



Risikoabschätzung für Stoff- austräge aus Ackerflächen

Schriftenreihe, Heft 9/2014



Untersuchung von Bewirtschaftungs- und Stilllegungsmaßnahmen am Ackerrand

Dr. Robert Brankatschk, Dr. Klaus-Peter Lange

Inhalt

1	Einleitung und Zielstellung	9
2	Rechtlicher Hintergrund und Bewertung der Vorgaben	9
2.1	Wasserrecht	9
2.1.1	Wasserhaushaltsgesetz (WHG)	10
2.1.2	Sächsisches Wassergesetz (SächsWG)	11
2.1.3	Wasserrahmenrichtlinie (WRR)	11
2.1.4	Verordnung zum Schutz der Oberflächengewässer (Oberflächengewässerverordnung - OGewV)	12
2.1.5	Bewertung der wasserrechtlichen Vorschriften	12
2.2	Bodenschutzrecht.....	12
2.2.1	Gesetz zum Schutz vor schädlichen Bodenveränderungen und zur Sanierung von Altlasten (BBodSchG)	12
2.2.2	Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung (BBodSchV).....	13
2.2.3	Bewertung der bodenschutzrechtlichen Vorschriften	13
2.3	Naturschutzrecht	13
2.3.1	Gesetz über Naturschutz und Landschaftspflege (Bundesnaturschutzgesetz – BNatSchG).....	13
2.3.2	Sächsisches Gesetz über Naturschutz und Landschaftspflege (Sächsisches Naturschutzgesetz - SächsNatSchG).....	14
2.4	Düngemittelrecht	15
2.4.1	Düngegesetz (DüngG).....	15
2.4.2	Verordnung über das Inverkehrbringen von Düngemitteln, Bodenhilfsstoffen, Kultursubstraten und Pflanzenhilfsmitteln (Düngemittelverordnung - DüMV)	15
2.4.3	Verordnung über die Anwendung von Düngemitteln, Bodenhilfsstoffen, Kultursubstraten und Pflanzenhilfsmitteln nach den Grundsätzen der guten fachlichen Praxis beim Düngen (Düngeverordnung - DüV)	15
2.4.4	Sächsische Dung- und Silagesickersaftanlagenverordnung (SächsDuSVO)	16
2.4.5	Bewertung des Düngemittelrechts.....	17
2.5	Pflanzenschutzrecht	17
2.5.1	Gesetz zum Schutz der Kulturpflanzen (Pflanzenschutzgesetz - PflSchG).....	17
2.5.2	Bewertung des Pflanzenschutzgesetzes	18
2.6	Abfallrecht	18
2.6.1	Klärschlammverordnung (AbfKlärV)	18
2.6.2	Verordnung über die Verwertung von Bioabfällen auf landwirtschaftlich, forstwirtschaftlich und gärtnerisch genutzten Böden (Bioabfallverordnung – BioAbfV)	18
2.6.3	Bewertung der Klärschlammverordnung und der Bioabfallverordnung.....	18
2.7	EU-Agrarreform und Agrarumweltprogramme	19
2.7.1	Cross Compliance (Verordnung [EG] Nr. 73/2009)	19
2.7.2	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).....	19
2.7.3	Bewertung der Agrarreform und Agrarumweltprogramme.....	19
2.8	Bewertung der rechtlichen Vorgaben	20
3	Untersuchungsgebiet	20
3.1	Bierlichtbach.....	20
3.1.1	Einzugsgebiet und Gewässer.....	20
3.1.2	Landnutzung.....	21
3.1.3	Gewässerbeschaffenheit	22
3.2	Leine-1	24
3.2.1	Einzugsgebiet und Gewässer.....	24
3.2.2	Landnutzung.....	25
3.2.3	FFH-Gebiete.....	26
3.2.4	Gewässerbeschaffenheit.....	27

