufweist. Nach trockenen Sommern wurden jedoch sehr hohe Nitrat-Konzentrationen im Sickerwasser nachgewiesen. Nach FIEDLER (2005) stammen die aktuellen Nitratbelastungen im Grundwasser infolge teils langer Verweilzeiten im Boden vorwiegend aus den 1970- bis 1980er-Jahren oder davor. Zukünftig ist aufgrund tendenziell abnehmender N-Bilanzüberschüsse seit 1990 eine langsame Abnahme der N-Belastung im Grundwasser zu erwarten.

Im Auftrag des LfULG werden aktuell im Rahmen eines Projektes zur Umsetzung der WRRL Maßnahmenpotenzialkarten zur Reduzierung von diffusen Nährstoffeinträgen aus Landwirtschaft und Siedlungsbereichen in Grund- und Oberflächenwasserkörpern Sachsens (Teilbearbeitungsgebiete Elbestrom 1 und 2) mit Hilfe des Modells FLEXT erstellt (SIEKER & MERTA 2007). Der landwirtschaftliche Bereich umfasst die Maßnahmen ‚konservierende Bodenbearbeitung/Direktsaat‘, ‚Zwischenfruchtanbau‘, ‚Untersaaten‘, ‚Flächenstilllegung‘, ‚Umwandlung von Ackerland in Grünland‘, ‚Schlaguntergliederung durch Hecken‘, ‚Begrünung von Abflussbahnen‘ und ‚Ufergehölze‘. Diese Potenzialkarten können zukünftig ebenfalls für die Lokalisierung von landwirtschaftlichen Maßnahmen genutzt werden.

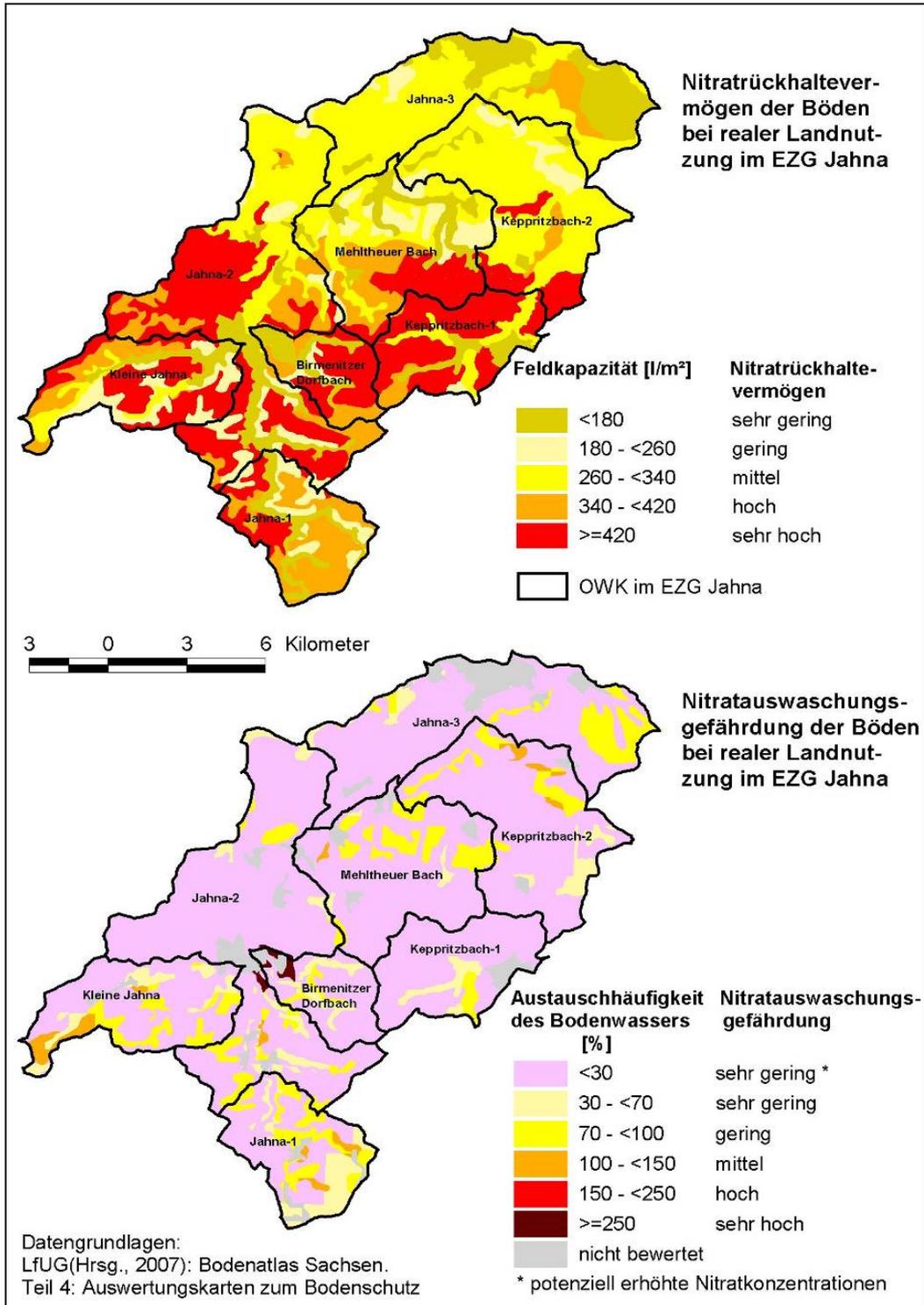


Abbildung 41: Nitratrückhaltevermögen und Auswaschungsgefährdung der Böden bei realer Landnutzung im EZG Jahna

8.3 Nutzung von Synergieeffekten

Bei der Umsetzung von gewässerschonenden landwirtschaftlichen Maßnahmen in Einzugsgebieten sollten Synergieeffekte berücksichtigt werden. Hierdurch können finanzielle Mittel effizient eingesetzt und dadurch auch eingespart werden.

Einerseits können landwirtschaftliche Maßnahmen mehreren Umweltzielen dienen, was insbesondere bei Gewässern mit mehreren Stoffbelastungen von Interesse ist. Zwischenfrüchte z. B. können Stickstoff im Boden binden und dadurch die Nitrat-Auswaschung wirksam verhindern. Sie bieten jedoch auch einen wirkungsvollen Erosionsschutz und damit Schutz vor partikulären Stoffeinträgen in die Oberflächengewässer während der Vegetationsruhe im Herbst und Winter.

Werden mehrere Maßnahmen miteinander kombiniert, können, wie die Modellierungsergebnisse von STOFFBILANZ gezeigt haben (siehe Kapitel 7.3.3.1), größere Reduzierungsleistungen hinsichtlich des Stoffaustrags erzielt werden. Beispielhaft wird auf die linearen Pufferzonen, wie Hangrinnenbegrünung, Gewässerschutz- oder Ackerrandstreifen verwiesen, die zwar hinsichtlich des Stoffaustrags eine gewisse Barriere- und Filterfunktion aufweisen können, bei einem Starkregenereignis und bestimmten relief-, boden- und nutzungsbedingten Standorteigenschaften die flächenhafte Erosion und Abschwemmung auf der angrenzenden landwirtschaftlichen Nutzfläche aber nicht unmittelbar verhindern können. Die Anlage von begrünten Pufferzonen sollte deshalb stets mit flächenhaften erosions- bzw. stoffaustragsmindernden Maßnahmen auf den Ackerflächen einhergehen (siehe Kapitel 8.2).

Andererseits sollen nach Art. 4 der WRRL (RL 2000/60/EG) auch die Ziele in Schutzgebieten berücksichtigt werden. Synergien lassen sich erzielen, indem Maßnahmen sowohl den Umweltzielen der WRRL als auch denen von Schutzgebieten dienen. In Wasserkörpern, in denen sich Schutzgebiete wie z. B. FFH-, Vogelschutz- oder Wasserschutzgebiete befinden, sollte die Umsetzung von Maßnahmen deshalb integriert erfolgen. Soll z. B. laut Maßnahmenplan die konservierende Bodenbearbeitung als Erosionsschutzmaßnahme in einem OWK durchgeführt werden und werden im Managementplan eines im gleichen OWK befindlichen FFH-Gebietes erosionsmindernde Maßnahmen vorgeschlagen, so können insbesondere die im FFH-Gebiet gelegenen bzw. die angrenzenden Ackerflächen konservierend bewirtschaftet werden. Die Maßnahme kommt somit dem Gewässerschutz als auch dem Naturschutz zugute.

9 Zusammenfassung

In das Einzugsgebietsmanagement ist eine Vielzahl von Beteiligten mit unterschiedlichen Interessen involviert, wodurch der Planungs- und Entscheidungsprozess in der Regel erschwert wird. Im Rahmen des DBU-Verbundprojektes wsm300 wurde im Zeitraum 2002 - 2005 ein Entscheidungshilfesystem für Einzugsgebiete bis zu einer Größe von 300 km² entwickelt, mit dem die integrierte wasserwirtschaftliche Planung verbessert werden kann. Dieses Entscheidungshilfesystem wurde in Sachsen exemplarisch angewandt mit dem Ziel, die verschiedenen Werkzeuge des wsm300 zur

zukünftigen fachübergreifenden Erstellung und Umsetzung von Bewirtschaftungs- und Maßnahmenplänen auf Einzugsgebietsebene durch sächsische Fachbehörden zu implementieren. Neben der fachlichen Methodik des Projektes wsm300 in die von September 2006 bis Oktober 2008 laufende Projektarbeit wurde in die Projektarbeit auch der durch das LfULG erarbeitete sächsische Entwurf der Bewirtschaftungsplanung gemäß den Anforderungen der WRRL einbezogen.

Da ein Großteil der Fläche Sachsens landwirtschaftlich genutzt wird und die landwirtschaftliche Nutzung mit negativen Auswirkungen auf den Zustand der Gewässer verbunden sein kann, wurde als Untersuchungsgebiet das von der Landwirtschaft dominierte, bereits umfangreich erforschte EZG Jahna ausgewählt. Mit Hilfe von vorhandenen analogen und digitalen Fachdaten des LfULG erfolgte zuerst die Analyse des Ist-Zustands der Gewässer im EZG Jahna. Diese ergab signifikante Belastungen durch die Nährstoffe Stickstoff und Phosphor und in der Vergangenheit auch zeitlich lokale Belastungen durch Pflanzenschutzmittel. Die anschließende Defizitanalyse zeigte im Vergleich zu den Umweltzielen der WRRL, dass kein Gewässer im Untersuchungsgebiet aktuell den guten ökologischen Zustand aufweist. Neben den Nährstoffbelastungen sind für den überwiegend schlechten Zustand der biologischen Qualitätskomponenten jedoch v. a. auch hydromorphologische Defizite (z. B. Querbauwerke, Talsperre) verantwortlich. Als Zielvariablen wurden aufgrund der Ergebnisse der Ist-Zustands- und Defizitanalyse im Bereich Landwirtschaft die Nährstoffe Stickstoff und Phosphor sowie zusätzlich die Akzeptanz und Kosten festgelegt. Die darauf folgende Ursachenanalyse, zu der die Ergebnisse des Modells STOFFBILANZ herangezogen wurden, ergab, dass der Stickstoffeintrag fast ausschließlich auf die landwirtschaftlichen Nutzflächen zurückzuführen ist, wohingegen der Phosphoreintrag zu etwa gleichen Teilen von landwirtschaftlichen Nutzflächen und aus Siedlungsgebieten (punktuelle und diffuse P-Austräge) stammt.

Schwerpunkt der Bewirtschaftungsplanung ist die ursachenbezogene Maßnahmenplanung, die sich im Rahmen der Projektarbeiten auf den landwirtschaftlichen Bereich beschränkte. Neben Expertenwissen kamen verschiedene in Sachsen vorhandene Werkzeuge und Modelle (ENaWiL, STOFFBILANZ, Erosion-3D) zur Anwendung.

Bestandteil der Maßnahmenplanung ist die Berücksichtigung der Rahmenbedingungen und Entwicklungstrends. Entwicklungstrends prognostizieren zukünftig eine weitere Expansion der Agrarproduktion infolge der weltweiten Bevölkerungszunahme und des Ausbaus der erneuerbaren Energien. Jedoch werden der durch die Liberalisierung verstärkte Konkurrenzdruck, der Abbau der Subventionen sowie die Verteuerung der Betriebsmittel aufgrund steigender Erdölpreise die Landwirte in Deutschland zur weiteren Kostensenkung und Optimierung ihrer Produktion zwingen. Außerdem werden vermutlich durch den globalen Klimawandel sowie den wachsenden gesellschaftlichen Erwartungen die Anforderungen an den landwirtschaftlichen Ressourcenschutz zukünftig weiter steigen. In Sachsen werden im Rahmen von Förderprogrammen bereits seit Mitte der 1990er-Jahre umweltschonende Maßnahmen in der Landwirtschaft erfolgreich umgesetzt. So wur-

den im EZG Jahna im Jahr 2005 die konservierende Bodenbearbeitung auf 1/3 der Ackerflächen und der Zwischenfruchtanbau auf 6 % der Ackerflächen gefördert.

Die Maßnahmenpläne nach WRRL beinhalten für den Zeitraum des ersten Bewirtschaftungsplans (2010 - 2015) grundlegende und gegebenenfalls ergänzende Maßnahmen. Die grundlegenden Maßnahmen, die zu erfüllende Mindestanforderung aus der Umsetzung von bereits bestehenden gemeinschaftlichen Wasserschutzvorschriften in Bundes- und/oder Landesrecht darstellen, bestehen im Bereich Landwirtschaft v. a. aus der guten fachlichen Praxis und werden im Baselineszenario festgelegt. Es wurde aufgezeigt, dass die im deutschen und sächsischen Fachrecht (z. B. DüV, PflSchG, SächsDuSVO) geregelten Mindeststandards der guten landwirtschaftlichen Praxis bereits eine Vielzahl von gewässerschonenden Maßnahmen umfassen. Die Abschätzung der Wirksamkeit des Baselineszenarios erfolgte mit Hilfe der STOFFBILANZ-Ergebnisse aus dem „Atlas der diffusen Nährstoffeinträge in sächsische Gewässer“. Diese deuten darauf hin, dass der gute Gewässerzustand, der im Rahmen des Projektes stellvertretend durch die Einhaltung der Nitratqualitätsnorm und der P-Orientierungswerte repräsentiert wurde, allein durch die Umsetzung der grundlegenden Maßnahmen im EZG Jahna bis 2015 voraussichtlich nicht erreicht werden kann.

Zu den ergänzenden Maßnahmen werden obligatorische Maßnahmen, die als bundes- oder landesrechtliche Regelungen (z. B. SächsWG, WHG) über die Anforderungen der EU hinausgehen, und fakultative Maßnahmen gezählt. Im ersten Bewirtschaftungsplan bilden die Agrarumweltmaßnahmen den Schwerpunkt der ergänzenden Maßnahmen in Sachsen. Ein Werkzeug für die Planung von landwirtschaftlichen Maßnahmen im Bereich des Natur- und Gewässerschutzes ist die Entscheidungshilfe ENaWiL, die im Rahmen des Projektes mitentwickelt und im EZG Jahna getestet wurde. ENaWiL zeigt den Umfang von obligatorischen und fakultativen umweltschonenden Maßnahmen im Bereich Landwirtschaft auf und unterstützt die Planer bei der zielorientierten Auswahl und Priorisierung geeigneter Maßnahmen durch eine einfache, auf Expertenwissen basierende Maßnahmenbewertung in Bezug auf die Wirksamkeit, Akzeptanz und den Aufwand. Für eine genauere Abschätzung der Wirksamkeit von ergänzenden Maßnahmen hinsichtlich ihrer Nährstoffreduktionspotenziale wurden die Ergebnisse der Simulation verschiedener landwirtschaftlicher Einzelmaßnahmen und Maßnahmenkombinationen mit dem Modell STOFFBILANZ herangezogen. Außerdem wurden zur Abschätzung der Erosion und des Sedimentaustrags verschiedene Maßnahmeneszenarien mit dem Modell Erosion-3D simuliert. Mittels der Modellergebnisse wurde der partikuläre P-Eintrag abgeschätzt.

Modelle dienen als Hilfsmittel zur vereinfachten Abbildung stoffhaushaltlicher Prozesse, die aufgrund ihrer Komplexität und Dynamik nicht bzw. kaum mess- und quantifizierbar sind. Im Rahmen des Projektes konnte gezeigt werden, dass die eingesetzten Modelle STOFFBILANZ und Erosion-3D landwirtschaftliche Maßnahmen abbilden und deren Wirksamkeit in Bezug auf die Reduzierung von Nährstoffeinträgen in die Gewässer abschätzen können. Die unterschiedlichen Modellergebnisse machen jedoch deutlich, dass bei deren Interpretation stets die Datengrundlagen, die Modell-

ansätze und die Parametrisierung zu berücksichtigen sind. Zudem besteht noch weiterer Forschungs- und Entwicklungsbedarf der Modelle im Hinblick auf eine realitätsnahe Wirksamkeitsabschätzung von landwirtschaftlichen Maßnahmen.

Zur Unterstützung des objektiven Entscheidungsprozesses bei der Auswahl und Priorisierung von Maßnahmen kam wie auch im Projekt wsm300 die multikriterielle Bewertung in Form der Nutzwertanalyse zur Anwendung. Grundlage hierfür ist die Entscheidungsmatrix, die die modellierten Ergebnisse und Daten zu den Zielvariablen der Maßnahmenalternativen enthält. Bei der Nutzwertanalyse können Präferenzen der Entscheidungsträger über die Definition der Nutzenfunktionen sowie der Gewichtung der Zielvariablen im Entscheidungsprozess berücksichtigt werden. Das von der Firma Ingenieurgesellschaft Prof. Dr. Sieker mbH entwickelte und zur Verfügung gestellte Softwaretool konnte erfolgreich getestet werden. Das Bewertungsverfahren ist transparent und leicht verständlich, die Ergebnisse lassen sich gut nachvollziehen.

Im Hinblick auf die Umsetzung der grundlegenden Maßnahmen der guten fachlichen Praxis, die für die Landwirte verpflichtend ist, haben die Kontrollen in den vergangenen Jahren gezeigt, dass die gute fachliche Praxis noch nicht in allen Bereichen, z. B. bei der Nitratrichtlinie, vollständig angewandt wird und demzufolge noch Umsetzungsbedarf besteht. Bei den ergänzenden Maßnahmen soll im Gegensatz zu den obligatorischen grundlegenden Maßnahmen verstärkt auf Freiwilligkeit, z. B. in Form von Kooperationsverträgen, gesetzt werden. Einen Schwerpunkt bilden hierbei die förderfähigen Agrarumweltmaßnahmen. Um jedoch generell die Anwendung von gewässerschonenden Maßnahmen zu erhöhen, ist im Rahmen der WRRL im Freistaat Sachsen die Maßnahme Wissens- und Erfahrungstransfer, Schulungen geplant. Ziel ist es, mit verschiedenen Instrumenten (z. B. Konsultationsbetriebs-, Arbeitskreisnetz, Fachschulen) die landwirtschaftliche Produktion zu optimieren und negative Umwelteinflüsse (z. B. Stoffausträge) zu minimieren.

Zur Unterstützung der Behörden bei der Maßnahmenumsetzung kann der in Sachsen vorhandene umfangreiche Pool an GIS-Fachdaten herangezogen werden. Es wurde aufgezeigt, dass beispielsweise Informationen zur Erosions- oder Nitratauswaschungsgefährdung der Böden, zu erosiven Abflussbahnen oder fehlenden Gewässerschutzstreifen zur Lokalisierung von entsprechenden Vorsorgemaßnahmen dienen können. Darüber hinaus wurde herausgestellt, dass zur Effizienzsteigerung und Kosteneinsparung bei der Maßnahmenumsetzung Synergieeffekte berücksichtigt werden sollten. Synergien ergeben sich bei der Maßnahmenumsetzung u. a. hinsichtlich der Wirksamkeit auf verschiedene Austragspfade oder Stoffausträge sowie auch hinsichtlich verschiedener Schutzgüter (WRRL und Natura 2000).

Resümierend kann festgestellt werden, dass das Entscheidungshilfesystem wsm300 und dessen verschiedene Werkzeuge, die im Rahmen des Projektes ausschließlich im landwirtschaftlichen Bereich eingesetzt wurden, zur Unterstützung einer integrierten Bewirtschaftungsplanung von Einzugsgebieten und zur Strukturierung des Entscheidungsprozesses beitragen können. Sie bieten

einen methodischen und technischen Rahmen für wasserwirtschaftliche Planungen und können auf jedes Einzugsgebiet übertragen werden.