4	Methoden	29
4.1	Feldbegehung	29
4.2	Entwicklung der Risikoindices	30
4.2.1	Historie und Übersicht bestehender Risikoindices	30
4.2.2	Kriterien an Risikoindices zur Abschätzung von Stoffausträgen für Bierlichtbach und Leine-1	33
4.2.3	Struktur der Indices	34
4.2.4	Auswahl der Faktoren und Bestimmung der Gewichte	34
4.2.5	Datengrundlage	38
4.2.6	N- und P-Index	40
4.2.7	Berechnung des N- und P-Index	45
4.3	Handlungsanleitung	46
4.3.1	Ziel der Handlungsanleitung	46
4.3.2	Handlungsanleitung	47
4.3.3	Maßnahmen zur Reduktion der Quellfaktoren	48
4.3.4	Maßnahmen zur Reduktion der Transportfaktoren	49
4.4	Berechnung des Eintragsrisikos in Gewässer	50
5	Ergebnisse	50
5.1	Feldbegehung	50
5.1.1	Bierlichtbach	50
5.1.2	Leine-1	51
5.2	N- und P-Index	52
5.2.1	Bierlichtbach	52
5.2.2	Leine-1	54
5.3	Handlungsanleitung	55
5.4	Eintragsrisiko in Gewässer	64
6	Diskussion	64
6.1	Rechtliche Grundlagen	64
6.2	Methodik	64
6.3	N- und P-Index	65
6.4	Handlungsanleitung	66
6.5	Eintragsrisiko in Gewässer	67
6.6	Zukünftige Anwendung	67
7	Zusammenfassung	68
	Literaturverzeichnis	70

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1:	Einzugsgebiet des Bierlichtbachs mit Nebengewässern, ausgewählten Ortschaften und der Gütemessstelle OBF31101 (Daten: LfULG).....	21
Abbildung 2:	Verteilung der Landnutzungsarten im Einzugsgebiet des Bierlichtbachs.....	22
Abbildung 3:	Entwicklung der Stickstoffbelastung (jährliche Mittelwerte) des Bierlichtbachs in den Jahren 2006–2011 (Messstelle Lenz OBF31101, Daten: LfULG, k. A. = es liegen keine Angaben vor).....	23
Abbildung 4:	Entwicklung der Phosphorbelastung (jährliche Mittelwerte) des Bierlichtbachs in den Jahren 2006–2011 (Messstelle Lenz OBF31101, Daten: LfULG, k. A. = es liegen keine Angaben vor).....	24
Abbildung 5:	Einzugsgebiet der Leine-1 mit Nebengewässern Boydaer Bach (DESN_54968-2) und DESN_54968-36, ausgewählten Ortschaften und den Gütemessstellen OBF48310 und OBF48311 (Daten LfULG Sachsen).....	25
Abbildung 6:	Verteilung der Landnutzungsarten im Einzugsgebiet der Leine-1.....	26
Abbildung 7:	Lage von FFH-Gebieten (rosa hinterlegte Flächen) im EZG der Leine-1.....	27
Abbildung 8:	Entwicklung der Stickstoffbelastung (jährliche Mittelwerte) der Leine-1 in den Jahren 1999–2011 (Messstelle Lehelitz OBF48310, Daten LfULG).....	28
Abbildung 9:	Entwicklung der Phosphorbelastung (jährliche Mittelwerte) der Leine-1 in den Jahren 1999–2011 (Messstelle Lehelitz OBF48310, Daten LfULG).....	29
Abbildung 10:	Berechnung des P-Index für Mecklenburg-Vorpommern (PI-MV) aus Quellfaktoren und Transportfaktoren. Der mit * gekennzeichnete Faktor Applikationsmethode variiert zwischen 0,2 und 1,0 (nach KUCHENBUCH & BUCZKO 2007).....	31
Abbildung 11:	Symbolische Darstellung der Quellfaktoren Q1 bis Q5 und Schema der Transportfaktoren T1 bis T6 (Erläuterung der Quellfaktoren siehe Tabelle 5).....	36
Abbildung 12:	N-Index Quellfaktoren.....	41
Abbildung 13:	N-Index Transportfaktoren.....	42
Abbildung 14:	P-Index Quellfaktoren.....	43
Abbildung 15:	P-Index Transportfaktoren.....	44
Abbildung 16:	Schematische Darstellung der Berechnung des Mittelwertes des Gewässerstrukturgüteparameters EP62 (LAWA 2000). Im Beispiel liegt der Ackerschlag am nächsten zu Gewässerabschnitt B, der minimale Abstand beträgt d. Zur Berechnung werden die drei Gewässerabschnitte (B, C und D), die im Pufferbereich (d+100 m) liegen, herangezogen. Aus der Attributtabelle werden die Parameter EP62L herangezogen, weil sich der Ackerschlag links des Gewässers befindet. Es wird der Mittelwert nach der Länge der Abschnitte, die sich im Pufferbereich befinden, berechnet.....	46
Abbildung 17:	Handlungsanleitung zur Reduktion des Stoffaustrags.....	48
Abbildung 18:	Drainagegräben verhindern den flächenhaften Eintritt des Oberflächenabflusses.....	52
Abbildung 19:	Vergleichsbeispiel 1 der Handlungsanleitung.....	58
Abbildung 20:	Vergleichsbeispiel 2 der Handlungsanleitung.....	59
Abbildung 21:	Vergleichsbeispiel 3 der Handlungsanleitung.....	60
Abbildung 22:	Vergleichsbeispiel 4 der Handlungsanleitung.....	61
Abbildung 23:	Vergleichsbeispiel 5 der Handlungsanleitung.....	62
Abbildung 24:	Vergleichsbeispiel 6 der Handlungsanleitung.....	63

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Anteile der Landnutzungsarten im EZG des Bierlichtbachs nach Auswertung der CIR-Kartierung (CIR-Daten: LfULG).....	22
Tabelle 2: Anteile der Landnutzungsarten im EZG der Leine-1 nach Auswertung der CIR-Kartierung (CIR-Daten: LfULG).....	26
Tabelle 3: Interpretation der PI-MV Werte (nach Kuchenbuch & Buczko 2007).....	32
Tabelle 4: Übersicht und Klassifikation von N Indices nach Buczko & Kuchenbuch 2010.....	33
Tabelle 5: Gewichtung der Quell- und Transportfaktoren im N- bzw. P-Index.....	35
Tabelle 6: Bewertung des Gewässerrandes nach 6.2 Gewässerrandstreifen gemäß Gewässerstrukturgütekartierung ...	39
Tabelle 7: Unterteilung der Risikoklassen nach N- und P-Index.....	40
Tabelle 8: Beispiel Maßnahmen zur Reduktion der Quellfaktoren.....	49
Tabelle 9: Maßnahmen zur Reduktion der Transportfaktoren.....	50
Tabelle 10: Breite der Gewässerschutzstreifen im EZG Bierlichtbach.....	51
Tabelle 11: Flächenhafter Eintritt des Oberflächenabflusses im EZB Bierlichtbach.....	51
Tabelle 12: Breite der Gewässerschutzstreifen im EZG Leine-1.....	52
Tabelle 13: Flächenhafter Eintritt des Oberflächenabflusses im EZB Leine-1.....	52
Tabelle 14: Übersicht über die Verteilung der Risikoklassen im EZG Bierlichtbach.....	53
Tabelle 15: Anzahl der Ackerschläge in Risikoklassen unterteilt nach den Kulturarten im EZG Bierlichtbach.....	53
Tabelle 16: Anzahl der Ackerschläge in den Risikoklassen unterteilt nach dem Abstand zum Bierlichtbach.....	54
Tabelle 17: Übersicht über die Verteilung der Risikoklassen im EZG Leine-1.....	54
Tabelle 18: Anzahl der Ackerschläge in Risikoklassen unterteilt nach den Kulturarten im EZG Leine-1.....	55
Tabelle 19: Anzahl der Ackerschläge in den Risikoklassen unterteilt nach dem Abstand zur Leine-1.....	55
Tabelle 20: Eintragsrisiko für N und P in die betrachteten Gewässer der EZG Bierlichtbach und Leine-1.....	64

Anlagenverzeichnis

Diverse Karten sind als separater Anlagenband Bestandteil dieses Heftes.