10 Literaturverzeichnis

- ALBERT, E. (2007): Landwirtschaftliche Anpassungsstrategien und Maßnahmen. LfL. 5 S. Online unter:
http://www.umwelt.sachsen.de/umwelt/download/klima/Klimafolgen_Landwirtschaft_DrAlbert.pdf
- AUTORENKOLLEKTIV (2000): Beiträge zur Entwicklung eines ökologischen Leitbildes für Flußlandschaften am Beispiel der Jahna, einem bedeutenden Nebenfluß der Elbe in Sachsen. Ökologische Studie. Materialien zur Wasserwirtschaft. 183 S. Leipzig
- BALSIGER, C. (2004): Gewässerbelastung durch Pestizide. Pflanzenschutzmittel belasten Flüsse und Bäche. Zürcher UmweltPraxis. **38**: 37-40
- BEHRENDT, H. & D. OPITZ (1996): Ableitung einer Klassifikation für die Gewässergüte von planktondominierten Fließgewässern und Flusseen im Berliner Raum und Güteklassebezogene Zielvorgaben zur Nährstoffreduktion im Berliner Gewässersystem. Berichte des IGB. **1**: 91 S. Berlin
- BERNHARDT, A., G. HAASE, K. MANNSFELD, H. RICHTER, R. SCHMIDT & H. BARTHEL (1986): Naturräume der sächsischen Bezirke. Sächsische Heimatblätter. Sonderdruck. **4/5**: 84 S.
- BMELV (Hrsg.) (2006a): Die EU-Agrarreform – Umsetzung in Deutschland. Ausgabe 2006. 118 S. Berlin
- BMELV (Hrsg.) (2006b): Gute fachliche Praxis im Pflanzenschutz. Grundsätze für die Durchführung. 61 S. Berlin
- BRÄUNIG, A. (2008): Erläuterung - Bewertung der potenziellen Wassererosionsgefährdung. LfULG, Ref. 64. 8 S. Freiberg. unveröff.
- BRÄUNIG, A. (2006): Bewertung der potenziellen Erosionsgefährdung durch Wasser. LfUG, Ref. Bodenschutz. 5 S. Freiberg. unveröff.
- BUDER, W. (2005): Managementplan - Jahniederung (Nr. 169). Abschlussbericht vom 08.07.2005 im Auftrag des Regierungspräsidiums Dresden, UFB Radebeul. 145 S. Dresden
- DEUTSCHER BAUERNVERBAND (2007): Klima Report der Land- und Forstwirtschaft. 23. S. Berlin
- DJUREN, J. (2006): Überblick über die wichtigsten Inhalte der Düngeverordnung. In: LANDWIRTSCHAFTSKAMMER NIEDERSACHSEN (Hrsg.): Unterrichtsmaterial zur Düngeverordnung für den Berufs- und Fachschulunterricht. 5-13. Oldenburg
- DOLESCHEL, P. & M. DEMMEL (2006): Grundlagen des Pflanzenbaus. In: AUTORENKOLLEKTIV: Die Landwirtschaft. Lehrbuch für Landwirtschaftsschulen. Teil: Pflanzliche Erzeugung. Grundlagen des Acker- und Pflanzenbaus, der guten fachlichen Praxis, der Verfahrenstechnik - Produktions- und Verfahrenstechnik der Kulturpflanzen - Dauergrünland - Sonderkulturen - nachwachsende Rohstoffe - ökologischer Landbau - Feldversuchswesen - Naturschutz und Landschaftspflege. 12. völlig neu bearb. und erw. Aufl. 167-180. München
- DUTTMANN, R. (1999): Partikuläre Stoffverlagerungen in Landschaften. Ansätze zur flächenhaften Vorhersage von Transportpfaden und Stoffumlagerungen auf verschiedenen Maßstabebenen

- unter besonderer Berücksichtigung räumlichzeitlicher Änderungen der Bodenfeuchte. Geosynthese. **10**: 234 S. Hannover
- DVWK (Hrsg.) (1994): Verminderung des Stickstoffaustrags aus landwirtschaftlich genutzten Flächen in das Grundwasser. Grundlagen und Fallbeispiele. Schriftenreihe des Deutschen Verbandes für Wasserwirtschaft und Kulturbau. **106**: 407 S. Bonn
- EICKORN, N. (2007): „(Agrarpolitischer) Ausblick “. Mögliches Szenarium nach 2013. PP-Präsentation im Rahmen des Agrarpolitischen Forums. SMUL, Ref. 31. Dresden. Online unter: http://www.landwirtschaft.sachsen.de/landwirtschaft/download/agrarpolitik/Weiterentwicklung_U-Agrarpolitik_nach_2013.pdf
- FELDWISCH, N. & D. MEYER-MARQUART (2006): Umweltverträgliche Landwirtschaft nachhaltig gestalten. Abschlussbericht zum Forschungs- und Entwicklungsvorhaben „Umweltverträgliche Flächennutzung im ländlichen Raum, dargestellt am Beispiel des Mittelsächsischen Lösshügellandes. 95 S. Bergisch Gladbach, Obernburg
- FGG Elbe (2008): Nährstoffmanagement in der FGG Elbe. Lassen sich aus der Wasserrahmenrichtlinie Anforderungen an die Nährstofffrachten der Elbe ableiten? PP-Präsentation bei Treffen FGG Elbe- AGR Nährstoffe am 30.04.2008. unveröff.
- FIEDLER, S. (2005): Ermittlung, Abschätzung und Bewertung des Nitratbelastungsrisikos für das Grundwasser im landwirtschaftlich genutzten Wassereinzugsgebiet der Trinkwasserfassung Jahna-Aue. Diss., Univ., Halle-Wittenberg. 170 S. Halle
- FIEDLER, H. J. (Hrsg.) (1990): Bodennutzung und Bodenschutz. Umweltforschung. 268 S. Jena.
- FRANZKE, F. (1999): Digitale Bodenkonzeptkarte Jahna – Einzugsgebiet im Maßstab 1:25000. Abschlußbericht. Freiberg
- FREDE, H.-G. & S. DABBERT (Hrsg.) (1998): Handbuch zum Gewässerschutz in der Landwirtschaft. 51 S. Landsberg
- FRIESE, H. (2006): Strategien und Aspekte der Maßnahmen- und Bewirtschaftungsplanung nach WRRL in Sachsen. Beitrag zur Beratung des LfUG, Ref. 33 mit Vertretern aus den regionalen Umweltfachbereichen (UFB) der sächsischen Regierungspräsidien (RP) am Montag, 03.07.2006 im LfUG. PP-Präsentation. Dresden. unveröff.
- FUGMANN, H. & M. JANOTTA (2005): Managementplan für das FFH-Gebiet „Dolomitgebiet Ostrau und Jahnatal“ (Nr. 207). Abschlussbericht vom 09/2005 im Auftrag des Regierungspräsidiums Leipzig, UFB Leipzig. 129 S. Berlin
- GRAMATTE, A. & M. PETER (1989): Bedeutung und Wirkung von Gewässerschutzstreifen. In: VDLUFA (Hrsg.): 100 Jahre Agrarforschung im VDLUFA. Beiträge aus den Fachgruppensitzungen des 100. VDLUFA-Kongresses vom 18.-23.9.1988 in Bonn. Kongressband. Teil II. VDLUFA-Schriftenreihe. **28/II**: 1161-1170. Darmstadt
- GRUNEWALD, K., M. GEBEL, S. HALBFAß, M. KAISER, S. BÜRGER, H. FRIESE & J. DEHNERT (2008): Nährstoffmodellierung zur Aufstellung der Maßnahmenprogramme nach WRRL in Sachsen. Wasser + Abfall. **3**: 15-19
- GRUNEWALD, K., M. GEBEL, M. KAISER, S. HALBFAß & S. BÜRGER (2007): Erstellung, Analyse und Bewertung ausgewählter Nutzungs- und Bewirtschaftungsszenarien im Flussgebiet Jahna im Hin-

- blick auf die Erreichung von Umweltzielen der WRRL sowie Erarbeitung gebietsspezifischer Beiträge zum Maßnahmenprogramm und Bewirtschaftungsplan der Flussgebietseinheit Elbe. Entwurf Abschlussbericht. 95 S. Dresden. unveröff.
- GRUNEWALD, K., M. GEBEL, S. HALBFAß, M. KAISER & S. BÜRGER (2006): Atlas der diffusen Nährstoffeinträge in sächsische Gewässer. Forschungsbericht im Auftrag des LfUG. 64 S. Dresden. unveröff.
- G.U.B. INGENIEURGESELLSCHAFT MBH (2004): Hochwasserschutzkonzept für das Gebiet der Jahna in den Regierungsbezirken Leipzig und Dresden. Projekt-Nr.: B 23 372. 153 S. Zwickau
- HAASE, G. (1995): Sächsische Lössgefülle, Nordsächsisches Platten- und Hügelland und Mittelsächsisches Lößhügelland. In: MANNFELD, K. & H. RICHTER (Hrsg.): Naturräume Sachsens. Trier. Forschungen zur deutschen Landeskunde. **238**: 70-79, 87-92, 103-108. Trier
- HALBFAß, S., K. GRUNEWALD, M. GEBEL, M. KAISER & S. BÜRGER (2008): Anpassung von Methoden, Basisdaten und Ergebnissen des FuE-Projektes "Atlas der diffusen Nährstoffeinträge in sächsische Gewässer" sowie Ausbau und Implementierung des Modells STOFFBILANZ für Wirkungsabschätzungen der Umsetzung von Maßnahmen mit WRRL-Bezug auf Stickstoff- und Phosphoreinträge in Grund- und Oberflächenwasserkörper. Aktualisierter Sachstandsbericht. Projekt im Auftrag des LfUG. 24 S. Dresden
- HALBFAß, S. & K. GRUNEWALD (2003): Räumliche Variabilität der Phosphorgehalte im Oberboden landwirtschaftlich genutzter Flächen in kleinen Einzugsgebieten. Journal of plant nutrition and soil science. **166**: 197-203
- HANNAPPEL, S., M. ZIPPEL, S. REINHARDT, E. REJMAN-RASINSKA, & B. GABRIEL (2006): Methodik zur chemischen Charakterisierung von Grundwasserkörpern nach WRRL durch Grundwassermessstellen. Abschlussbericht. Berlin
- HEGE, U., F. PERETZKI, M. DEMMEL & S. NESER (2006): Pflanzenernährung und Düngung. In: AUTORENKOLLEKTIV: Die Landwirtschaft. Lehrbuch für Landwirtschaftsschulen. Teil: Pflanzliche Erzeugung. Grundlagen des Acker- und Pflanzenbaus, der guten fachlichen Praxis, der Verfahrenstechnik - Produktions- und Verfahrenstechnik der Kulturpflanzen - Dauergrünland - Sonderkulturen - nachwachsende Rohstoffe - ökologischer Landbau - Feldversuchswesen - Naturschutz und Landschaftspflege. 12. völlig neu bearb. und erw. Aufl. 191-302. München
- HENK, U. (2008): Über die Ergebnisse der Beratung am 10.09.2008 im SMUL R452 9-12 Uhr zur Abgrenzung von „Hot- spot -Gebieten für die künftige Einrichtung von Arbeitskreisen. schriftliche Mitteilung per E-Mail vom 12.09.2008. SMUL, Dresden
- HENK, U. (2007): Ressourcenschonende Landwirtschaft. Betriebswirtschaftliches Fachgespräch am 8.11.2007 in Leipzig. PP-Präsentation. SMUL, Ref. 33. Dresden. Online unter: http://www.smul.sachsen.de/landwirtschaft/download/agrarpolitik/08_11_07_Leipzig_4.pdf
- JENTZSCH, A. & M. HEERKLOTZ (1999/2000): Charakteristik der Fließgewässer im Einzugsgebiet der Jahna. Staatliches Umweltfachamt Radebeul. Endbericht im Rahmen eines Praktikums der Hochschule für Technik und Wirtschaft Dresden. unveröff.
- KAISER, M., K. GRUNEWALD, M. GEBEL, S. HALBFAß & S. BÜRGER (2006): Erstellung, Analyse und Bewertung ausgewählter Nutzungs- und Bewirtschaftungsszenarien im Flussgebiet Jahna im Hin-

blick auf die Erreichung von Umweltzielen der WRRL sowie Erarbeitung gebietsspezifischer Beiträge zum Maßnahmenprogramm und Bewirtschaftungsplan der Flussgebietseinheit Elbe. PP-Präsentation zum Arbeitsstand am 28.11.2006. Dresden. unveröff.

- KAISER, M., T. KANNEGIEßER, S. HALBFAß, M. GEBEL & K. GRUNEWALD (2004): Quantifizierende Untersuchung der Auswirkungen bodenkonservierender Landbewirtschaftung auf Erosionsverhalten, Stoffhaushalt und Gewässerbiozönose am Beispiel des landwirtschaftlich genutzten Repräsentativgebietes EZG Stausee Baderitz im mittelsächsischen Lösshügellandbereich des Flusseinzugsgebietes der Jahna. Zwischenbericht (Projektphase 3). Dresden. 92 S. unveröff.
- KORNMANN, M., W. SCHMIDT & E. MÜLLER (2006): Umsetzung erosionsmindernder und hochwasserreduzierender Maßnahmen auf Einzugsgebietsebene am Beispiel des Stausees Baderitz. Abschlussbericht. Schriftenreihe der Sächsischen Landesanstalt für Landwirtschaft. **16**: 80 S. Dresden
- KREITMAYR, J. & R. BAUER (2006): Bodenbearbeitung. In: AUTORENKOLLEKTIV: Die Landwirtschaft. Lehrbuch für Landwirtschaftsschulen. Teil: Pflanzliche Erzeugung. Grundlagen des Acker- und Pflanzenbaus, der guten fachlichen Praxis, der Verfahrenstechnik - Produktions- und Verfahrenstechnik der Kulturpflanzen - Dauergrünland - Sonderkulturen - nachwachsende Rohstoffe - ökologischer Landbau - Feldversuchswesen - Naturschutz und Landschaftspflege. 12. völlig neu bearb. und erw. Aufl. 93-121. München
- KÜCHLER, W. & W. SOMMER (2005): Klimawandel in Sachsen. Sachstand und Ausblick 2005. 111 S. Dresden
- KUHN, K. (2007): Umsetzung der WRRL. Monitoring und Bewertung der GWK. PP-Präsentation bei der Arbeitsberatung zur WRRL-Bewirtschaftungsplanung der Arbeitsgruppe A: Nährstoffeinträge am 20.04.2007 im LfUG. Dresden. unveröff.
- LANDESAMT FÜR NATUR UND UMWELT DES LANDES SCHLESWIG-HOLSTEIN (2005): Anhang 3: Hinweise zur schonenden Gewässerunterhaltung. In: Ministerium für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume des Landes Schleswig-Holstein (2005): Umsetzung der Wasserrahmenrichtlinie in Schleswig-Holstein. Hinweise zur Regeneration von Fließgewässern. 15 S. o. O.
- LANDESUMWELTAMT NORDRHEIN-WESTFALEN (Hrsg.) (1999): Leitbilder für kleine bis mittelgroße Fließgewässer in Nordrhein-Westfalen. Gewässerlandschaften und Fließgewässertypen. Merkblätter. **17**: 87 S. Essen
- LAWA (2000): Gewässerstrukturgütekartierung in der Bundesrepublik Deutschland. Verfahren für kleine und mittelgroße Fließgewässer. 186 S. Berlin
- LAWA (Hrsg.) (1998): Beurteilung der Wasserbeschaffenheit von Fließgewässern in der Bundesrepublik Deutschland. Chemische Gewässergüteklassifikation. LAWA Konzepte und Strategien - Oberirdische Gewässer. 69 S. Berlin
- LAWA-AO (2007): Rahmenkonzeption Monitoring. Teil B: Bewertungsgrundlagen und Methodenbeschreibungen. Arbeitspapier II: Hintergrund- und Orientierungswerte für physikalisch-chemische Komponenten. Gemeinsame Ausarbeitung der LAWA-AO-Expertenkreise „Stoffe“ und „Biologisches Monitoring Fließgewässer und Interkalibrierung“ unter Beteiligung des AK „Fischereiliche

- Zustandsbewertung“ und des AO-EK „Seen“ und der AG „Physikalisch-chemische Messgrößen“ des BLMP, Stand: 07.03.2007. 13 S. o. O.
- LEICHTFUß, A., H. LOHR & D. WÖLFEL (2006): Verbesserte Ansätze für Wasser- und Stoffstrommanagement in intensiv genutzten kleinen Einzugsgebieten auf der Grundlage von integrierten Nutzen- und Risikobewertungen. Juni 2002 – Oktober 2005. Abschlussbericht. 248 S. Darmstadt
- LESER, H., H.-D. HAAS, T. MOSIMANN & R. PAESLER (1995): DIERCKE-Wörterbuch der Allgemeinen Geographie. Bd. 2: N-Z. 8. Aufl. 421 S. München, Braunschweig
- LFL (2007): Dialogprozess Ackerbau. Multiplikatorenfassung. Zukunftsform Landwirtschaft. Fachforum Ackerbau. PP-Präsentation. Online unter:
<http://www.landwirtschaft.sachsen.de/landwirtschaft/download/agrarpolitik/Ackerbau.pdf>
- LFUG (2008): Abschätzung der bis Ende 2015 erreichbaren Handlungsziele für die schrittweise Emissions- und Immissionsreduktion von Nährstoffen in den sächsischen Teilen der Flussgebietseinheiten Elbe und Oder. Stand: 24.01.2008. 8 S. Dresden. unveröff.
- LFUG (2007a): Leitfaden zur Bewirtschaftungsplanung in Sachsen einschließlich der Erstellung von Maßnahmenprogrammen gemäß der Richtlinie 2000/60/EG. Stand: 11.12.2007. 33 S. Dresden. unveröff.
- LFUG (Hrsg.) (2007b): Bodenatlas des Freistaates Sachsen. Teil 4: Auswertungskarten zum Bodenschutz. Erläuterungsheft. Materialien zum Bodenschutz. 62 S. Dresden
- LFUG (2006a): Wasserwirtschaftlicher Steckbrief – Gewässereinzugsgebiet Jahna. Stand: 03.08.2006. Dresden. unveröff.
- LFUG (2006b): Daten zur Gewässerstrukturgütekartierung nach LAWA-Vor-Ort-Verfahren. Dresden. unveröff.
- LFUG (Hrsg.) (2004): Managementplanung in Natura-2000-Gebieten. Faltblatt. Dresden
- LFUG (Hrsg.) (1999): Bodenatlas des Freistaates Sachsen. Teil 3: Bodenmessprogramm. Bodenmessnetz Raster 4 km x 4 km. Materialien zum Bodenschutz. 157 S. Dresden, Radebeul
- LFUG (Hrsg.) (1997): Hydrologisches Handbuch. Teil 7: Gewässerkundliche Hauptwerte. Dresden
- LFUG & LFL (2005): Pflanzenschutzmittelwirkstoffe. Vorkommen in sächsischen Fließgewässern. Stand 2005. 35 S. o. O.
- LFUG & SCILANDS (2005): Expertise zum Forschungsvorhaben „Landnutzung und Hochwasserschutz“, Teilvorhaben „Digitale Reliefanalyse Sachsen“: Korrektur des ATKIS-DGM, Erstellung einer Digitalen Geomorphographischen Karte (GMK20 Sachsen), Untersuchungen zur Erosion und zur Auenbödenverbreitung. 60 S. Freiberg, Göttingen
- LITWINENKO, A. (2007): Die Phosphor- und Kaliumversorgung der landwirtschaftlich genutzten Böden Sachsens in den Jahren 1998 bis 2005. Diplomarbeit, Univ. Leipzig. 156 S. unveröff.
- MASSEY, H. F. & M. L. JACKSON (1952): Selective erosion of soil fertility constituents. Soil Science Society of America: Proceedings. **16**: 353-356
- MICHAEL, A., J. SCHMIDT & W. A. SCHMIDT (1996): EROSION 2D. Ein Computermodell zur Simulation der Bodenerosion durch Wasser. II: Parameterkatalog Sachsen. Anwendung. In: LFL & LFUG (Hrsg.): Erosion 2D/3D. Ein Computermodell zur Simulation der Bodenerosion durch Wasser. 150 S. Dresden