- Anlage 1: Bewertung der Ackerschläge mit dem N-Index im Einzugsgebiet Bierlichtbach
- Anlage 2: Bewertung der Ackerschläge mit dem P-Index im Einzugsgebiet Bierlichtbach
- Anlage 3: Bewertung der Ackerschläge mit dem N-Index im Einzugsgebiet Leine-1
- Anlage 4: Bewertung der Ackerschläge mit dem P-Index im Einzugsgebiet Leine-1
- Anlage 5: N-Eintragsrisiko im Bierlichtbach
- Anlage 6: P-Eintragsrisiko im Bierlichtbach
- Anlage 7: N-Eintragsrisiko ausgewählter Gewässer im Einzugsgebiet Leine-1
- Anlage 8: P-Eintragsrisiko ausgewählter Gewässer im Einzugsgebiet Leine-1
- Anlage 9: Ausgewählte Kartierungsergebnisse Bierlichtbach
- Anlage 10: Ausgewählte Kartierungsergebnisse Leine-1
- Anlage 11: Ausgewählte Kartierungsergebnisse FFH Gebietsgrenzen, EZG Leine-1

Abkürzungsverzeichnis

AbfKlärV	Klärschlammverordnung
AuW	Agrarumweltmaßnahmen und Waldmehrung
BBodSchG	Bundesbodenschutzgesetz (Gesetz zum Schutz vor schädlichen Bodenveränderungen und zur Sanierung von Altlasten)
BBodSchV	Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung
BioAbfV	Bioabfallverordnung
BNatSchG	Bundesnaturschutzgesetz
DirektZahlVerpflG	Direktzahlungen-Verpflichtungengesetz
DirektZahlVerpflV	Direktzahlungen-Verpflichtungenverordnung
DüMV	Düngemittelverordnung
DüngG	Düngegesetz
DüV	Düngeverordnung
EG	Europäische Gemeinschaft
ENaWil	Entscheidungshilfe zu stofflichen und physikalischen Vorsorgemaßnahmen zum Natur- und Wasserschutz in der Landwirtschaft
EZG	Einzugsgebiet
FFH	Fauna-Flora-Habitat
GPS	Global Positioning System
IDW	Inverse Distance Weight (Interpolationsmethode)
MNPI	Minnesota Phosphorus Index
N	Stickstoff
NIT-1	N-Index Tier-1
N _{min}	mineralischer Stickstoff
NWB	natürlicher Wasserkörper
OGewV	Oberflächengewässerverordnung
P	Phosphor
P ₂ O ₅	ortho-Phosphat
PflSchG	Pflanzenschutzgesetz
PI-MV	Phosphor Index Mecklenburg-Vorpommern
PSM	Pflanzenschutzmittel
RB	biologische Qualitätskomponenten
RC	physikalisch-chemischen
RL AuW	Förderrichtlinie Agrarumweltmaßnahmen und Waldmehrung
SächsDuSVO	Sächsische Dung- und Silagesickersaftanlagenverordnung
SächsNatSchG	Sächsisches Naturschutzgesetz
SächsWG	Sächsisches Wassergesetz
SächsWRRLVO	Sächsische Wasserrahmenrichtlinienverordnung
WHG	Wasserhaushaltsgesetz
WRRL	EG-Wasserrahmenrichtlinie

1 Einleitung und Zielstellung

Zur Verbesserung der chemischen und ökologischen Gewässerbeschaffenheit wurde die europäische Wasserrahmenrichtlinie (WRRL) in Kraft gesetzt. Ziel des Freistaates Sachsen ist es, durch Bewirtschaftung und Entwicklung der Fließgewässer die Vorgaben der WRRL zu erfüllen und seine Gewässer nachhaltig zu bewirtschaften. Innerhalb dieses komplexen Aufgabengefüges kann die Landwirtschaft einen wichtigen Beitrag zur Erreichung dieser Ziele leisten, weil die landwirtschaftlich genutzte Fläche in Sachsen mit rund 50 % einen bedeutenden Flächenanteil aufweist.

Im vorangegangenen Projekt „Bewirtschaftungs- und Stilllegungsmaßnahmen am Ackerrand“ wurde im Jahr 2011 ein Bewertungssystem für Gewässerschutzstreifen entwickelt. Mit Hilfe dieses Bewertungssystems kann, basierend auf Daten aus GIS-Systemen und einer begleitenden Feldkartierung, ein bestehender Gewässerschutzstreifen bezüglich seiner Wirksamkeit eingestuft werden. Die begleitende Literaturstudie zum genannten Projekt zeigte auf, dass neben dem Gewässerschutzstreifen auch die Bewirtschaftung der angrenzenden Ackerfläche einen maßgeblichen Einfluss auf den Stoffeintrag in die anliegenden Gewässer hat.

Aufgabe dieses Projektes war die Erweiterung der Bewertung von Gewässerschutzstreifen um die Komponente der landwirtschaftlichen Bewirtschaftung. Es sollte eine Handlungsanleitung entwickelt werden, die auch die Bewirtschaftungsmaßnahmen berücksichtigt und diese in die Bewertung einfließen lässt. Das Projekt lässt sich in drei Aufgaben unterteilen. Als erstes soll eine Bewertung der bestehenden rechtlichen Vorgaben für die landwirtschaftliche Praxis zum Schutz von Gewässern vor Stoffeinträgen durchgeführt werden. Zweitens soll eine Handlungsanleitung entwickelt werden, die dem Bewirtschafter und der Umweltbehörde Vorschläge zur Reduktion der Stoffverlagerung unterbreitet. Hierbei wird auf die Ergebnisse aus dem ersten Projektteil und den vorangegangenen Studien zum Thema zurückgegriffen. Dritte Aufgabe ist die Erprobung der Handlungsanleitung im Einzugsgebiet zweier Oberflächenwasserkörper in Sachsen, dem Bierlichtbach und der Leine-1. Die Anwendung in zwei verschiedenen Einzugsgebieten erlaubt dabei eine höhere Vergleichbarkeit der Ergebnisse, weil die Handlungsanleitung auf diese Weise in zwei verschiedenen Regionen, der Großenhainer Pflege und der Düben-Dahlener Heide, getestet werden kann.

2 Rechtlicher Hintergrund und Bewertung der Vorgaben

Eine Reihe rechtlicher Vorgaben ist direkt oder indirekt dem Schutz von Gewässern vor schädlichen Einwirkungen gewidmet. Die folgenden Abschnitte betrachten und bewerten diese Vorgaben in Bezug auf Stoffeinträge aus der Landwirtschaft.

2.1 Wasserrecht

Die Zielsetzung des Wasserrechts ist es, das Wasser in seinem natürlichen Kreislauf und in allen Aggregatzuständen vor nachteiligen Eingriffen zu schützen und eine Vorsorge für die Erhaltung einwandfreier Wasserreserven zu leisten. Weiterhin zählen zum Zuständigkeitsbereich des Wasserrechts die Sanierung bereits verunreinigter Gewässer, der Schutz von Mensch und Eigentum vor Hochwasser, die Ordnung der an die vorhan-

denen Wasserressourcen gestellten Nutzungsansprüche und die Sicherung der der Allgemeinheit zustehenden Befugnisse an Gewässern.