- MÖLLER, J. (2008): RL AuW/2007, Teil A – Umsetzung der Flächenbezogenen Agrarumweltmaßnahmen. PP-Präsentation im Rahmen der Fachbereichsleitersitzung der LfL am 30.07.2008 im SMUL. unveröff.
- MÜLLER, G. (Hrsg.) (1989): Bodenkunde. Pflanzenproduktion. 380 S. Berlin
- NEEF, E. (1963): Dimensionen geographischer Betrachtungen. Forschungen und Fortschritte. **37**: 361-363
- OSTERBURG, B., I. RÜHLING, T. RUNGE, T. SCHMIDT, K. SEIDEL, F. ANTONY & B. GÖDECKE (2007): Kosteneffiziente Maßnahmenkombinationen nach Wasserrahmenrichtlinie zur Nitratreduktion in der Landwirtschaft. Bericht für ein Vorhaben im Auftrag der Bund / Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA) im Rahmen des Länderfinanzierungsprogramms „Wasser, Boden und Abfall“ 2006. Projekt-Nummer AR 1.05 FAL. 111 S. Braunschweig
- POTTGIESSER, T. & M. SOMMERHÄUSER (Stand 2006): Die Steckbriefe der deutschen Fließgewässertypen. Online unter: http://www.umweltbundesamt.de/wasser/themen/wrri/wrri_ftyp.htm
- RICHTER, S. (2004): Ableitung und Bewertung von Strategien zur Minderung des Bodeneintrages in die Talsperre Bautzen unter Anwendung des Erosionssimulationsmodells EROSION 3D. Unveröff. Diplomarbeit, TU Dresden. 96 S. Dresden
- RÖMER, W. (2000): Bedeuten hohe P-Gehalte im Oberboden eine Gefahr für das Grundwasser? Die Rolle der Dränzone verschiedener Böden. Mitteilungen der Deutschen Bodenkundlichen Gesellschaft. **92**: 51-53
- RÖMER, W. (1998): Sind oberhalb von 50 mg P₂O₅/100 g Boden schädliche Auswirkungen auf Gewässer zu erwarten? Wasser & Boden. **50 (12)**: 58-62
- SCHAEFFER, F & P. SCHACHTSCHABEL (2002): Lehrbuch der Bodenkunde. Neu bearbeitet und erweitert von H.-P. Blume u. a. 15. Aufl. 593 S. Heidelberg, Berlin
- SCHMID, C. & V. PRASUHN (2000): GIS-gestützte Abschätzung der Phosphor- und Stickstoffeinträge aus diffusen Quellen in die Gewässer des Kantons Zürich. Schriftenreihe der FAL. 35: 114 S. Zürich
- SCHMIDT, A. (2007): Der Klimawandel und seine Auswirkungen auf die Landwirtschaft in Sachsen. LfL. PP-Präsentation. Online unter: http://www.forsten.sachsen.de/umwelt/download/klima/Vortrag_11.Dez.07.pdf
- SCHMIDT, J. (1998): Modellbildung und Prognose zur Wassererosion. In: RICHTER, G. (Hrsg.): Bodenerosion. Analyse und Bilanz eines Umweltproblems. 137-151. Darmstadt
- SCHOB, A. (2006): Ableitung standortbezogener Umweltqualitätsziele und Umwelthandlungsziele zur Minimierung der Bodenerosion für Einzugsgebiete im Mittelsächsischen Lösshügelland mit Unterstützung des Erosionsmodells Erosion-3D. 84 S. Freiberg
- SEIDEL, N. (2003): Vorschläge zur Verminderung der Wassererosion im Einzugsgebiet des Baderitzer Stausees – Sächsisches Lösshügelland. Unveröff. Diplomarbeit, TU Freiberg. 85 S. Freiberg
- SHARPLEY, A. N. (1980): The enrichment of soil phosphorus in runoff sediments. Journal of Environmental Quality. **9 (3)**: 521-526
- SHARPLEY, A. N., T. C. DANIEL & D. R. EDWARDS (1993): Phosphorus movement in the landscape. Journal of Production Agriculture. **6 (4)**: 492-500

- SHARPLEY, A. N. & S. J. SMITH (1990): Phosphorus transport in agricultural runoff. The role of soil erosion. In: BOARDMAN, J., I. D. FOSTER & J. A. DEARING (Hrsg.): Soil erosion on Agricultural Land. 351-366. New York
- SIEKER, H. & M. MERTA (2007): Erstellung von Maßnahmenpotenzialkarten zur Reduzierung von diffusen Nährstoffeinträgen aus Landwirtschaft und Siedlungsbereichen in Grund- und Oberflächenwasserkörpern Sachsens. Zwischenbericht. Im Auftrag des LfUG. 21. S. Hoppegarten. unveröff.
- SMUL (2008a): Fakten zur Agrarpolitik im Spiegel von WTO und EU. Landwirtschaft in Sachsen hat Zukunft! Agrarpolitisches Forum. Online unter:
<http://www.landwirtschaft.sachsen.de/landwirtschaft/download/agrarpolitik/Fakten-Apo.pdf>
- SMUL (Hrsg.) (2008b): Cross Compliance 2008. Informationen über die anderweitigen Verpflichtungen im Rahmen der GAP-Reform. 119 S. Dresden
- SMUL (Hrsg.) (2007a): Landwirtschaft in Sachsen hat Zukunft! Ein Diskussionspapier. 54 S. Dresden
- SMUL (2007b): Entwicklungsprogramm für den ländlichen Raum im Freistaat Sachsen 2007-2013. CCI2007DE06RPO019. Entscheidung der Europäischen Kommission K (2007) 4009 vom 5. September 2007. 476 S. o. O. Online unter: <http://www.smul.sachsen.de/foerderung/238.htm>
- SMUL (Hrsg.) (2004): Lagebericht 2004. Kommunale Abwasserbeseitigung im Freistaat Sachsen. 22 S. Dresden
- STATISTISCHES LANDESAMT DES FREISTAATES SACHSEN (Hrsg.) (2006): Viehbestände in den landwirtschaftlichen Betrieben im Freistaat Sachsen. Agrarstrukturerhebung. Mai 2005. Statistische Berichte. Land- und Forstwirtschaft, Fischerei. Kamenz
- THIEL, E. & W. SCHMIDT (2006): Verbesserte Ansätze für Wasser- und Stoffstrommanagement in intensiv genutzten kleinen Einzugsgebieten auf der Grundlage von integrierten Nutzen- und Risikobewertungen (wsm300). Teilprojekt Fallstudie Trinkwassertalsperre Saidenbach (Erzgebirge). Abschlussbericht. Schriftenreihe der Sächsischen Landesanstalt für Landwirtschaft. 4: 148 S. Dresden
- TISCHNER, H., W. KLEIN & M. DEMMEL (2006): Grundlagen des Pflanzenschutzes. In: AUTORENKOLLEKTIV: Die Landwirtschaft. Lehrbuch für Landwirtschaftsschulen. Teil: Pflanzliche Erzeugung. Grundlagen des Acker- und Pflanzenbaus, der guten fachlichen Praxis, der Verfahrenstechnik - Produktions- und Verfahrenstechnik der Kulturpflanzen - Dauergrünland - Sonderkulturen - nachwachsende Rohstoffe - ökologischer Landbau - Feldversuchswesen - Naturschutz und Landschaftspflege. 12. völlig neu bearb. und erw. Aufl. 303-333. München
- TISCHNER, T. (2000): Untersuchungen zur Phosphatverlagerung und Phosphatbindung im Boden und Grundwasser einer landwirtschaftlich genutzten Fläche. Bodenökologie und Bodengene. 33. Zugl.: Berlin, Techn. Univ., Diss., 2000: 187 S. Berlin
- VLK (2007): Wasserrahmenrichtlinie (EU-WRRL) und Landwirtschaft. Positionspapier mit Maßnahmenvorschlägen zum Bereich Pflanzenbau. Fachinformationen. Berlin. Online unter:
<http://www.landwirtschaftskammern.de/pdf/wrrl-position.pdf>
- v. WERNER, M. (2002): Erosion-3D. Ver.3.0. Benutzerhandbuch. 82 S. Berlin

- V. WERNER M. & A. SCHRÖDER (2006): Abfluss- und Erosionsprognosen für das Einzugsgebiet der Jahna für ausgewählte Niederschlags- und Bodenbearbeitungsszenarien - Nutzungskulisse April 2006 -. Projektbericht. 58 S. Berlin. unveröff.
- WILKE, B. & D. SCHAUB (1996): Phosphatanreicherung bei Bodenerosion. Mitteilungen der Deutschen Bodenkundlichen Gesellschaft. **79**: 435-438
- WURBS, D., M. MOLLER & T. KOSCHITZKI (2008): FuE-Teilvorhaben ‚Erosionsschutz in reliefbedingten Abflussbahnen‘. Fachgerechte Ableitung und räumliche Abgrenzung von besonders erosionswirksamen Abflussbahnen. Abschlussbericht. Erstellt im Auftrag des LfUG. 71 S. Halle
- ZANGEMEISTER, C. (1971): Nutzwertanalyse in der Systemtechnik. Eine Methodik zur multidimensionalen Bewertung und Auswahl von Projektalternativen. 4. Aufl. Diss., Techn. Univ. Berlin, 1970. 370 S. München

Schriftliche und mündliche Mitteilungen:

- DOBENECK, R. (2008): Schriftliche Mitteilung per E-Mail vom 20.06.2008. LfL, Leipzig
- FRIESE, H. (2006a): Schriftliche Mitteilung per E-Mail am 11.12.2006. LfUG, Dresden
- FRIESE, H. (2006b): Schriftliche Mitteilung per E-Mail am 26.09.2006. LfUG, Dresden
- FRIESE, H. & B. SPÄNHÖFF (2008): Mündliche Mitteilung. LfUG, Dresden
- IHLING, H. (2008): Schriftliche Mitteilung per E-Mail am 05.05.2008. LfUG, Dresden
- IHLING, H. (2007): Schriftliche Mitteilung per E-Mail am 09.11.2007. LfUG, Dresden
- JENEMANN, K. (2008): Schriftliche Mitteilung per E-Mail am 23.05.2008. LfUG, Dresden
- KAISER, M. (2008): Schriftliche Mitteilung per E-Mail vom 08.09.2008. GALF bR, Dresden
- KERSTEN; M. (2008a): Schriftliche Mitteilung per E-Mail am 02.07.2008. SMUL, Dresden
- KERSTEN; M (2008b): Schriftliche Mitteilung per E-Mail am 07.07.2008. SMUL, Dresden
- SCHRÖDER, A. (2007): Schriftliche Mitteilung per E-Mail vom 10.01.2007. Fa. Geognostics, Berlin

Internet:

Anwendung von Pflanzenschutzmitteln auf Nichtkulturland/Wegen und Plätzen in Landwirtschaft, Gartenbau, anderen Gewerken und Kommunen.

<http://www.landwirtschaft.sachsen.de/landwirtschaft/4274.htm>

EU-Wasserrahmenrichtlinie:

<http://www.umwelt.sachsen.de/umwelt/wasser/75.htm>

Homepage des Modells STOFFBILANZ: <http://www.stoffbilanz.de/>

Homepage des Projekts wsm300: <http://www.wsm300.de/>

Regionalregister des Statistischen Landesamtes des Freistaates Sachsen:

<http://www.statistik.sachsen.de/regioreg/>

Wehrdatenbank der sächsischen Fließgewässer:

<http://www.landwirtschaft.sachsen.de/landwirtschaft/3503.htm>

Gesetze, Richtlinien, Verordnungen:

- Gesetz über Naturschutz und Landschaftspflege (Bundesnaturschutzgesetz – BnatSchG). Vom 25. März 2002 (BGBl. I S. 1193), zuletzt geändert durch Artikel 2 des Gesetzes vom 8. April 2008 (BGBl. I S. 686)
- Gesetz zum Schutz der Kulturpflanzen (Pflanzenschutzgesetz – PflSchG). In der Fassung der Bekanntmachung vom 14. Mai 1998 (BGBl. I S. 971), zuletzt geändert durch Artikel 1 des Gesetzes vom 5. März 2008 (BGBl. I S. 284)
- Gesetz zum Schutz vor schädlichen Bodenveränderungen und zur Sanierung von Altlasten (Bundes-Bodenschutzgesetz - BBodSchG). Vom 17. März 1998 (BGBl. I S. 502), zuletzt geändert durch Artikel 3 des Gesetzes vom 9. Dezember 2004 (BGBl. I S. 3214)
- Gesetz zur Ordnung des Wasserhaushalts (Wasserhaushaltsgesetz - WHG). In der Fassung der Bekanntmachung vom 19. August 2002. (BGBl. I S. 3245), zuletzt geändert durch Artikel 2 des Gesetzes vom 10. Mai 2007 (BGBl. I S. 666)
- Klärschlammverordnung (AbfKlÄV). Vom 15. April 1992. (BGBl. I S. 912), zuletzt geändert durch Artikel 4 der Verordnung vom 20. Oktober 2006 (BGBl. I S. 2298)
- Richtlinie 2000/60/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 23. Oktober 2000 zur Schaffung eines Ordnungsrahmens für Maßnahmen der Gemeinschaft im Bereich der Wasserpolitik (ABl. EG Nr. L327 vom 22.12.2000 S. 1)
- Richtlinie 92/43/EWG des Rates vom 21. Mai 1992 zur Erhaltung der natürlichen Lebensräume sowie der wildlebenden Tiere und Pflanzen (ABl. Nr. L 206 vom 22.07. 1992 S. 7)
- Richtlinie 91/414/EWG des Rates vom 15. Juli 1991 über das Inverkehrbringen von Pflanzenschutzmitteln (ABl. Nr. L 230 vom 19.08. 1991 S. 1)
- Richtlinie 91/676/EWG des Rates vom 12. Dezember 1991 zum Schutz der Gewässer vor Verunreinigung durch Nitrat aus landwirtschaftlichen Quellen (ABl. Nr. L 375 vom 31.12. 1991 S. 1)
- Richtlinie 86/278/EWG des Rates vom 12. Juni 1986 über den Schutz der Umwelt und insbesondere der Böden bei der Verwendung von Klärschlamm in der Landwirtschaft (ABl. Nr. L181 vom 04.07.1986 S. 6)
- Richtlinie 79/409/EWG des Rates vom 2. April 1979 über die Erhaltung der wildlebenden Vogelarten (ABl. L 103 vom 25.4.1979, S. 1)
- Richtlinie des Sächsischen Staatsministeriums für Umwelt und Landwirtschaft zur Förderung von flächenbezogenen Agrarumweltmaßnahmen und der ökologischen Waldmehrung im Freistaat Sachsen (Förderrichtlinie Agrarumweltmaßnahmen und Waldmehrung – RL AuW/2007). Vom 13. November 2007. Berichtigt 2. Januar 2008 (SächsABl. S. 228)
- Sächsisches Gesetz über Naturschutz und Landschaftspflege (Sächsisches Naturschutzgesetz – SächsNatSchG). In der Fassung der Bekanntmachung vom 03.07.2007 (SächsGVBl. 2007(9) S. 321)
- Sächsisches Wassergesetz (SächsWG) . In der Fassung der Bekanntmachung vom 18.10.2004 (SächsGVBl. 2004(13) S. 482)
- Verordnung des Sächsischen Staatsministeriums für Umwelt und Landwirtschaft über Anforderungen an Anlagen zum Lagern und Abfüllen von Dung und Silagesickersäften (Sächsische Dung-

und Silagesickersaftanlagenverordnung – SächsDuSVO). Vom 26. Februar 1999 (SächsGVBl. 1999(5) S. 131)

- Verordnung des Sächsischen Staatsministeriums für Umwelt und Landwirtschaft über Schutzbestimmungen und Ausgleichsleistungen für erhöhte Aufwendungen der Land- und Forstwirtschaft in Wasserschutzgebieten (SächsSchAVO). Vom 2. Januar 2002 (SächsGVBl. 2002(1) S. 21)
- Verordnung des Sächsischen Staatsministeriums für Umwelt und Landwirtschaft zur Bestandsaufnahme, Einstufung und Überwachung der Gewässer (Wasserrahmenrichtlinienverordnung – SächsWRRLVO). Vom 7. Dezember 2004 (SächsGVBl. 2004(14) S. 610)
- Verordnung über die Anwendung von Düngemitteln, Bodenhilfsstoffen, Kultursubstraten und Pflanzenhilfsmitteln nach den Grundsätzen der guten fachlichen Praxis beim Düngen (Düngeverordnung – DüV). In der Fassung der Bekanntmachung vom 27. Februar 2007 (BGBl. I S. 221)
- Verordnung über die Grundsätze der Erhaltung landwirtschaftlicher Flächen in einem guten landwirtschaftlichen und ökologischen Zustand (Direktzahlungen-Verpflichtungenverordnung - DirektZahlVerpflV). Vom 4. November 2004 (BGBl. I S. 2778), zuletzt geändert durch Artikel 3 der Verordnung vom 8. Mai 2008 (BGBl. I S. 801)
- Verordnung (EG) Nr. 1698/2005 des Rates vom 20. September 2005 über die Förderung der Entwicklung des ländlichen Raums durch den Europäischen Landwirtschaftsfonds für die Entwicklung des ländlichen Raums (ELER) (ABl. EG Nr. L 277 vom 21.10.2005 S. 1)
- Verordnung (EG) Nr. 1782/2003 des Rates vom 29. September 2003 mit gemeinsamen Regeln für Direktzahlungen im Rahmen der Gemeinsamen Agrarpolitik und mit bestimmten Stützungsregelungen für Inhaber landwirtschaftlicher Betriebe und zur Änderung der Verordnungen (EWG) Nr. 2019/93, (EG) Nr. 1452/2001, (EG) Nr. 1453/2001, (EG) Nr. 1454/2001, (EG) Nr. 1868/94, (EG) Nr. 1251/1999, (EG) Nr. 1254/1999, (EG) Nr. 1673/2000, (EWG) Nr. 2358/71 und (EG) Nr. 2529/2001 (ABl. EG Nr. L 270 vom 21.10.2003 S. 1)
- Verordnung (EG) Nr. 1257/1999 des Rates vom 17. Mai 1999 über die Förderung der Entwicklung des ländlichen Raums durch den Europäischen Ausrichtungs- und Garantiefonds für die Landwirtschaft (EAGFL) und zur Änderung bzw. Aufhebung bestimmter Verordnungen (ABl. EG Nr. L 160 vom 26.06.1999 S. 80)

11 Anhang

Tabelle 25: Digitale GIS-Datengrundlagen im Freistaat Sachsen (im LfULG, Ref. 72 vorhanden)

Bereich	Datengrundlage	Maßstab/Auflösung	Raumbezug	Quelle	Datenstand
Administr.	Landes-, Kreis-, Gemeindegrenzen	1:10.000	Sachsen	LVAS	2006
Topogra- phie	Topographische Karten (TK)	1:10.000... 200.000	Sachsen	LVAS	k. A.
	Digitale Orthophotos (DOP)	0,2 m	Sachsen	LVAS	2005/2006
Relief	Digitales Geländemodell ATKIS-DGM25	20 m	Sachsen	LVAS/sciLands	2005
Boden	Bodenübersichtskarte (BÜK)	1:200.000	Sachsen	BGR/SGD	k. A.
	Bodenkonzeptkarte (BKkonz)	1:50.000	Landwirt.- u. Forstflächen Sachsens	LfUG	2006
	Mittelmaßstäbige landwirt. Standortkartierung (MMK)	1:100.000	Landwirtschaftsflächen Sachsens	LfL	2002
	Reichsbodenschätzung	1:10.000	Teile von Sachsen	LfUG	2006 (1934-52)
Land- nutzung	Digitales Landschaftsmodell ATKIS-DLM	1:25.000	Sachsen	LVAS	2005
	CIR-Biototypen- und Landnutzungskartierung	1:10.000	Sachsen	LfUG	1992/1993
	Landschaftselemente	k. A.	Sachsen	LfL	Referenz 2008
Landwirt- schaft	Digitales Feldblockkataster (InVeKoS)	k. A.	Landwirt. Feldblöcke in Sachsen	LfL	2005-2008
	Agrarstruktur-, Vergleichs-, Wirtschaftsgebiete	k. A.	Sachsen	LfL	k. A.
Schutzge- biete	Naturschutzgebiete (NSG)	1:25.000	Sachsen	LfUG	2007
	Landschaftsschutzgebiete (LSG)	1:25.000	Sachsen	LfUG	2007
	FFH-Gebiete (NATURA2000)	1:25.000	Sachsen	LfUG	2003
	SPA-Gebiete (NATURA2000)	1:25.000	Sachsen	LfUG	2006
	Wasserschutzgebiete (WSG)	1:25.000	Sachsen	LfUG	2007
Gewässer	Fließgewässer	1:25.000/1.000.000	Sachsen	LfUG/BKG	2003
	Standgewässer	1:25.000	Sachsen	LfUG	k. A.
	Einzugsgebiete	1:25.000	Sachsen	LfUG	2004
	Wasserkörper (WRRL)	k. A.	Sachsen	LfUG	2007/2008

Tabelle 26: Abgeleitete digitale GIS-Daten im Freistaat Sachsen (im LfULG, Ref. 72 vorhanden)