2.1.1 Wasserhaushaltsgesetz (WHG)

Zweck dieses Gesetzes ist es, durch eine nachhaltige Gewässerbewirtschaftung die Gewässer als Bestandteil des Naturhaushalts, als Lebensgrundlage des Menschen, als Lebensraum für Tiere und Pflanzen sowie als nutzbares Gut zu schützen (§ 1 WHG).

Gewässerrandstreifen

Nach § 38 WHG werden Gewässerrandstreifen festgelegt als das Ufer und den Bereich, der an das Gewässer landseits der Linie des Mittelwasserstandes angrenzt. Der Gewässerrandstreifen bemisst sich ab der Linie des Mittelwasserstandes und bei Gewässern mit ausgeprägter Böschungsoberkante ab der Böschungsoberkante.

Die Funktion des Gewässerrandstreifens ist der Erhalt und die Verbesserung der ökologischen Funktionen oberirdischer Gewässer, der Wasserspeicherung, der Sicherung des Wasserabflusses sowie der Verminderung von Stoffeinträgen aus diffusen Quellen. Eigentümer und Nutzungsberechtigte sollen den Gewässerrandstreifen im Hinblick auf ihre Funktion erhalten. Daher ist verboten (§ 38 Abs. 4 WHG):

- die Umwandlung von Grünland in Ackerland
- das Entfernen von standortgerechten Bäumen und Sträuchern, ausgenommen die Entnahme im Rahmen einer ordnungsgemäßen Forstwirtschaft, und das Neuanpflanzen von nicht standortgerechten Bäumen und Sträuchern
- der Umgang mit wassergefährdenden Stoffen, ausgenommen die Anwendung von Pflanzenschutzmitteln und Düngemitteln, soweit durch Landesrecht nichts anderes bestimmt ist, und der Umgang mit wassergefährdenden Stoffen in und im Zusammenhang mit zugelassenen Anlagen
- die nicht nur zeitweise Ablagerung von Gegenständen, die den Wasserabfluss behindern können oder die fortgeschwemmt werden können

Bewirtschaftungsziele für oberirdische Gewässer

§ 27 des WHG stellt das so genannte Verschlechterungsverbot für Oberflächengewässer auf. Demnach sind künstliche oder erheblich veränderte Oberflächengewässer (im Sinne von § 28 WHG) so zu bewirtschaften, dass sich ihr ökologisches Potenzial und ihr chemischer Zustand nicht verschlechtern und ein gutes ökologisches Potenzial und ein guter chemischer Zustand erreicht werden. Oberflächengewässer, die nicht als künstlich oder erheblich verändert gelten, sollen so bewirtschaftet werden, dass sich ihr ökologischer und ihr chemischer Zustand sich nicht verschlechtern und ein guter ökologischer und guter chemischer Zustand erreicht werden. Die Umsetzung dieser Regelungen ist in der Verordnung zum Schutz der Oberflächengewässer (siehe Abschnitt 2.1.4) geregelt.

Wasserschutzgebiete

Nach § 51 des WHG können Wasserschutzgebiete festgelegt werden, um Gewässer im Interesse der bestehenden oder künftigen Wasserversorgung vor nachteiligen Einwirkungen zu schützen.

In Wasserschutzgebieten können bestimmte Handlungen verboten oder nur für beschränkt zulässig erklärt werden (§ 52). Die Eigentümer und Nutzungsberechtigten von Grundstücken können zur Duldung bestimmter Maßnahmen verpflichtet werden. Dazu gehören auch Maßnahmen zur Beobachtung des Gewässers und des Bodens.

Werden in einer Schutzgebietsverordnung erhöhte Anforderungen festgesetzt, die die ordnungsgemäße land- oder forstwirtschaftliche Nutzung eines Grundstücks beschränken, so ist für die dadurch verursachten wirtschaftlichen Nachteile ein angemessener Ausgleich nach Maßgabe des Landesrechtes zu leisten, soweit nicht eine Entschädigungspflicht besteht. Das WHG wird in den Bundesländern durch entsprechende Ländergesetze umgesetzt.