Bereich	Datengrundlage	Dateninhalt	Maßstab/ Auflösung	Raum- bezug	Quelle	Datenstand
Boden	Bodenatlas des Freistaates Sachsen, Teil 4: Auswertungskarten zum Bodenschutz	<ul style="list-style-type: none"> - bodenkundliche Einheiten, Leitbodenformen - Lössverbreitung, -mächtigkeiten - natürliche Bodenfruchtbarkeit - natürliches Standortpotenzial - Vernässungsgrad, ökologischer Feuchtegrad - Bodenwasserhaushaltstypen - nutzbare Feldkapazität, Feldkapazität - Wasserverfügbarkeit, -leitfähigkeit - Infiltrationsleistung bei Starkregen - langjährige mittlere Sickerwasserrate - potenzielle Erosionsgefährdung durch Wasser und Wind - Nitratrückhaltevermögen - potenzielle Nitratauswaschungsgefährdung 	1:200.000	Sachsen	LfUG	2007
Relief	reliefbedingte Einzugsgebiete	- potenzielle Abflussbahnen	20 m	Sachsen	LfUG	2006
Gewässer	Atlas der diffusen Nährstoffeinträge in sächsische Gewässer	<ul style="list-style-type: none"> - Wasserbilanz (Oberflächen-, Drän-, Zwischen-, Basisabfluss) - Bodenabtrag und Sedimenteintrag - P-Bilanz (P-Konzentrationen und -Einträge der verschiedenen Abflüsse, partikuläre und gelöste P-Einträge) - N-Bilanz (N-Einträge der verschiedenen Abflüsse, Grundwasserverweilzeit, Denitrifikationsrate) 	500 m	Sachsen	LfUG/ TU Dresden/ GALF bR	2007
	Regionalisierte Nitratkonzentrationen im Grundwasser	- Regionalisierung mit dem Verfahren SIMIK+	1:350.000	Sachsen	LfUG/ HYDOR	1990-2006, 2005/06, 2007, 2008

Tabelle 27: Weitere Datengrundlagen im Freistaat Sachsen

Art der Daten	Daten	Quelle	Raumbezug	Zeitbezug
Datenbanken	Bodendatenbank BÜK200	k. A.	Sachsen	k. A.
	Bodendatenbank BKkonz	k. A.	Landwirtschafts- u. Forstflächen Sachsens	k. A.
	Datenbank Fruchtarten und Förderung (UL, ZFII)	LfL	Feldblöcke Sachsens	jährlich (2005-2007)
	Sächsische Natura2000-Datenbank	LfUG	Natura2000-Gebiete Sachsens	k. A.
	Sächsisches Altlastenkataster (SALKA)	LfUG	Altlasten (punktuell) in Sachsen	k. A.
	Sächsische Klimadatenbank (u. a. Niederschläge, Temperatur, Sonnenscheindauer, Globalstrahlung, potenzielle Verdunstung)	LfUG	Sachsen	Tages- und Monatswerte seit 1951
	Agrarmeteorologisches Messnetz (Luft- und Bodentemperatur, Luftfeuchte, Windgeschwindigkeit, Niederschlag, Globalstrahlung)	LfL	15 Wetterstationen in Sachsen	Stunden- und Tageswerte seit 1993
Wehrdatenbank der sächsischen Fließgewässer	LfL	Sachsen	Seit 1996	
Mess- und Monitoring-ergebnisse	chemisch-physikalische Parameter	LfUG	Messstellen (punktuell) im Oberflächen- und Grundwasser in Sachsen	GW: halbjährlich OW: monatlich
	biologische Parameter (Fischfauna, Makrozoobenthos und Makrophyten/Phytobenthos) nach WRRL	LfUG	Beprobungen (punktuell) in Fließgewässern Sachsens nach WRRL	einmalig (2005/2006)
	Gewässergüte auf Basis der Saprobienindices (nach LAWA)	LfUG	Fließgewässer Sachsens	3jährig (1991-2003)
	Gewässerstrukturkartierung (nach LAWA-Vor-Ort-Verfahren)	LfUG	Fließgewässer Sachsens nach WRRL	einmalig
Abflussdaten	LfUG	Pegel (punktuell) in Fließgewässern Sachsens	Tageswerte (tw. seit 19. Jhd.)	

Tabelle 28: Fläche und Einwohnerzahl der Gemeinden im EZG Jahna
(http://www.statistik.sachsen.de/24/00_info.asp)

Gemeinde	Einwohnerzahl (Stand: 6/2006)	Fläche [km ²]	Anteil der im EZG gelegenen Fläche an Gesamtfläche [%]
Stauchitz	3.491	32,5	100,0
Zschaitz-Ottewig	1.464	18,0	98,4
Ostrau	4.317	54,3	88,1
Lommatzsch	5.785	67,4	69,3
Hirschstein	2.427	33,8	66,1
Riesa	36.417	59,0	53,8
Naundorf	2.637	35,9	50,2
Mochau	2.722	38,5	49,9
Großweitzschen	3.315	43,8	10,0
Mügelin	4.731	22,7	2,9
Liebschützberg	3.497	69,5	2,5
Diera-Zehren	3.802	45,4	1,9
Roßwein	7.384	28,9	0,9
Döbeln	21.122	33,0	0,4

**Tabelle 29: Summe der jährlichen N- und P-Emissionen aus kommunalen Kläranlagen
je OWK im EZG Jahna (GRUNEWALD u. a. 2007)**

OWK	GemT	Einleitung	Versickerung	Nges	Pges
	EW	[%]	[%]	[kg/a]	[kg/a]
Jahna-1	1.553	71	13	3.214	764
Jahna-2	4.224	78	14	7.602	2.025
Kleine Jahna	1.218	85	15	3.916	892
Birmenitzer Bach	340	85	15	1.018	235
Mehltheuer Bach	384	k.A.	k.A.	327	133
Keppritzbach 1	80	k.A.	k.A.	66	22
Keppritzbach 2	651	k.A.	k.A.	1.160	266
Jahna-3	448	k.A.	k.A.	1.545	349
Summe	8.898			18.848	4.686

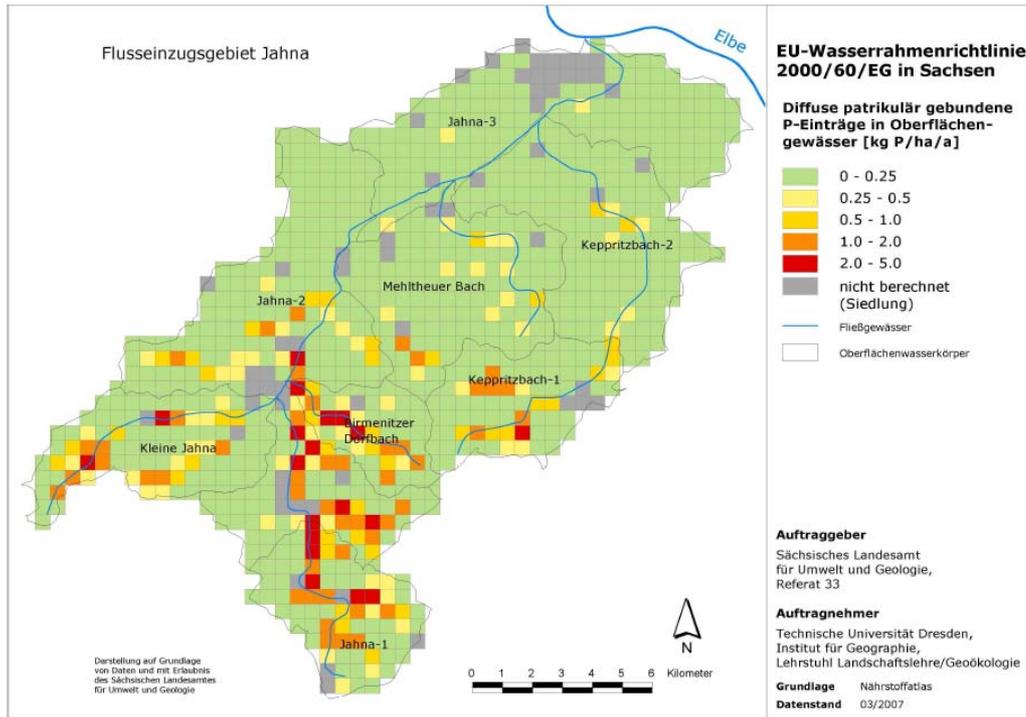


Abbildung 42: Modellierter partikuläre P-Einträge [kg P/ha/a] im EZG Jahna (GRUNEWALD u. a. 2007)

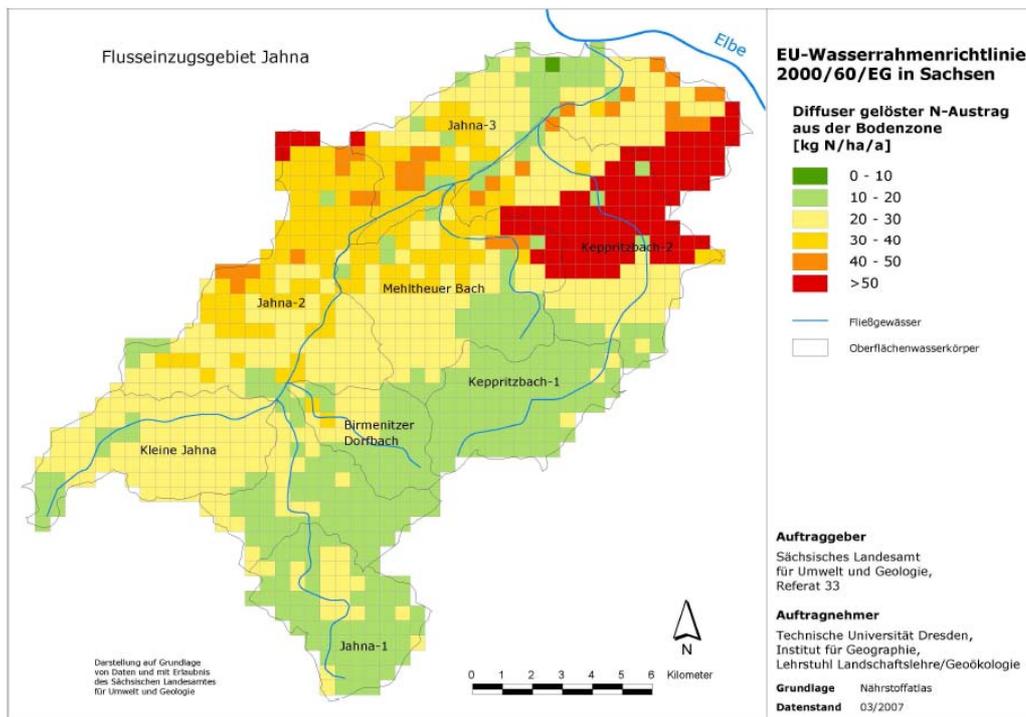


Abbildung 43: Modellierter gelöster N-Austrag aus der Bodenzone [kg N/ha/a] im EZG Jahna (GRUNEWALD u. a. 2007)

Tabelle 30: Inhalt der Maßnahmeberichte

Maßnahmetitel	
<i>Detail-Nr.: Detail-Nummer</i>	
Maßnahmeziel	Die beschriebene Maßnahme kann zum Erreichen des gewählten Maßnahmeziels (Schutzgut, Einflussgröße, Ursache) beitragen.
weitere Maßnahmeziele	Die gleiche Maßnahme kann noch andere Maßnahmeziele erfüllen. Die Beschreibung der Maßnahme unter dem Gesichtspunkt eines anderen hier benannten Maßnahmeziels erfolgt unter der hier angegebenen Detail-Nummer.
Maßnahmebereich	Es wird der Maßnahmebereich angegeben.
Beschreibung	Die Maßnahme wird beschrieben.
Status	<p>Status: Es wird der rechtliche Status genannt:</p> <ul style="list-style-type: none"> - <u>obligatorische Bewirtschaftungsmaßnahme</u>: Maßnahme ist entweder als gesetzliche Anforderung im Rahmen des landwirtschaftlich relevanten Rechts festgelegt oder sie ist im Rahmen der EU-Direktzahlungen als „Cross Compliance“-Anforderung verbindlich einzuhalten. - <u>fakultative Bewirtschaftungsmaßnahme</u>: freiwillige Maßnahme im Rahmen der Bewirtschaftung: <ul style="list-style-type: none"> • derzeit praxisübliche Bewirtschaftungsmethode oder -verfahren, die jedoch nicht gesetzlich geregelt ist, • Bewirtschaftung mit neuartigen Verfahren und Methoden, die bisher keine nennenswerte Verbreitung in der Praxis aufweist und daher weiter zu erproben ist und gefördert werden kann • besondere Anforderungen, welche den Rahmen einer praxisüblichen Bewirtschaftung deutlich übersteigen
Wirksamkeit	<p>Level: gering, mittel, hoch</p> <p>Es wird die Wirksamkeit der Maßnahme in Bezug auf das Maßnahmeziel beschrieben.</p>
Akzeptanz	<p>Level: gering, mittel, hoch</p> <p>Es wird die Akzeptanz der Maßnahme beim Landwirt beschrieben.</p>
Aufwand/Kosten	<p>Level: gering, mittel, hoch</p> <p>Es wird der Aufwand der Maßnahme bzw. deren Kosten bei deren Umsetzung durch den Landwirt beschrieben (Errichtungskosten, Folgekosten, mögliche Einsparungseffekte).</p>
Kontrollmöglichkeit	Es wird beschrieben, wie die Kontrolle der Maßnahme erfolgen kann (Indikatoren, Zeit, evtl. notwendiger Technikeinsatz, Zuständigkeiten).
Kombinierbarkeit	Es werden alle im Maßnahmenpool von ENaWiL vorhandenen Maßnahmen mit lfd. oder Detail-Nr. aufgeführt, die sich mit der Maßnahme sinnvoll (z. B. auch in einem Arbeitsgang) kombinieren lassen oder zur Erhöhung der Wirksamkeit in Bezug auf das jeweilige Maßnahmeziel führen können.
sonstige Wirkungen	Es werden mögliche negative und positive Auswirkungen auf z. B. andere (ökologische) Maßnahmeziele (u. a. Klimaschutz) bzw. z. B. ökonomische Aspekte beschrieben (i.S.v. Vorteile/Nachteile der Maßnahme).
Hinweise zur Umsetzung	Es werden, falls vorhanden, die aktuellen Fördermöglichkeiten der Maßnahme aufgeführt. Des Weiteren werden Hinweise zu weiteren Umsetzungsmöglichkeiten (z. B. Flächentausch, -aufkauf etc.) gegeben.
Ansprechpartner	Es werden Ansprechpartner in Form von Behörden oder Einzelpersonen aufgeführt, die zum entsprechenden Thema Forschungen betreiben oder über Förderungen u. a. Auskunft geben können.
Literatur	Es wird einschlägige (z. T. weiterführende) Fachliteratur zum Themengebiet aufgelistet.
Links	Es werden einschlägige (z. T. weiterführende) Internetadressen zum Themengebiet aufgelistet.

Tabelle 31: Modellierungsergebnisse ausgewählter Szenarienberechnungen mittels STOFFBILANZ für das EZG Jahna (GRUNEWALD u. a. 2007).

Nr.	Jahna-1			Kleine Jahna			Birmenitzer D.			Jahna-2			Mehltheuer B.			Keppritzbach-1			Keppritzbach-2			Jahna-3			EZG Jahna				
	[t/a]	[t/ha/a]	[%]	[t/a]	[t/ha/a]	[%]	[t/a]	[t/ha/a]	[%]	[t/a]	[t/ha/a]	[%]	[t/a]	[t/ha/a]	[%]	[t/a]	[t/ha/a]	[%]	[t/a]	[t/ha/a]	[%]	[t/a]	[t/ha/a]	[%]	[t/a]	[t/ha/a]	[%]		
partikuläre P-Einträge	1	0,74	0,37	-30	0,48	0,20	-34	0,41	0,36	-36	1,02	0,17	-32	0,32	0,10	-14	0,36	0,17	-36	0,11	0,03	-15	0,07	0,02	0	3,5	0,14	-31	
	2	0,67	0,33	-36	0,37	0,16	-49	0,32	0,28	-50	0,84	0,14	-44	0,23	0,07	-38	0,24	0,11	-57	0,06	0,02	-54	0,05	0,01	-29	2,8	0,11	-45	
	3	0,77	0,38	-27	0,49	0,21	-33	0,42	0,37	-34	1,05	0,17	-30	0,33	0,10	-11	0,41	0,20	-27	0,11	0,03	-15	0,07	0,02	0	3,7	0,15	-27	
	4	0,94	0,46	-10	0,67	0,29	-8	0,58	0,50	-9	1,36	0,22	-9	0,35	0,11	-5	0,51	0,24	-9	0,13	0,04	0	0,07	0,02	0	4,6	0,19	-9	
	5	0,55	0,27	-48	0,39	0,17	-47	0,34	0,30	-47	0,79	0,13	-47	0,19	0,06	-49	0,3	0,14	-46	0,07	0,02	-46	0,04	0,01	-43	2,7	0,11	-47	
	6	0,19	0,09	-82	0,22	0,09	-70	0,16	0,14	-75	0,43	0,07	-71	0,22	0,07	-41	0,2	0,10	-64	0,1	0,03	-23	0,06	0,01	-14	1,6	0,07	-68	
	7	1,05	0,52	0	0,73	0,31	0	0,64	0,56	0	1,49	0,25	-1	0,36	0,11	-3	0,56	0,27	0	0,07	0,02	-46	0,05	0,01	-29	5,0	0,20	-2	
	9	1,02	0,50	-3	0,71	0,30	-3	0,62	0,54	-3	1,46	0,24	-3	0,36	0,11	-3	0,55	0,26	-2	0,13	0,04	0	0,07	0,02	0	4,9	0,20	-3	
	12	0,38	0,19	-64	0,25	0,11	-66	0,21	0,18	-67	0,52	0,09	-65	0,17	0,05	-54	0,19	0,09	-66	0,06	0,02	-54	0,03	0,01	-57	1,8	0,07	-64	
	13	0,08	0,04	-92	0,07	0,03	-90	0,05	0,04	-92	0,13	0,02	-91	0,07	0,02	-81	0,06	0,03	-89	0,03	0,01	-77	0,02	0,00	-71	0,5	0,02	-90	
	14	0,13	0,06	-88	0,13	0,06	-82	0,08	0,07	-88	0,11	0,02	-93	0,08	0,02	-78	0,08	0,04	-86	0,01	0,00	-92	0,01	0,00	-86	0,6	0,03	-88	
	diffuse N-Einträge	1	32,9	16	-12	51,5	22	-5	19,2	17	-9	148,6	24	-3	77,2	24	-2	24,7	12	-6	88,1	26	0	94,5	23	0	537	21,9	-3
		2	24,8	12	-33	41,0	17	-24	15,2	13	-28	122,7	20	-20	65,3	20	-17	19,3	9	-26	77,6	22	-12	84,8	21	-11	451	18,4	-19
		3	37,5	19	1	53,7	23	-1	20,7	18	-1	153,6	25	0	79,1	24	1	26,3	13	1	88,7	26	0	95,2	23	0	555	22,7	0
4		36,8	18	-1	54,1	23	0	20,8	18	-1	153,5	25	0	78,6	24	0	26,0	12	-1	88,5	26	0	95,0	23	0	553	22,6	0	
5		35,7	18	-4	52,9	23	-3	20,3	18	-4	150,7	25	-2	76,8	24	-2	25,4	12	-3	87,4	25	-1	93,7	23	-1	543	22,2	-2	
6		36,0	18	-3	50,0	21	-8	19,1	17	-9	150,0	25	-3	76,7	24	-3	25,4	12	-3	86,2	25	-3	94,8	23	0	538	22,0	-3	
7		37,1	18	0	54,3	23	0	21,0	18	0	139,2	23	-10	68,9	21	-12	26,2	12	0	59,6	17	-33	82,9	20	-13	489	20,0	-12	
8		26,4	13	-29	41,8	18	-23	14,9	13	-29	123,3	20	-20	64,7	20	-18	17,1	8	-34	75,4	22	-15	85,4	21	-10	449	18,3	-19	
9		13,0	6	-65	23,9	10	-56	8,0	7	-62	85,5	14	-44	50,5	16	-36	9,0	4	-66	62,4	18	-30	71,8	18	-24	324	13,2	-42	
10		36,7	18	-1	38,7	16	-29	16,5	14	-21	101,2	17	-34	48,2	15	-39	25,4	12	-3	58,7	17	-34	59,9	15	-37	385	15,7	-31	
11		13,7	7	-63	26,8	11	-51	8,7	8	-58	81,0	13	-47	39,5	12	-50	9,6	5	-63	55,7	16	-37	56,4	14	-41	291	11,9	-47	
12		15,8	8	-57	16,2	7	-70	5,7	5	-73	49,4	8	-68	27,3	8	-65	12,0	6	-54	40,0	12	-55	43,2	11	-55	209	8,6	-62	
13		23,7	12	-36	20,0	9	-63	9,3	8	-56	60,6	10	-61	28,3	9	-64	15,4	7	-41	39,5	11	-55	43,7	11	-54	240	9,8	-57	
14		11,7	6	-69	10,1	4	-81	3,8	3	-82	45,7	8	-70	17,6	5	-78	3,2	2	-88	32,1	9	-64	41,2	10	-57	165	6,8	-70	