2.1.2 Sächsisches Wassergesetz (SächsWG)

Das Sächsische Wassergesetz (SächsWG) schützt das Wasser als Lebensgrundlage nach dem Grundsatz der Vorsorge (§ 3 SächsWG). Insbesondere dem Erhalt des Wassers in seinen natürlichen Eigenschaften und der Wiederherstellung der ökologischen Funktionen der Gewässer wird Vorrang eingeräumt.

Gewässerrandstreifen

Nach § 50 SächsWG schließt sich an das Ufer ein zehn Meter, innerhalb von im Zusammenhang bebauten Ortsteilen ein fünf Meter breiter Gewässerrandstreifen an. Im Gewässerrandstreifen ist auf einer Breite von fünf Metern die Verwendung von Dünge- bzw. Pflanzenschutzmitteln verboten, ausgenommen sind Wundverschlussmittel zur Baumpflege und Wildverbisschutzmittel (§ 50 Abs. 3 SächsWG).

Weiterhin kann die obere Landwirtschaftsbehörde in begründeten Fällen schmalere oder breitere Gewässerrandstreifen festlegen. Beispielsweise können zur Sicherung des Wasserabflusses oder zur Erhaltung und Verbesserung der ökologischen Funktion der Gewässer breitere Gewässerrandstreifen angeordnet werden (§ 50 Abs. 4 SächsWG). Daraus entstehende Nachteile sind zu entschädigen (§ 50 Abs. 5 SächsWG).

Wasserschutzgebiete

Nach § 48 SächsWG wird der Erlass und die Festlegung von Wasserschutzgebieten nach § 51 Abs. 1 WHG auf die unteren Wasserbehörden übertragen. Danach übernehmen diese die Regelung, Sicherung und Überwachung der Wasserschutzgebiete. Weiterhin können diese neben Verboten und Nutzungsbeschränkungen auch Handlungspflichten anordnen, insofern Eigentümer und Nutzungsberechtigte dadurch keine weitergehenden wirtschaftlichen Nachteile erleiden. Finanzieller Ausgleich für entstandene wirtschaftliche Nachteile werden nach § 48 Abs. 8 SächsWG geregelt.

2.1.3 Wasserrahmenrichtlinie (WRR)

Sowohl das WHG als auch das SächsWG dient der Umsetzung der europäischen Wasserrahmenrichtlinie (WRRL), die am 22.12.2000 in Kraft getreten ist. Zentraler Bestandteil der WRRL ist der flächendeckende Gewässerschutz auf der Ebene von Flusseinzugsgebieten, mit dem ein guter ökologischer und chemischer Zustand der Oberflächengewässer bzw. ein guter qualitativer und chemischer Zustand des Grundwassers bis zum Jahr 2015 erreicht werden soll. Dazu sind auf Ebene der Flusseinzugsgebiete nach der Bestandsaufnahme, die im Jahr 2004 abgeschlossen wurde, Bewirtschaftungspläne und Maßnahmenprogramme zu erstellen. Durch den flächenhaften, auf Flusseinzugsgebiete bezogenen Ansatz werden auch die Austräge aus der Landwirtschaft (Stickstoff, Phosphor, erodierter Boden und Pflanzenschutzmittel) und andere Beeinträchtigungen der Gewässerökologie erfasst. Es ist davon auszugehen, dass die WRRL durch ihren flächendeckenden Ansatz zu einem stärker ökologisch ausgerichteten Gewässerschutz führen und folglich zu einer weiteren Verminderung der Gewässerbelastung beitragen wird. Um die Ziele der WRRL erreichen zu können, werden an die Landbewirtschaftung weitergehende Forderungen zur Reduzierung von Gewässerbelastungen durch Stoffausträge in Oberflächengewässer und in das Grundwasser sowie zur Vermeidung von Einwirkungen auf die Gewässerökosysteme, z. B. bei der Gewässerunterhaltung und der Randstreifennutzung, gestellt. Andererseits wird auch eine ökonomische Bewertung der Maßnahmen durchgeführt.