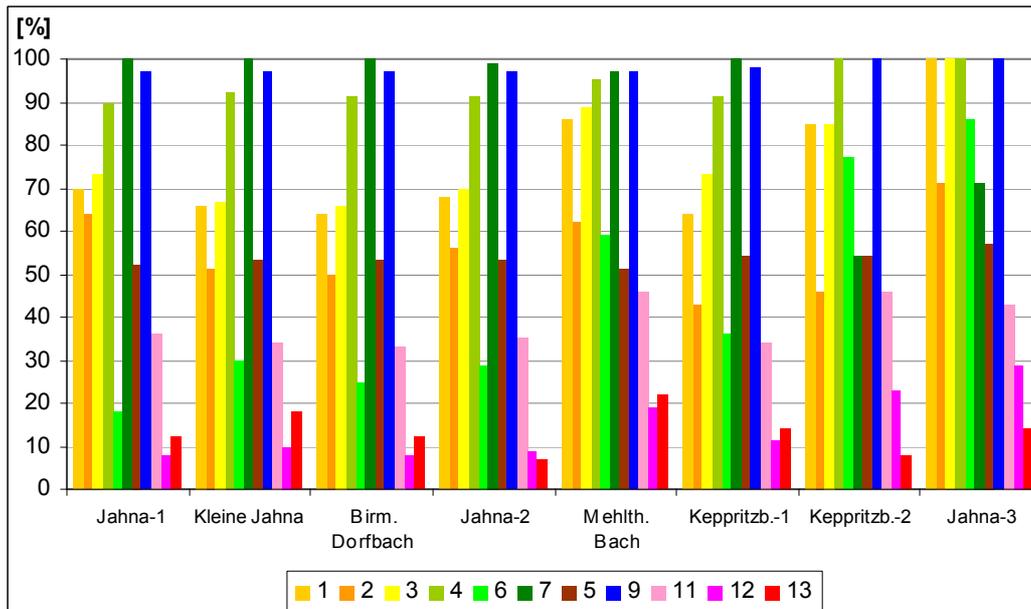


Abbildung 44: Anteil der von STOFFBILANZ ermittelten partikulären P-Einträge der Maßnahmen gegenüber dem Ist-Zustand (= 100 %, siehe Kapitel 7.2.3)

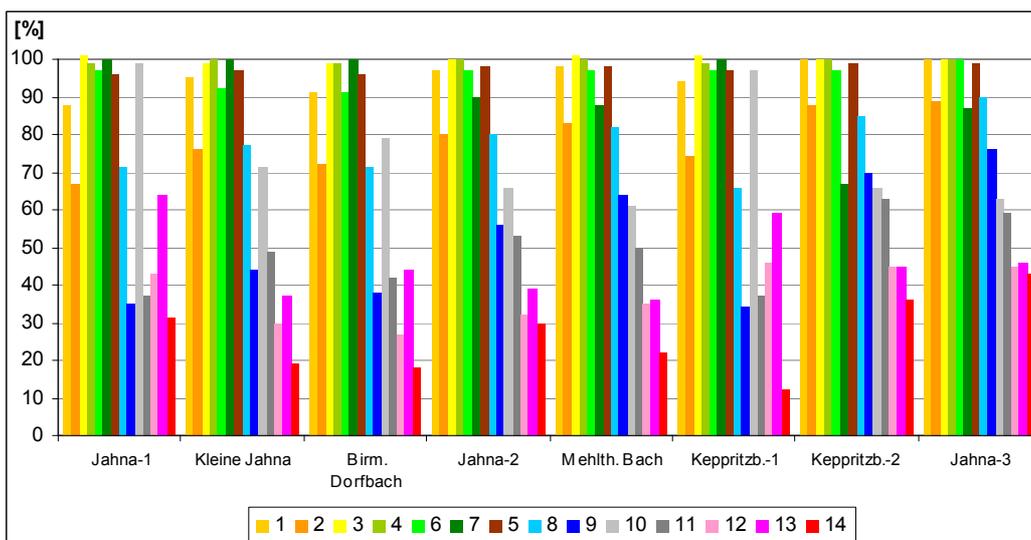


Abbildung 45: Anteil der von STOFFBILANZ ermittelten diffusen N-Einträge der Maßnahmen gegenüber dem Ist-Zustand (= 100 %, siehe Kapitel 7.2.3)

**Tabelle 32: Niederschlagsereignisse des Referenzjahres der Subregion
„Dresdner Elbtalgebiet“**

Datum	Dauer [min]	max. Intensität [mm/min]
05.05.	110	0,134
10.05.	40	0,192
14.05.	20	0,134
28.05.	170	0,197
02.06.	40	0,187
07.06.	60	0,246
08.06.	90	0,171
10.06.	70	0,136
13.06.	50	0,161
29.06.	80	0,114
30.06.	70	0,477
02.07.	30	0,116
04.07.	50	0,622
05.07.	160	0,117
08.07.	30	0,158
09.07.	70	0,115
10.07.	110	0,672
14.07.	110	0,104
14.07.	60	0,156
19.07.	220	0,351
20.07.	30	0,131
24.07.	30	0,354
28.07.	60	0,750
29.07.	90	0,152
07.08.	50	0,126
11.08.	50	0,463
14.08.	130	0,365
19.08.	20	0,143
06.09.	50	0,198

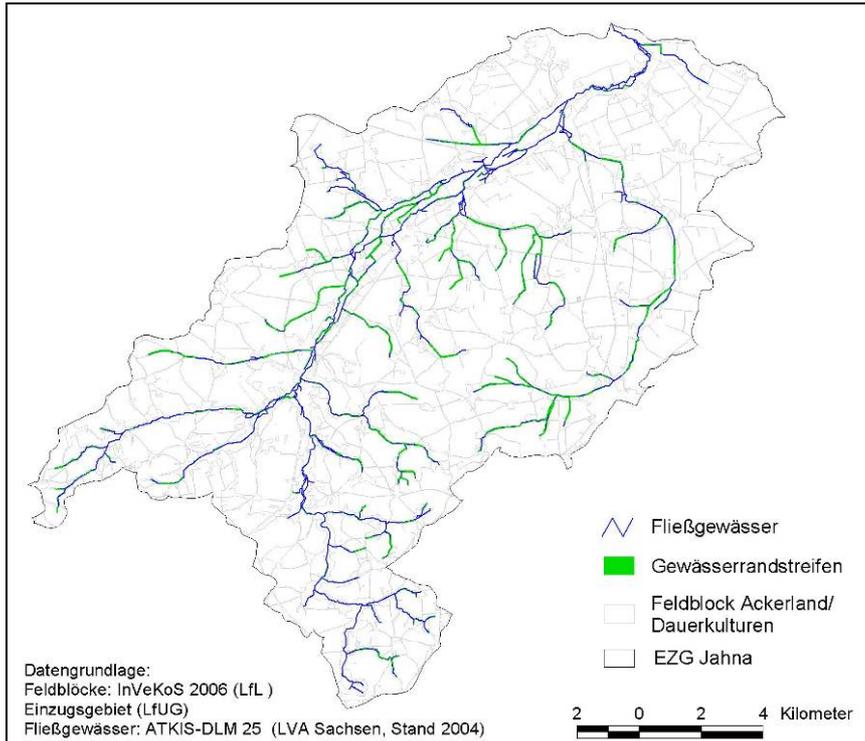


Abbildung 46: Gewässerschutzstreifen auf Ackerflächen im EZG Jahna

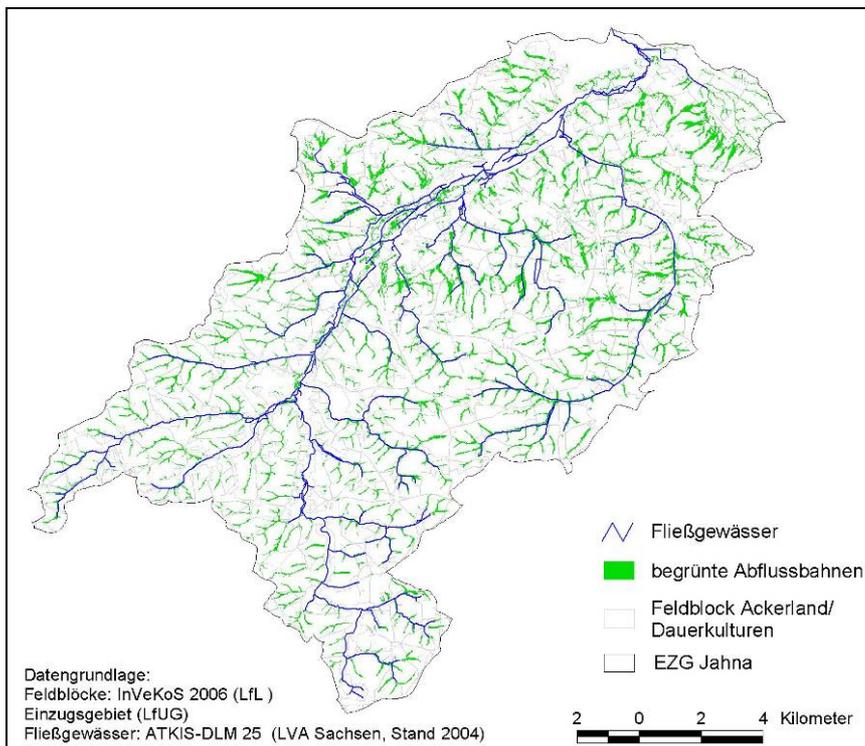


Abbildung 47: Begrünte Abflussbahnen auf Ackerflächen im EZG Jahna

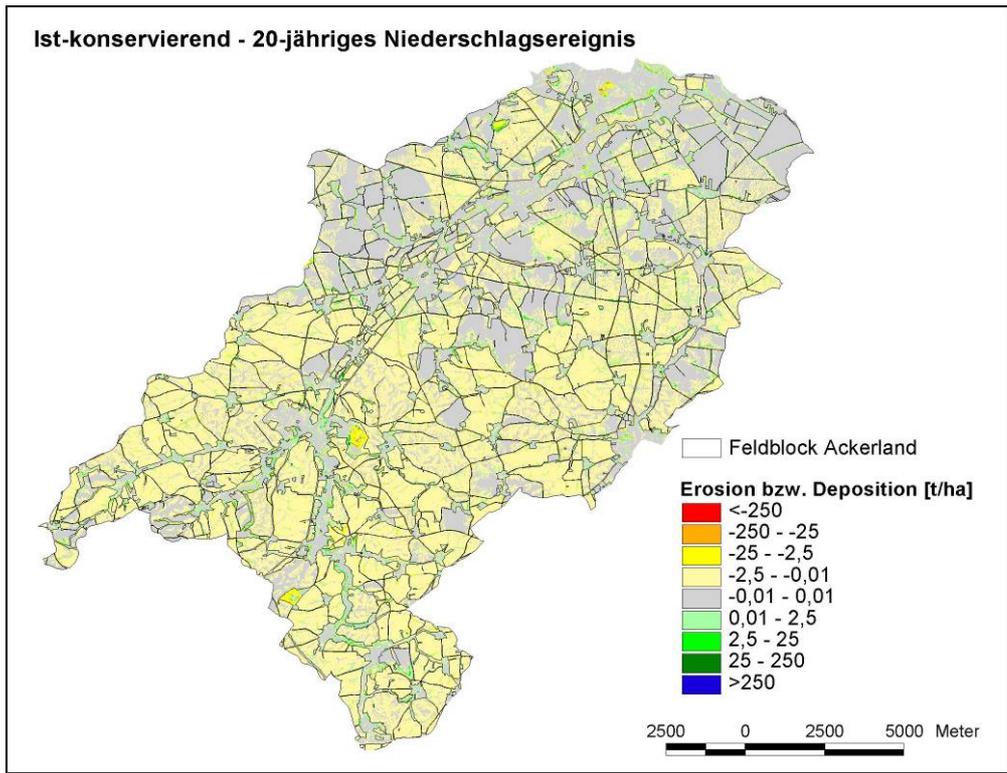
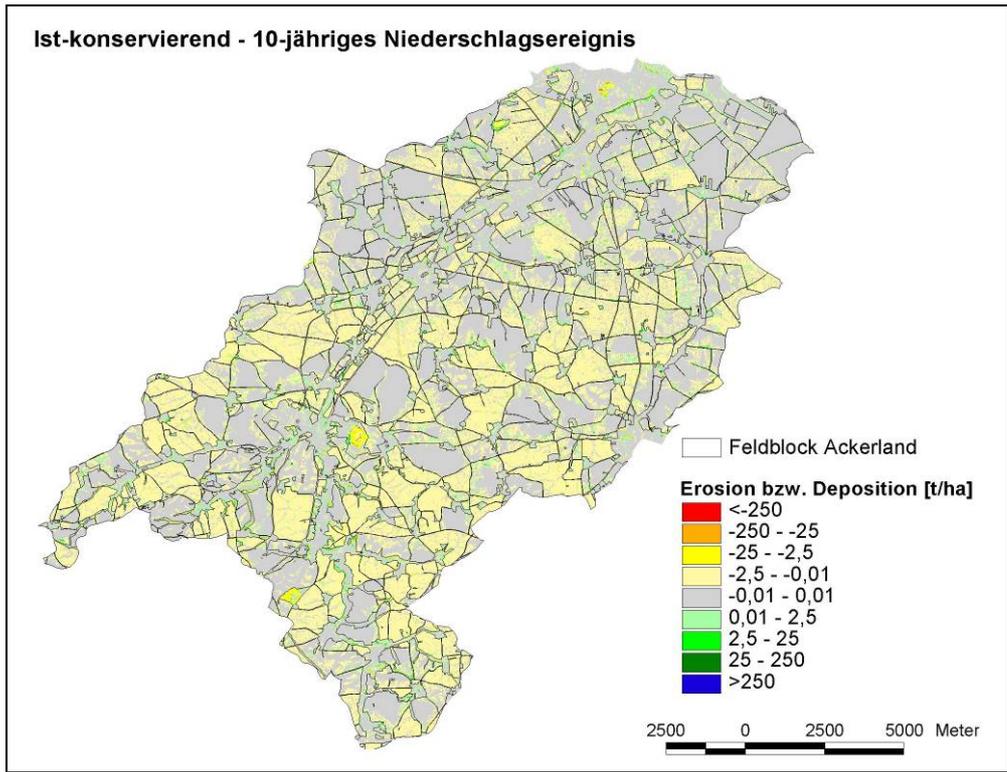


Abbildung 48: Ist-konservierend – Erosion/Deposition für das 10- (oben) und 20-jährige (unten) Starkniederschlagsereignis

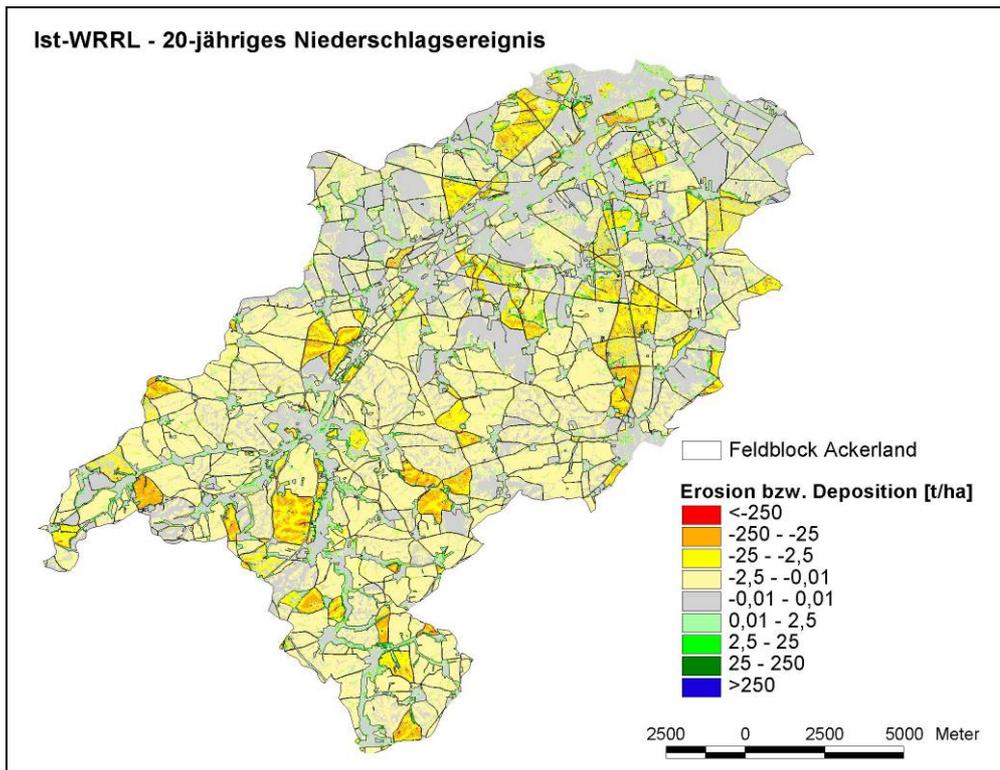
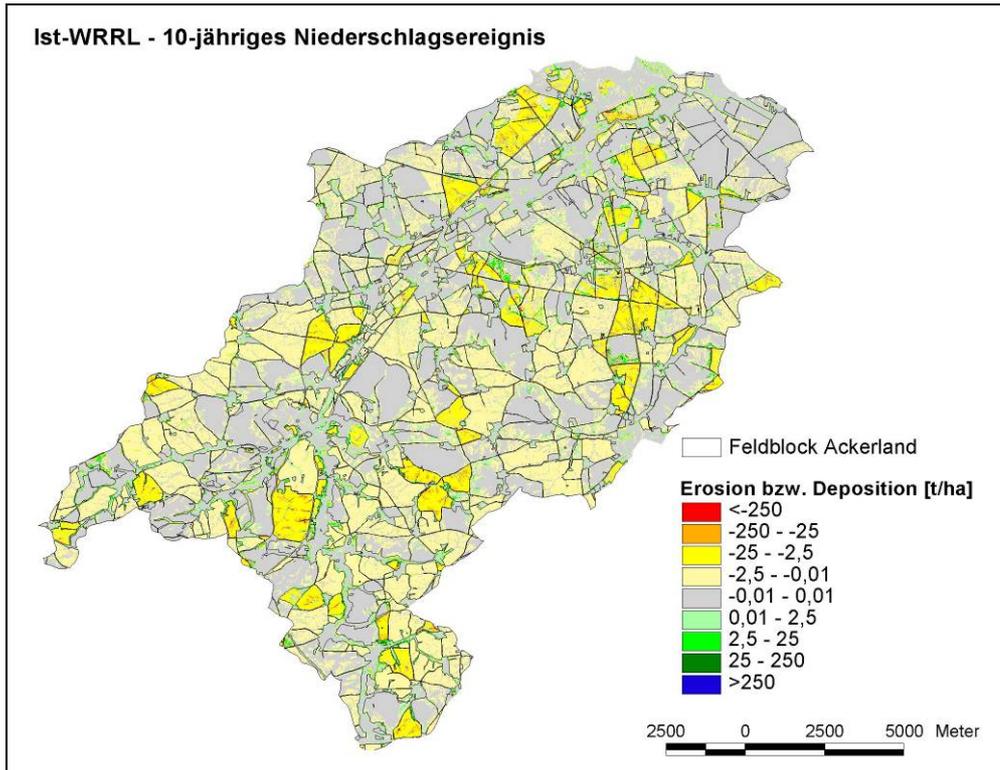


Abbildung 49: Ist-WRRL – Erosion/Deposition für das 10- (oben) und 20-jährige (unten) Starkniederschlagsereignis

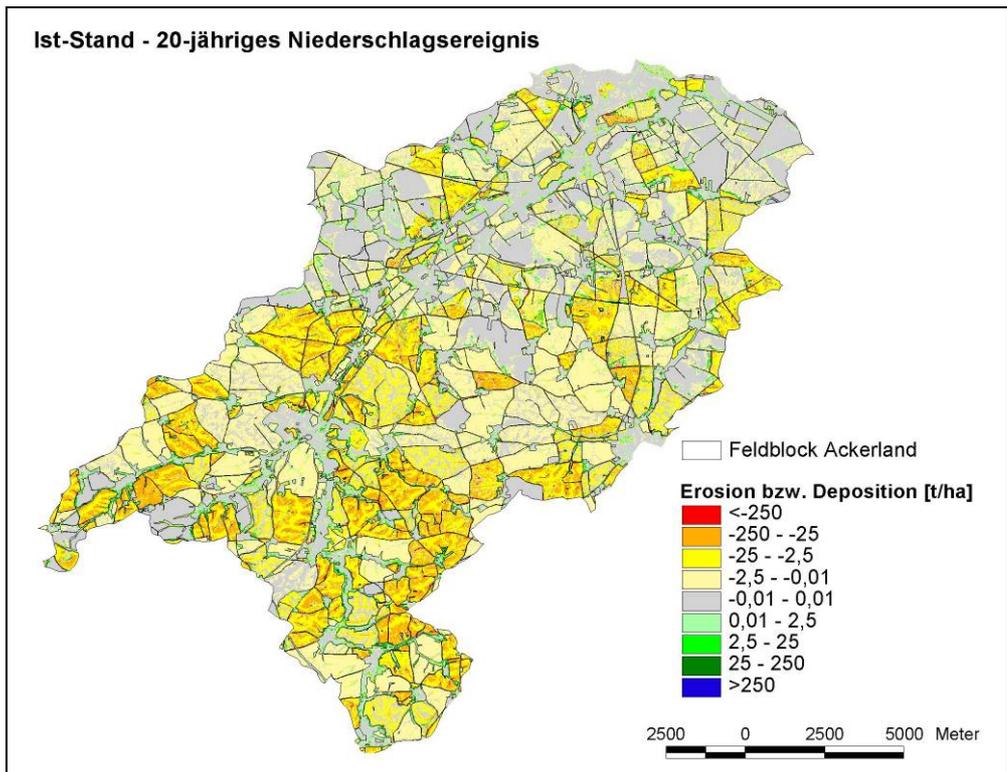
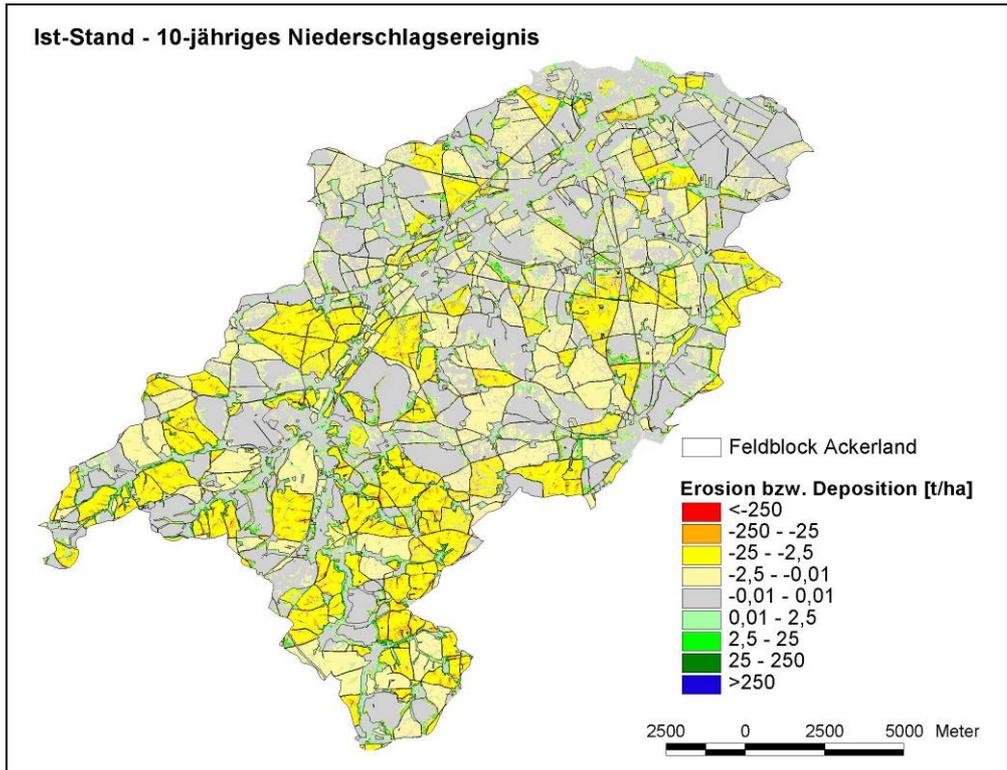


Abbildung 50: Ist-Stand – Erosion/Deposition für das 10- (oben) und 20-jährige (unten) Starkniederschlagsereignis

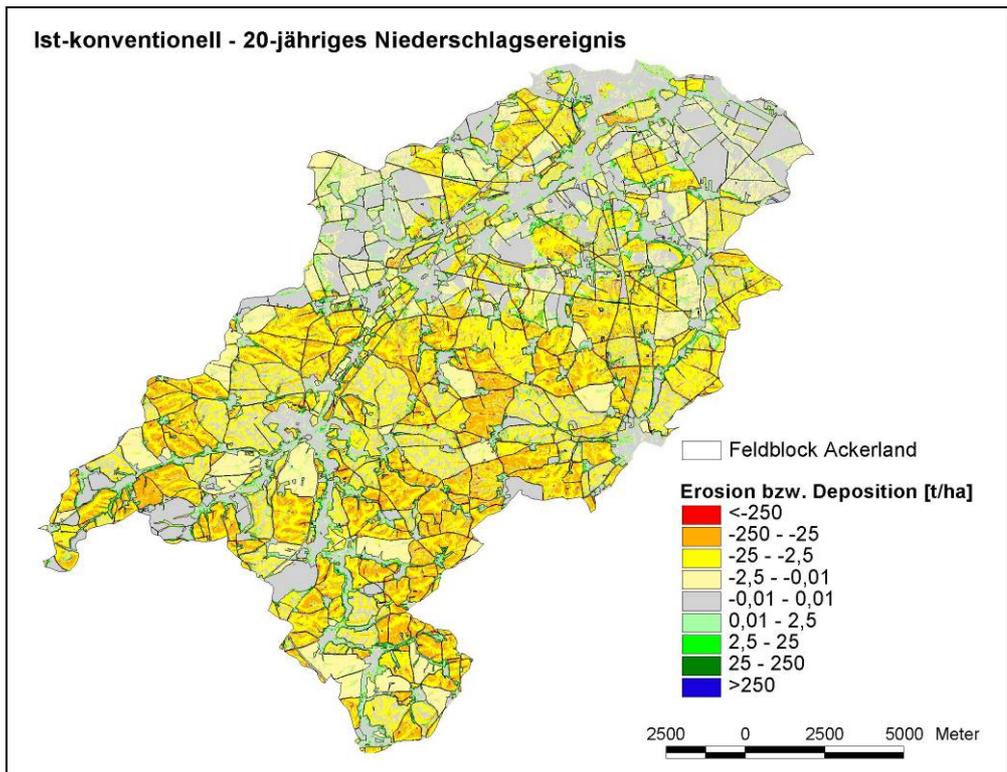
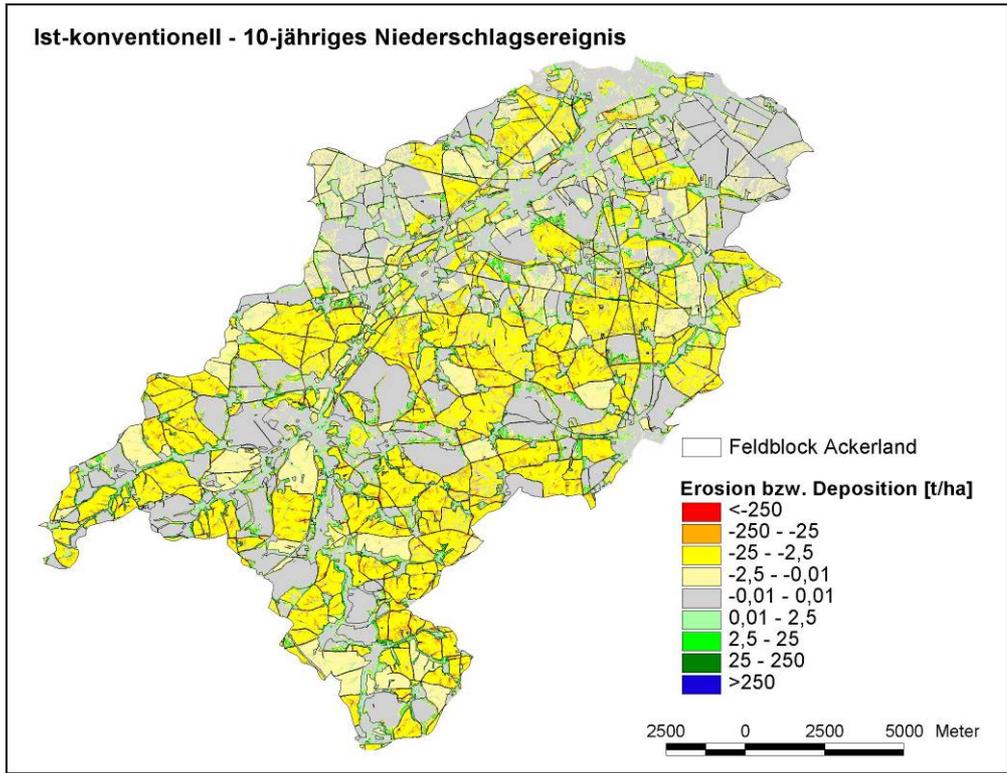


Abbildung 51: Ist-konventionell – Erosion/Deposition für das 10- (oben) und 20-jährige (unten) Starkniederschlagsereignis

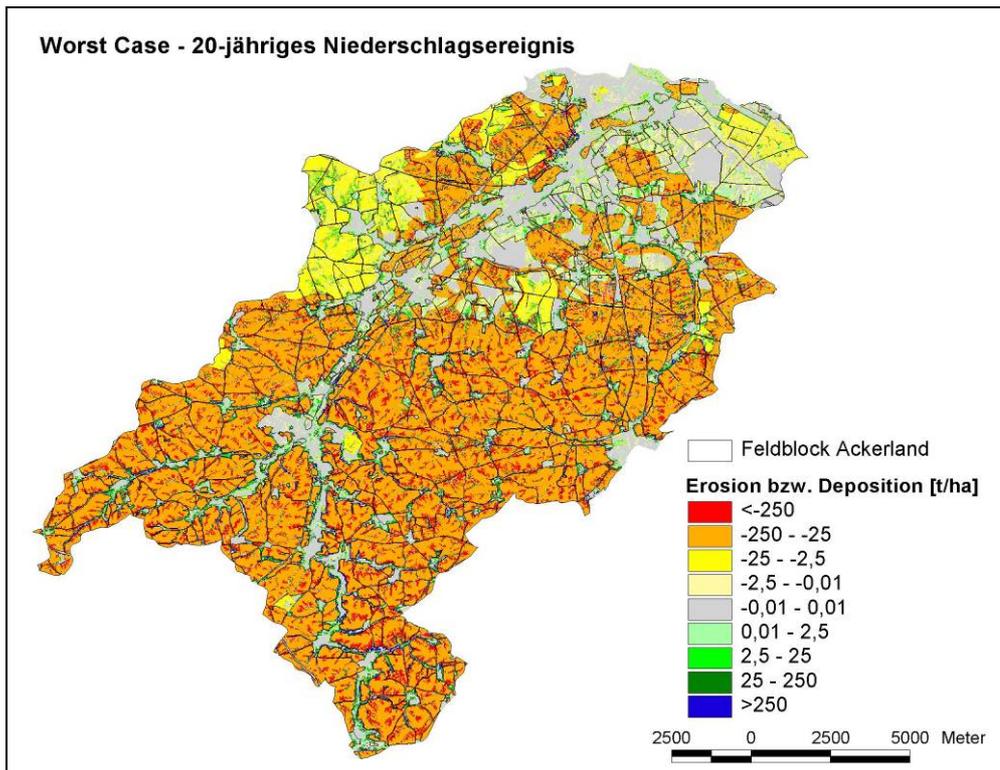
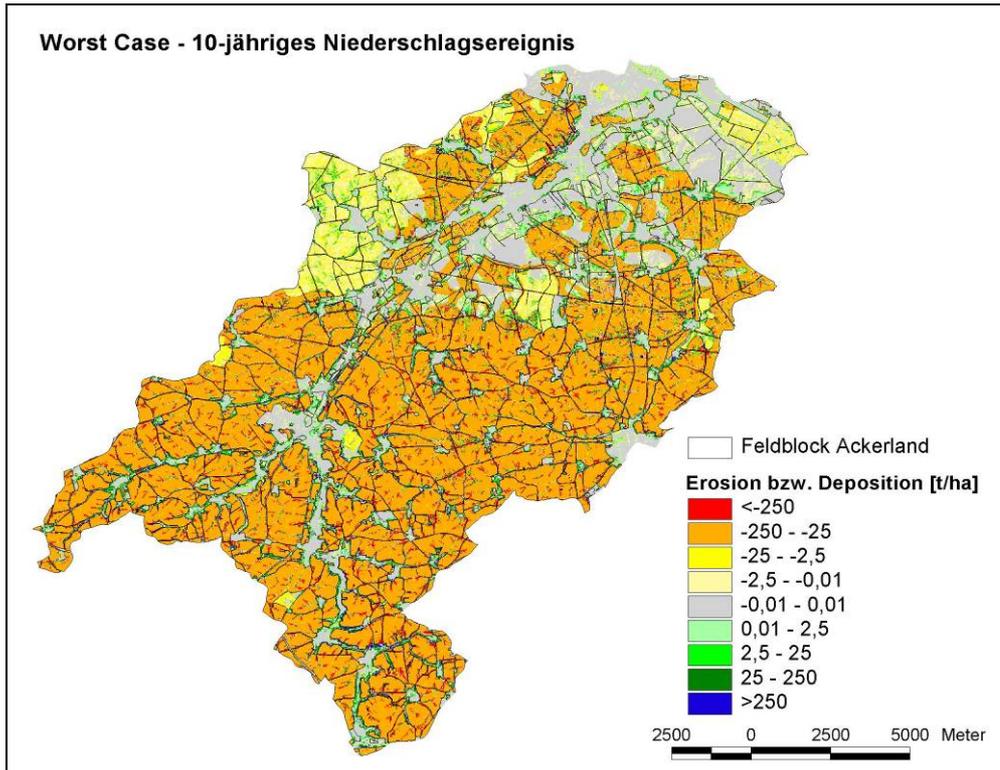


Abbildung 52: Worst Case – Erosion/Deposition für das 10- (oben) und 20-jährige (unten) Starkniederschlagsereignis

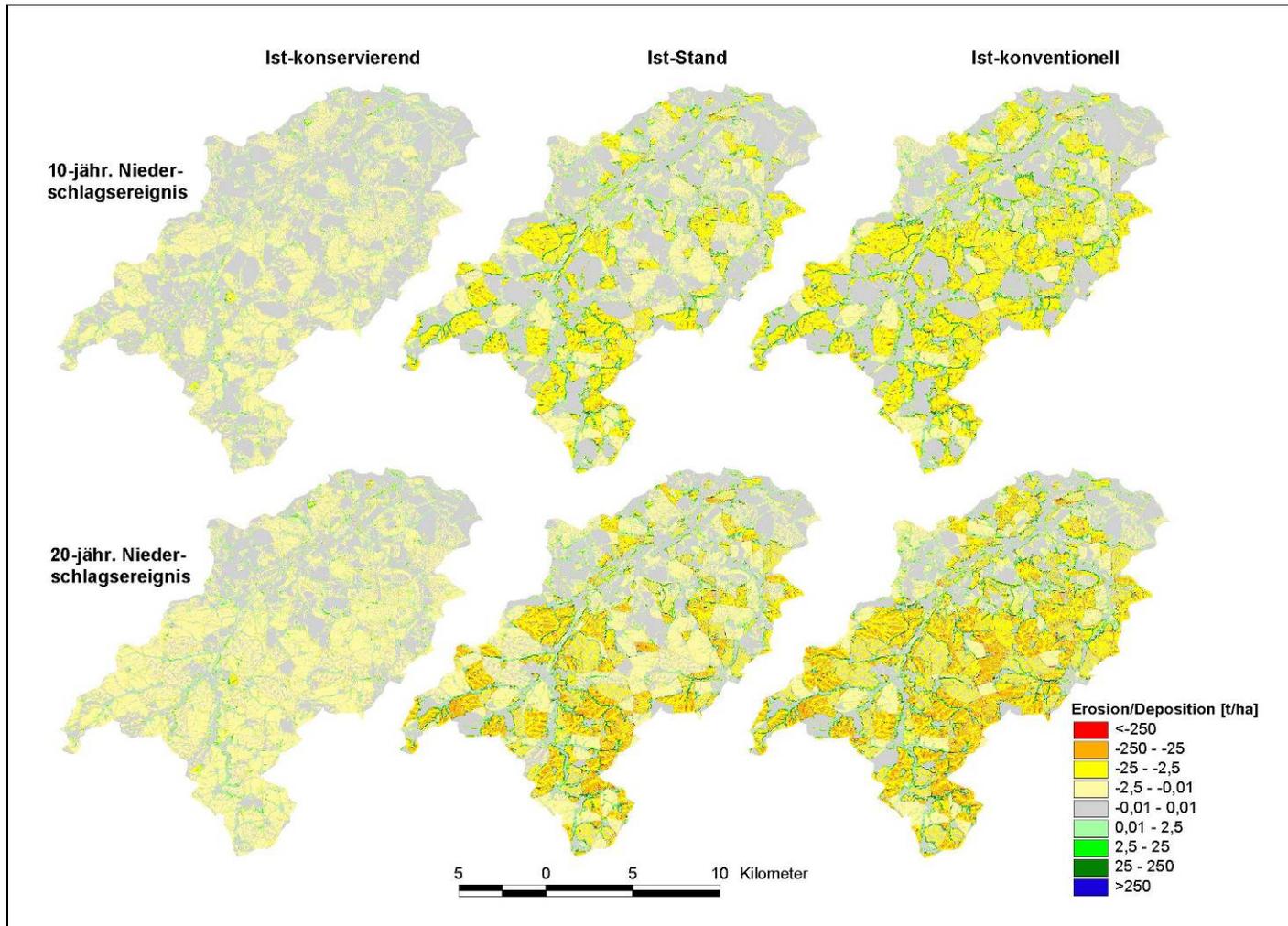


Abbildung 53: Gewässerschutzstreifen – Erosion/Deposition der verschiedenen Bearbeitungs- und Niederschlagszenarien

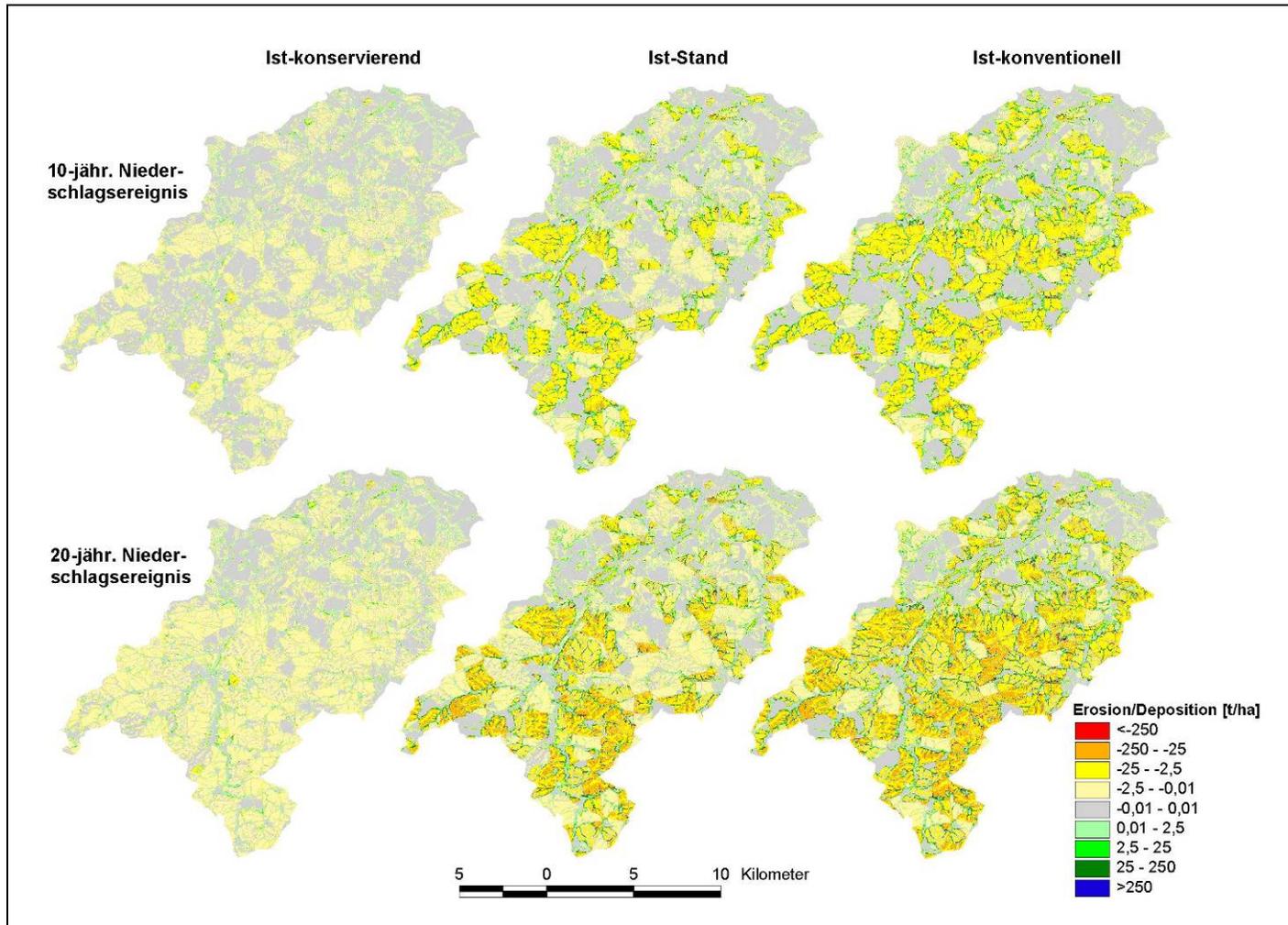


Abbildung 54: Begrünte Abflussbahnen – Erosion/Deposition der verschiedenen Bearbeitungs- und Niederschlagszenarien

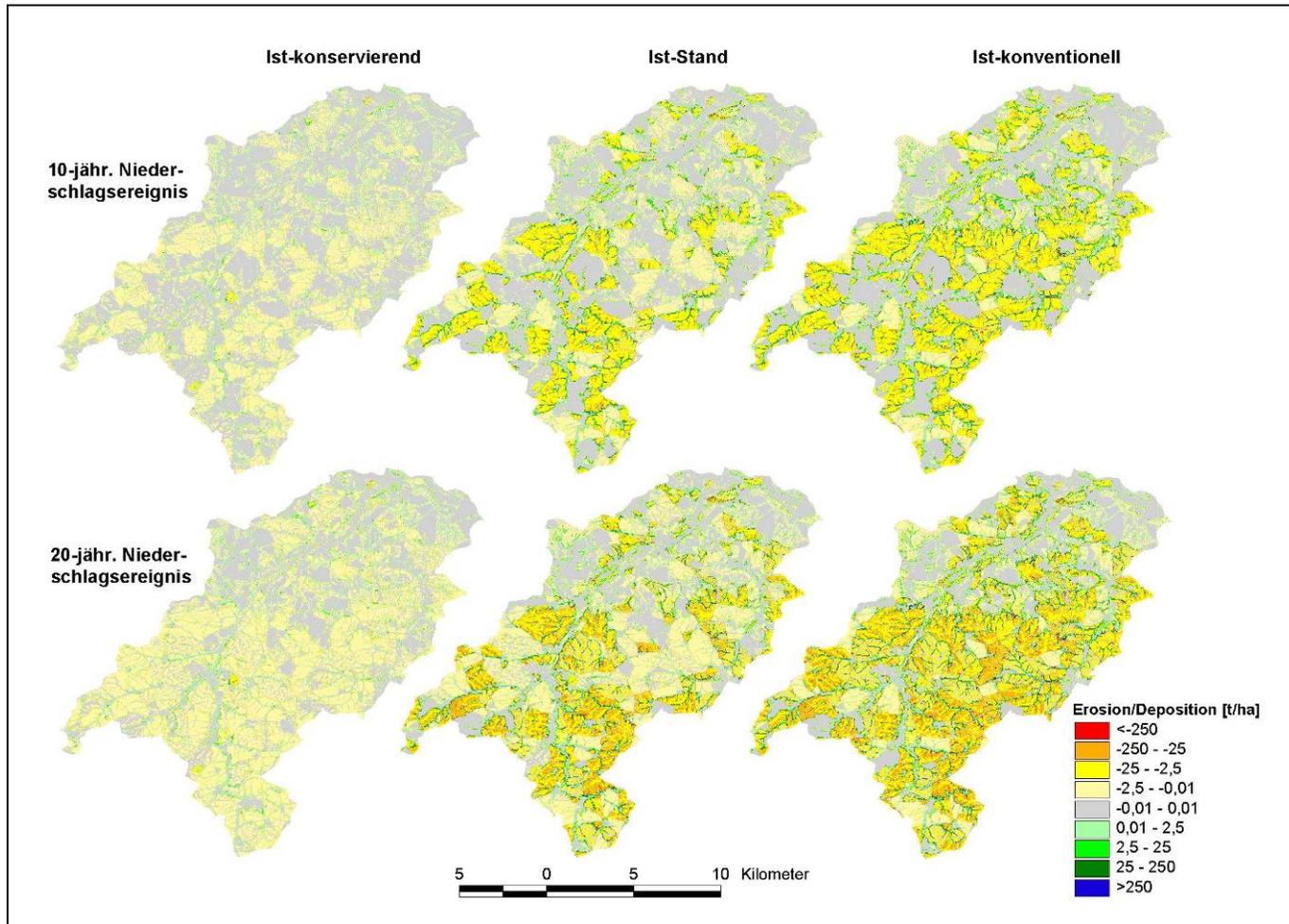


Abbildung 55: Kombination Gewässerschutzstreifen und begrünte Abflussbahnen – Erosion/Deposition der verschiedenen Bearbeitungs- und Niederschlagszenarien

Tabelle 33: Modellierungsergebnisse des Gesamtsedimenteintrags der einzelnen Niederschläge des Referenzjahres

Datum	Grundscenarien - Gesamtsedimenteintrag								Gewässerschutzstreifen - Gesamtsedimenteintrag						begrünte Abflussbahnen - Gesamtsedimenteintrag						Kombination - Gesamtsedimenteintrag						
	Ist-konserv		Ist-WRRL		Ist-Stand		Ist-konvent		Ist-konserv		Ist-Stand		Ist-konvent		Ist-konserv		Ist-Stand		Ist-konvent		Ist-konserv		Ist-Stand		Ist-konvent		
	[t]	[t/ha]	[t]	[t/ha]	[t]	[t/ha]	[t]	[t/ha]	[t]	[t/ha]	[t]	[t/ha]	[t]	[t/ha]	[t]	[t/ha]	[t]	[t/ha]	[t]	[t/ha]	[t]	[t/ha]	[t]	[t/ha]	[t]	[t/ha]	[t]
05.05.	45	0,002	66	0,003	75	0,003	83	0,003	45	0,002	73	0,003	80	0,003	40	0,002	49	0,002	52	0,002	40	0,002	48	0,002	51	0,002	
10.05.	52	0,002	68	0,003	78	0,003	85	0,003	50	0,002	76	0,003	83	0,003	46	0,002	51	0,002	53	0,002	46	0,002	50	0,002	53	0,002	
14.05.	26	0,001	35	0,001	42	0,002	47	0,002	26	0,001	41	0,002	45	0,002	23	0,001	26	0,001	28	0,001	23	0,001	25	0,001	27	0,001	
28.05.	174	0,007	210	0,009	277	0,011	368	0,015	172	0,007	269	0,011	357	0,015	157	0,006	177	0,007	183	0,007	156	0,006	175	0,007	180	0,007	
02.06.	59	0,002	121	0,005	167	0,007	225	0,009	59	0,002	163	0,007	216	0,009	55	0,002	57	0,002	61	0,003	55	0,002	56	0,002	60	0,002	
07.06.	214	0,009	490	0,020	764	0,031	1114	0,046	211	0,009	740	0,030	1057	0,043	181	0,007	189	0,008	206	0,008	181	0,007	184	0,008	198	0,008	
08.06.	119	0,005	326	0,013	459	0,019	657	0,027	118	0,005	445	0,018	622	0,025	103	0,004	138	0,006	150	0,006	103	0,004	135	0,006	145	0,006	
10.06.	58	0,002	153	0,006	222	0,009	310	0,013	58	0,002	216	0,009	294	0,012	52	0,002	69	0,003	74	0,003	52	0,002	68	0,003	72	0,003	
13.06.	74	0,003	217	0,009	343	0,014	515	0,021	73	0,003	333	0,014	484	0,020	61	0,002	89	0,004	96	0,004	61	0,002	87	0,004	92	0,004	
29.06.	69	0,003	186	0,008	299	0,012	421	0,017	69	0,003	292	0,012	399	0,016	64	0,003	96	0,004	101	0,004	62	0,003	92	0,004	99	0,004	
30.06.	1862	0,076	4121	0,169	6561	0,268	10879	0,445	1828	0,075	6044	0,247	10065	0,412	1553	0,064	1911	0,078	2406	0,098	1553	0,064	1848	0,076	2265	0,093	
02.07.	27	0,001	77	0,003	105	0,004	140	0,006	27	0,001	101	0,004	133	0,005	24	0,001	34	0,001	36	0,001	24	0,001	32	0,001	35	0,001	
04.07.	1945	0,080	4602	0,188	7272	0,298	12788	0,523	1929	0,079	6678	0,273	11790	0,482	1750	0,072	2642	0,108	3573	0,146	1751	0,072	2507	0,103	3286	0,134	
05.07.	128	0,005	338	0,014	472	0,019	624	0,026	128	0,005	461	0,019	595	0,024	115	0,005	172	0,007	182	0,007	115	0,005	170	0,007	177	0,007	
08.07.	85	0,003	174	0,007	241	0,010	336	0,014	86	0,004	230	0,009	320	0,013	69	0,003	75	0,003	83	0,003	69	0,003	73	0,003	80	0,003	
09.07.	67	0,003	142	0,006	207	0,008	284	0,012	66	0,003	200	0,008	269	0,011	57	0,002	62	0,003	67	0,003	57	0,002	61	0,002	65	0,003	
10.07.	3683	0,151	8925	0,365	14101	0,577	25195	1,031	3610	0,148	13032	0,533	23395	0,957	3297	0,135	6331	0,259	9380	0,384	3297	0,135	5945	0,243	8704	0,356	
14.07.	84	0,003	187	0,008	251	0,010	337	0,014	83	0,003	245	0,010	321	0,013	76	0,003	80	0,003	86	0,004	76	0,003	80	0,003	84	0,003	
14.07.	96	0,004	175	0,007	241	0,010	338	0,014	97	0,004	234	0,010	322	0,013	80	0,003	88	0,004	94	0,004	78	0,003	86	0,004	91	0,004	
19.07.	1484	0,061	3032	0,124	4366	0,179	7428	0,304	1459	0,060	4054	0,166	6891	0,282	1313	0,054	1740	0,071	2212	0,091	1313	0,054	1666	0,068	2047	0,084	
20.07.	59	0,002	109	0,004	156	0,006	221	0,009	57	0,002	145	0,006	209	0,009	45	0,002	53	0,002	59	0,002	45	0,002	52	0,002	57	0,002	
24.07.	1001	0,041	2131	0,087	3156	0,129	5506	0,225	986	0,040	2915	0,119	5087	0,208	885	0,036	1208	0,049	1587	0,065	886	0,036	1156	0,047	1475	0,060	
28.07.	10850	0,444	28711	1,175	49141	2,011	85645	3,504	10555	0,432	45712	1,870	79985	3,273	9712	0,397	26626	1,089	42142	1,724	9716	0,398	25279	1,034	39985	1,636	
29.07.	178	0,007	338	0,014	469	0,019	678	0,028	175	0,007	449	0,018	639	0,026	142	0,006	170	0,007	195	0,008	142	0,006	171	0,007	189	0,008	
07.08.	78	0,003	163	0,007	219	0,009	306	0,013	76	0,003	214	0,009	288	0,012	64	0,003	76	0,003	84	0,003	63	0,003	75	0,003	82	0,003	
11.08.	1477	0,060	3573	0,146	4978	0,204	9827	0,402	1450	0,059	4595	0,188	9085	0,372	1330	0,054	2557	0,105	4056	0,166	1330	0,054	2414	0,099	3784	0,155	
14.08.	1108	0,045	2703	0,111	3757	0,154	6831	0,279	1090	0,045	3497	0,143	6341	0,259	956	0,039	1822	0,075	2562	0,105	959	0,039	1760	0,072	2406	0,098	
19.08.	80	0,003	154	0,006	209	0,009	297	0,012	80	0,003	198	0,008	279	0,011	67	0,003	80	0,003	91	0,004	67	0,003	79	0,003	88	0,004	
06.09.	2102	0,086	3192	0,131	6302	0,258	6619	0,271	2030	0,083	5834	0,239	6147	0,251	1629	0,067	3470	0,142	3696	0,151	1597	0,065	3299	0,135	3525	0,144	
	27283	1,12	64721	2,65	104928	4,29	178101	7,29	26693	1,09	97488	3,99	165799	6,78	23944	0,98	50139	2,05	73594	3,01	23915	0,98	47672	1,95	69401	2,84	

Tabelle 34: Modellierungsergebnisse des Gesamtoberflächenabflusses der einzelnen Niederschläge des Referenzjahres

Datum	Grundszenarien - Gesamtoberflächenabfluss				Gewässerschutzstreifen – Gesamtoberflächenabfluss			begrünte Abflussbahnen – Gesamtoberflächenabfluss			Kombination – Gesamtoberflächenabfluss		
	<i>Ist-konserv</i>	<i>Ist-WRRL</i>	<i>Ist-Stand</i>	<i>Ist-konvent</i>	<i>Ist-konserv</i>	<i>Ist-Stand</i>	<i>Ist-konvent</i>	<i>Ist-konserv</i>	<i>Ist-Stand</i>	<i>Ist-konvent</i>	<i>Ist-konserv</i>	<i>Ist-Stand</i>	<i>Ist-konvent</i>
	[m³]	[m³]	[m³]	[m³]	[m³]	[m³]	[m³]	[m³]	[m³]	[m³]	[m³]	[m³]	[m³]
05.05.	18.302	18.026	18.004	18.023	18.290	17.989	18.009	18.339	17.874	17.893	18.327	17.862	17.881
10.05.	10.875	10.491	10.501	10.498	10.873	10.453	10.449	10.907	10.374	10.369	10.894	10.351	10.345
14.05.	6.910	6.710	6.743	6.742	6.905	6.720	6.719	6.927	6.660	6.659	6.919	6.646	6.644
28.05.	38.941	37.767	37.976	38.177	38.886	37.721	37.899	39.000	37.281	37.271	38.963	37.160	37.143
02.06.	13.367	18.137	21.834	24.989	13.314	21.227	23.924	13.058	12.677	12.905	13.056	12.524	12.692
07.06.	36.893	56.735	72.312	85.699	36.519	69.761	81.053	33.158	32.299	33.109	33.149	31.743	32.282
08.06.	33.715	49.015	60.634	70.755	33.499	58.745	67.306	32.261	31.731	32.453	32.258	31.280	31.805
10.06.	19.116	26.453	32.101	36.989	19.016	31.184	35.323	18.536	18.128	18.499	18.535	17.896	18.175
13.06.	17.581	27.280	34.748	41.505	17.391	33.448	39.062	15.498	15.349	15.813	15.496	15.073	15.391
29.06.	23.581	34.590	42.853	50.110	23.460	41.557	47.696	22.887	22.519	23.037	22.885	22.154	22.585
30.06.	217.570	239.015	278.035	322.665	212.373	260.050	296.158	180.847	119.903	108.122	180.862	116.591	102.987
02.07.	9.739	14.694	18.425	21.729	9.667	17.782	20.584	9.163	9.024	9.266	9.161	8.907	9.101
04.07.	204.220	224.233	276.878	344.000	201.898	255.583	312.047	190.169	124.799	115.641	190.226	119.765	107.619
05.07.	40.832	62.807	79.200	93.875	40.577	76.229	88.680	38.135	38.039	39.204	38.123	37.226	38.049
08.07.	20.177	27.092	32.571	38.016	19.710	31.016	35.634	15.749	13.946	13.880	15.743	13.582	13.373
09.07.	19.570	28.271	34.754	40.889	19.316	33.398	38.596	16.451	16.399	16.824	16.445	16.061	16.346
10.07.	397.614	398.111	464.907	561.900	395.085	430.349	510.406	382.699	239.659	216.695	382.847	228.671	200.360
14.07.	26.402	39.502	49.595	58.279	26.184	48.014	55.401	24.384	24.275	24.636	24.369	23.876	24.057
14.07.	23.198	29.166	34.205	39.235	22.665	32.695	36.877	19.002	16.188	15.745	18.957	15.816	15.254
19.07.	205.921	235.019	283.150	340.506	202.991	264.065	311.532	188.527	133.493	124.873	188.520	129.142	117.875
20.07.	14.101	18.131	21.432	24.862	13.691	20.361	23.221	10.630	9.122	8.950	10.623	8.883	8.634
24.07.	126.928	141.895	172.915	213.390	125.182	159.782	193.286	117.026	79.681	74.359	117.026	76.426	69.458
28.07.	1.143.904	1.071.147	1.195.170	1.409.873	1.138.455	1.112.183	1.285.113	1.118.596	718.312	659.395	1.116.729	686.720	613.474
29.07.	41.777	51.464	59.612	68.782	40.607	56.769	64.179	32.230	26.625	25.860	32.231	25.999	24.969
07.08.	20.237	28.296	34.391	40.458	19.790	33.006	38.021	16.531	15.027	15.027	16.525	14.703	14.593
11.08.	193.594	195.563	222.600	285.571	192.192	207.842	261.039	184.599	121.951	118.857	184.635	116.869	110.949
14.08.	185.467	223.772	267.047	328.751	181.645	251.378	302.518	153.268	119.865	118.551	153.267	116.312	112.395
19.08.	18.626	22.625	26.143	30.122	18.143	24.793	28.025	15.150	11.707	11.073	15.148	11.433	10.686
06.09.	308.930	339.691	443.091	460.785	296.026	406.114	422.647	242.019	242.638	245.824	234.921	228.398	230.517
	3.438.089	3.675.696	4.331.826	5.107.177	3.394.349	4.050.214	4.691.403	3.165.745	2.285.543	2.170.792	3.156.839	2.198.068	2.045.639

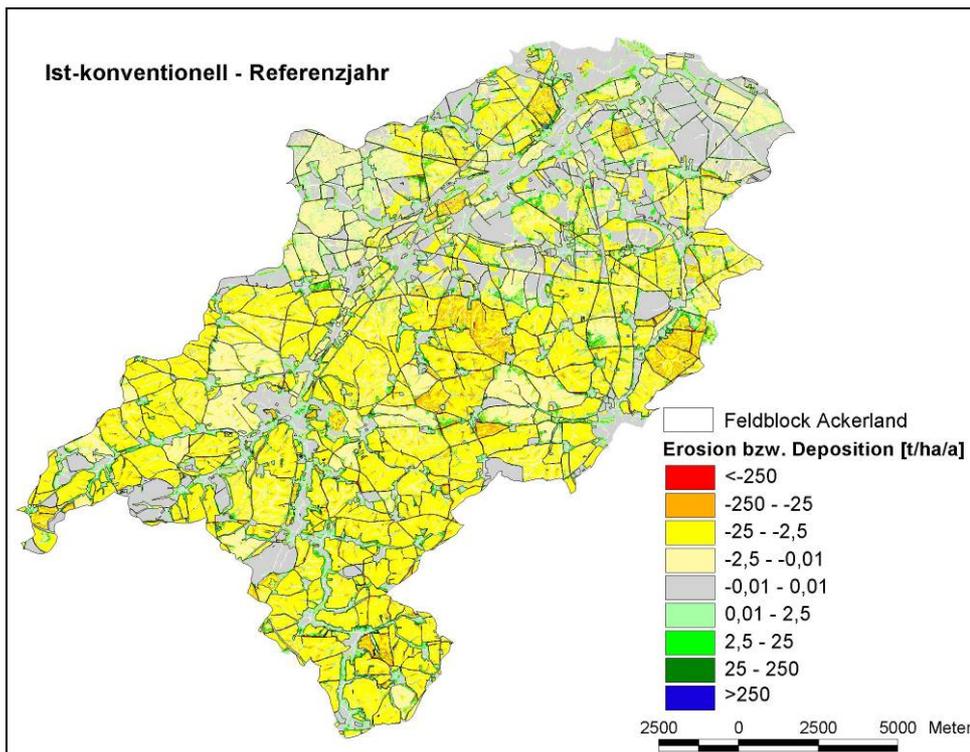
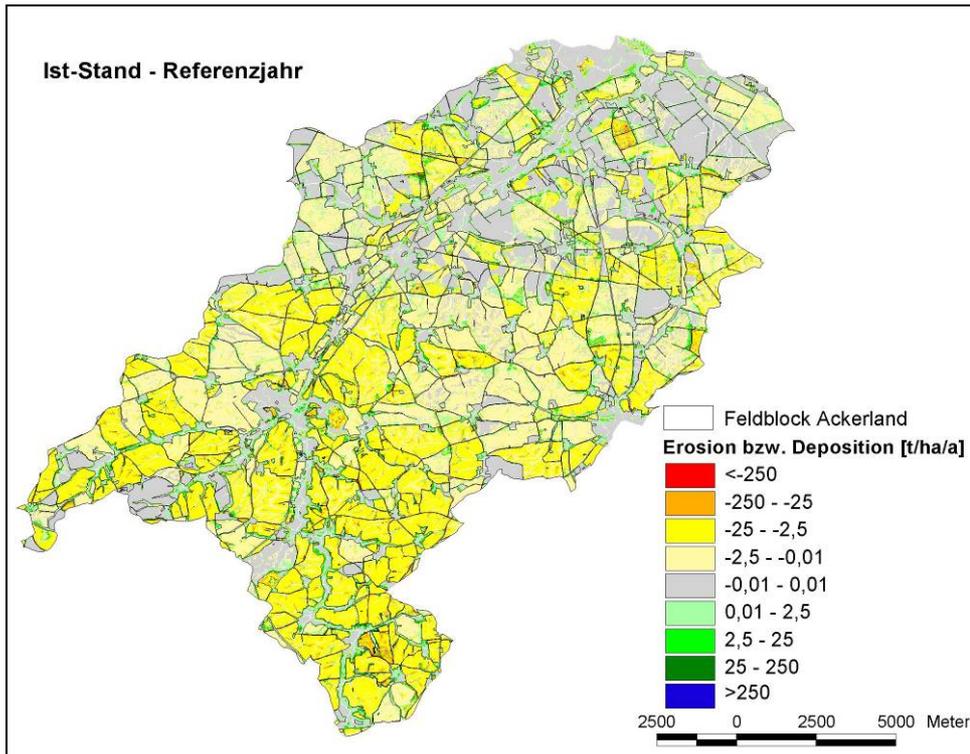


Abbildung 56: Ist-Stand (oben) und Ist-konventionell (unten) – Erosion/Deposition des Referenzjahres

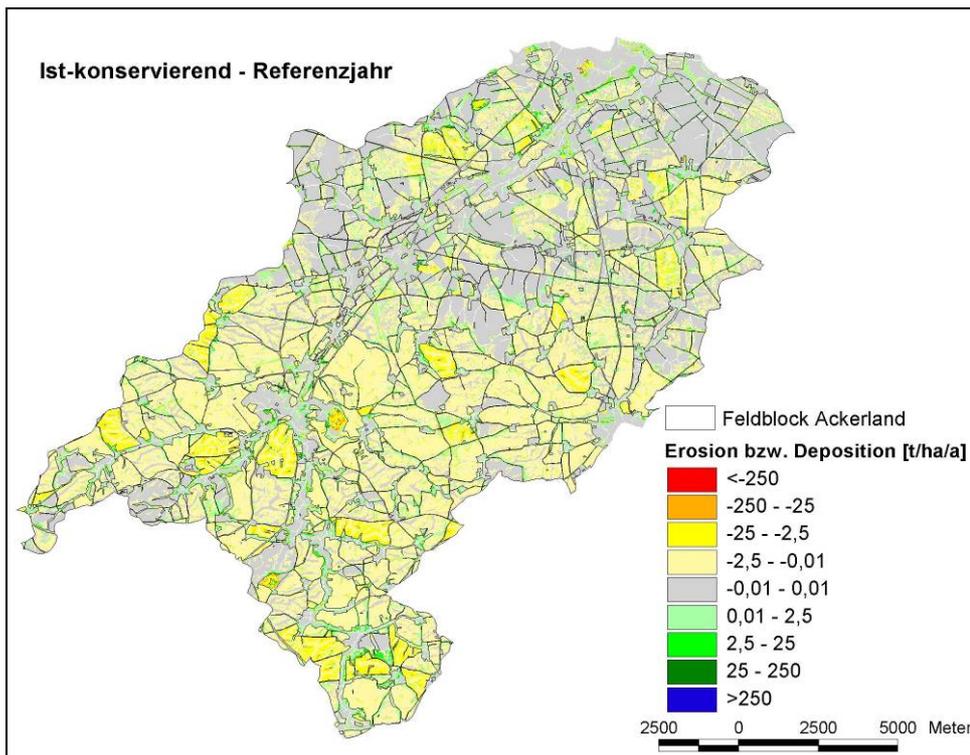
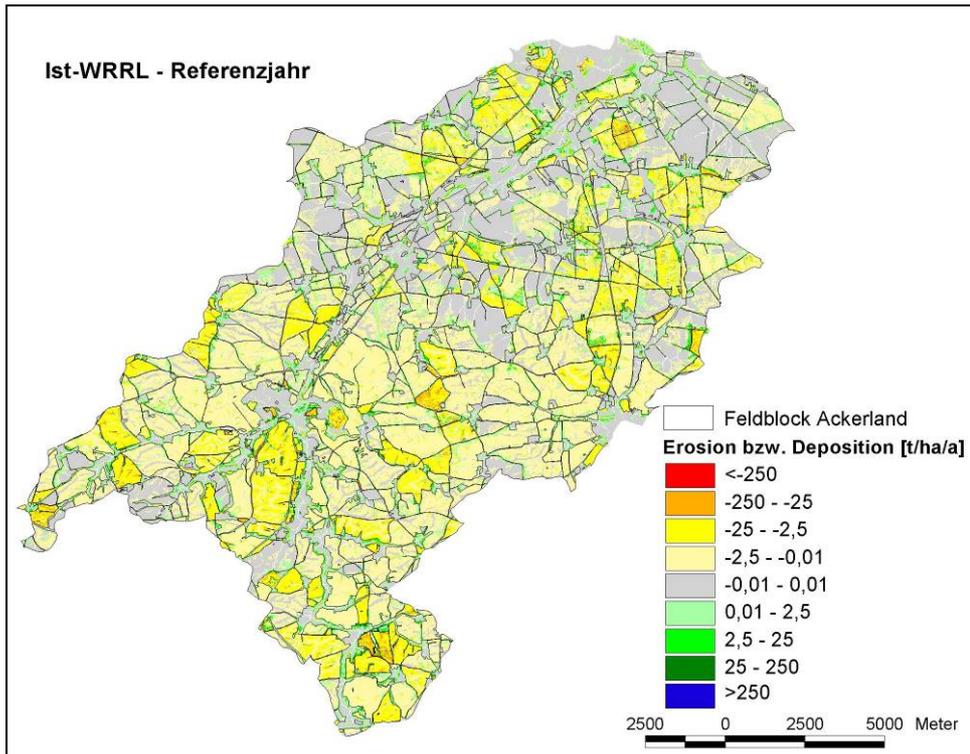


Abbildung 57: Ist-WRRL (oben) und Ist-konservierend (unten) – Erosion/Deposition des Referenzjahres

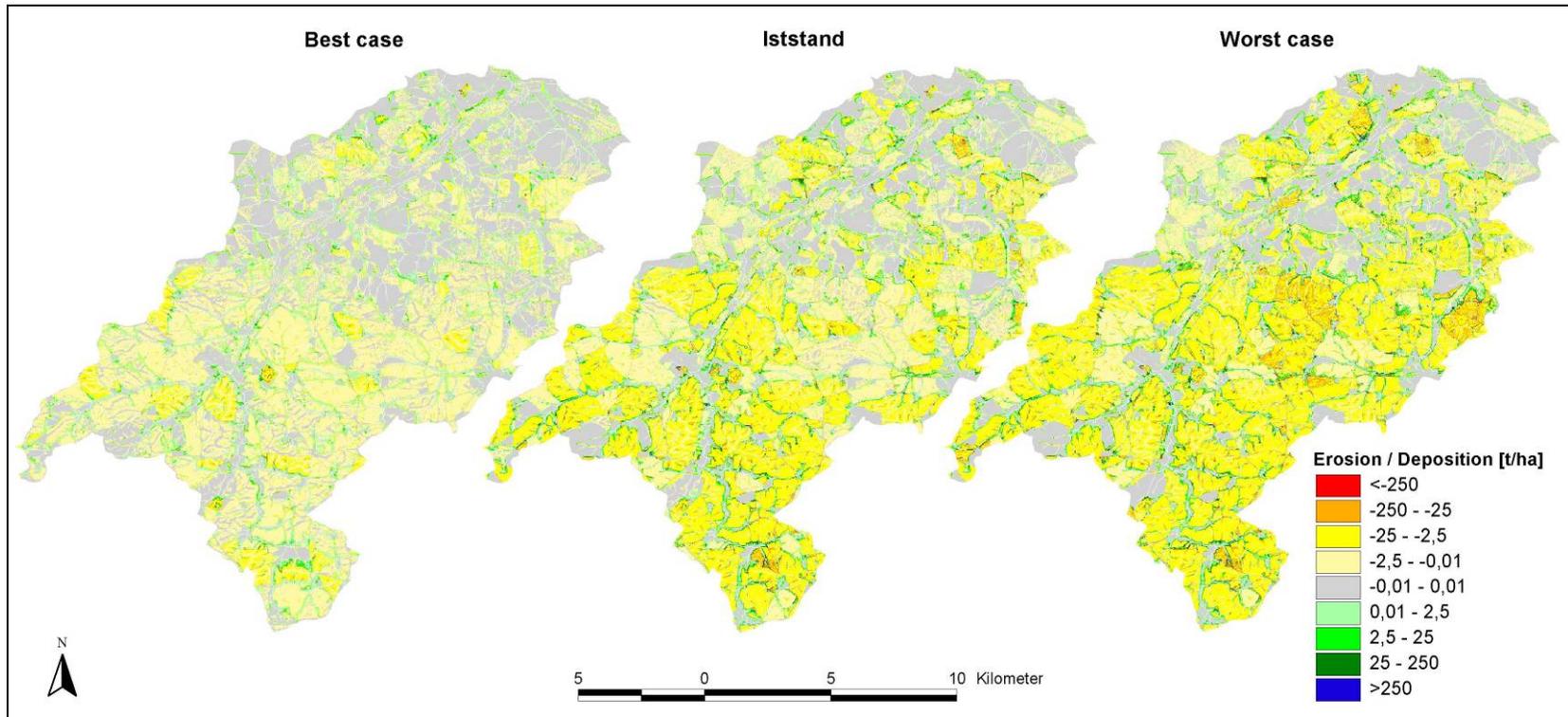


Abbildung 58: Gewässerschutzstreifen – Erosion und Deposition der verschiedenen Bearbeitungsszenarien des Referenzjahres

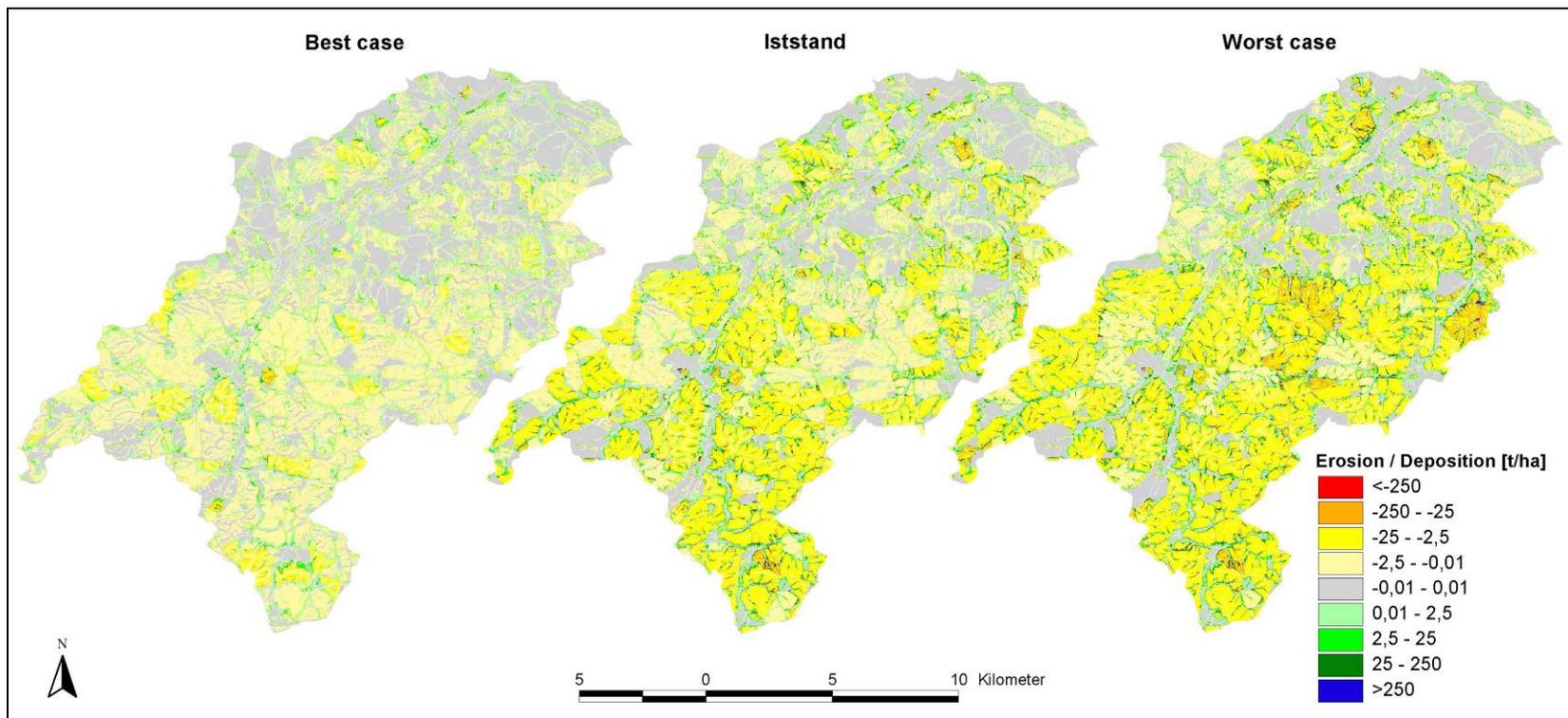


Abbildung 59: Begrünte Abflussbahnen – Erosion und Deposition der verschiedenen Bearbeitungsszenarien des Referenzjahres

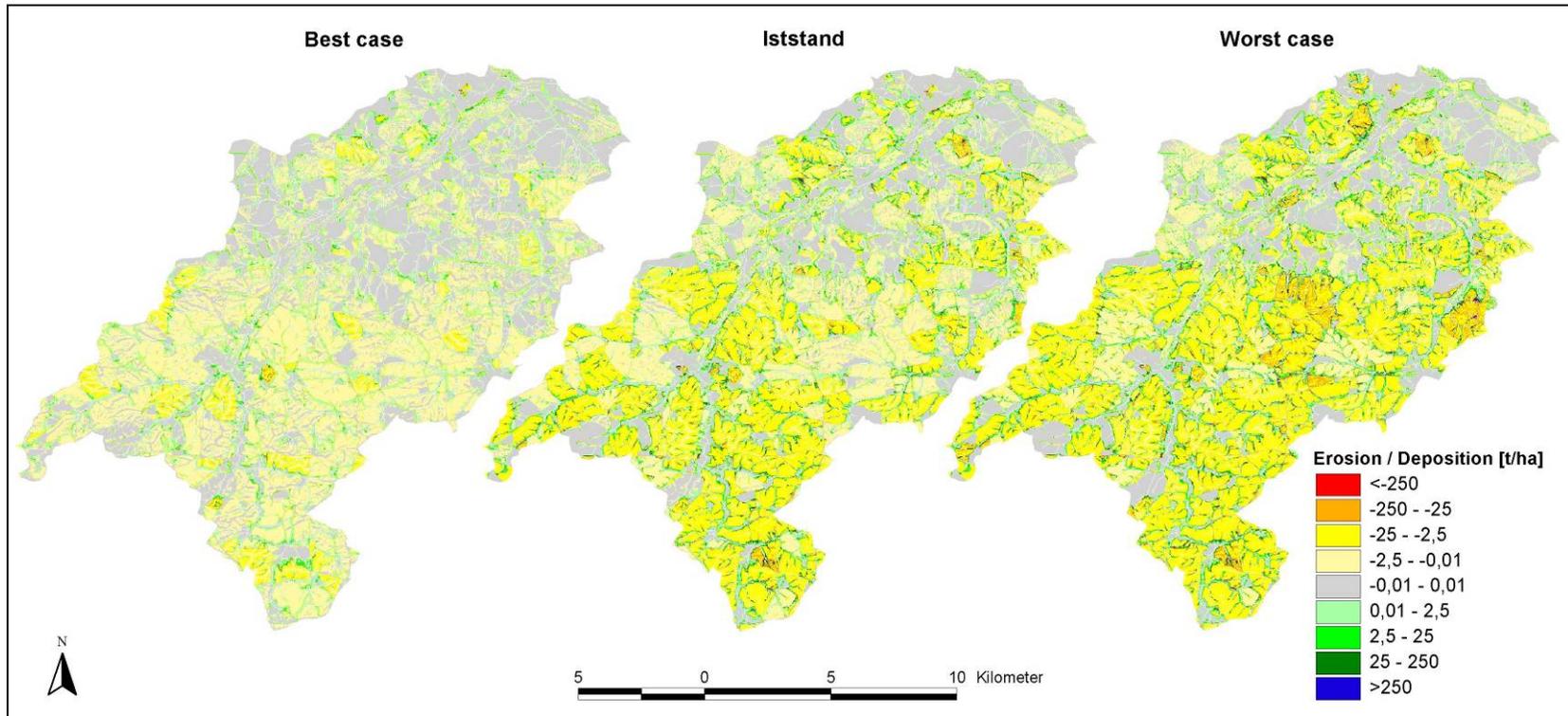


Abbildung 60: Kombination Gewässerschutzstreifen und begrünte Abflussbahnen – Erosion und Deposition der verschiedenen Bearbeitungsszenarien des Referenzjahres

Herausgeber:

Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie
Pillnitzer Platz 3, 01326 Dresden
Telefon: + 49 351 2612-0
Telefax: + 49 351 2612-1099
E-Mail: lfulg@smul.sachsen.de
www.smul.sachsen.de/lfulg

Autoren:

Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie
Referat Bodenkultur
Sandra Naumann, Hans-Joachim Kurzer
Gustav-Kühn-Str. 8, 04159 Leipzig
Telefon: +49 341 9174-121
Telefax: +49 341 9174-111
E-Mail: hans-joachim.kurzer@smul.sachsen.de

Redaktionsschluss:

15.03.2010

ISSN:

1867-2868

Verteilerhinweis

Diese Informationsschrift wird von der Sächsischen Staatsregierung im Rahmen ihrer verfassungsmäßigen Verpflichtung zur Information der Öffentlichkeit herausgegeben. Sie darf weder von Parteien noch von deren Kandidaten oder Helfern im Zeitraum von sechs Monaten vor einer Wahl zum Zwecke der Wahlwerbung verwendet werden. Dies gilt für alle Wahlen.

Missbräuchlich ist insbesondere die Verteilung auf Wahlveranstaltungen, an Informationsständen der Parteien sowie das Einlegen, Aufdrucken oder Aufkleben parteipolitischer Informationen oder Werbemittel. Untersagt ist auch die Weitergabe an Dritte zur Verwendung bei der Wahlwerbung. Auch ohne zeitlichen Bezug zu einer bevorstehenden Wahl darf die vorliegende Druckschrift nicht so verwendet werden, dass dies als Parteinahme des Herausgebers zugunsten einzelner politischer Gruppen verstanden werden könnte.

Diese Beschränkungen gelten unabhängig vom Vertriebsweg, also unabhängig davon, auf welchem Wege und in welcher Anzahl diese Informationsschrift dem Empfänger zugegangen ist. Erlaubt ist jedoch den Parteien, diese Informationsschrift zur Unterrichtung ihrer Mitglieder zu verwenden.