2.1.4 Verordnung zum Schutz der Oberflächengewässer (Oberflächengewässerverordnung - OGewV)

Gemäß § 1 der OGewV dient diese dem Schutz der Oberflächengewässer und der wirtschaftlichen Analyse der Nutzungen ihres Wassers. Die Verordnung verlangt die Zusammenstellung aller durch menschliche Tätigkeit verursachten signifikanten Belastungen und deren Bewertung (§ 4 OGewV). Diese umfassen die Belastung mit Stickstoff, Phosphor und Pflanzenschutzmitteln. Nach § 5 der OGewV werden die Gewässer regelmäßig in ihrem ökologischen Zustand und Potenzial eingestuft, sodass die Einhaltung des § 27 WHG überprüft werden kann. Als Ziel gilt hierbei die Erreichung eines guten ökologischen und guten chemischen Zustandes, der in den Anlagen der OGewV mit Grenzwerten für verschiedene Stoffe unterlegt ist. Der gute chemische Zustand ist erreicht, wenn die Konzentration der Umweltqualitätsnorm von 50 mg/L für Nitrat nicht überschritten wird. Darüber hinaus werden Grenzwerte für Pflanzenschutzmittel festgelegt.

2.1.5 Bewertung der wasserrechtlichen Vorschriften

Der Schutz der Gewässer vor schädlichen Einflüssen ist zum Teil durch das Wasserrecht geregelt. So können weitreichende Maßnahmen in Form von Rechtsverordnungen (z. B. Wasserschutzgebiete) erlassen werden, um das Gut Wasser zu schützen.

Die Bemühungen um eine Reduktion der Stoffeinträge aus Anliegerflächen der Landwirtschaft sind maßgeblich durch die Einrichtung von Gewässerrandstreifen geprägt. Zum einen durch das Verbot des Ausbringens von Dünger und Pflanzenschutzmitteln (§ 50 Abs. 3 SächsWG), zum anderen durch den Bestandsschutz von Grünland, Bäumen und Sträuchern (§ 38 Abs. 4 WHG).

2.2 Bodenschutzrecht

Mit der Schaffung des Bodenschutzrechts in Deutschland wurde nach Luft (BImSchG und Landesimmissionschutzgesetze) und Wasser (WHG und Landeswassergesetze) der Boden als letztes Umweltmedium einem spezialgesetzlichen Schutz unterstellt. Mit dem Bundes-Bodenschutzgesetz (BBodSchG) und der Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung (BBodSchV) hat der Bodenschutz eine einheitliche Grundlage erhalten.

2.2.1 Gesetz zum Schutz vor schädlichen Bodenveränderungen und zur Sanierung von Altlasten (BBodSchG)

Nach § 1 hat das BBodSchG das Ziel, die Funktionen des Bodens zu sichern oder wiederherzustellen. Schädliche Bodenveränderungen sind abzuwehren, der Boden und Altlasten sowie hierdurch verursachte Gewässerverunreinigungen zu sanieren und Vorsorge gegen nachteilige Einwirkungen auf den Boden zu treffen.

Die nach § 7 BBodSchG bestehende Vorsorgepflicht wird in der landwirtschaftlichen Bodennutzung durch die gute fachliche Praxis erfüllt. Sie dient der nachhaltigen Sicherung der Bodenfruchtbarkeit und Leistungsfähigkeit des Bodens als natürliche Ressource. Zu den Grundsätzen der guten fachlichen Praxis gemäß § 17 BBodSchG gehört insbesondere, dass

- die Bodenbearbeitung unter Berücksichtigung der Witterung grundsätzlich standortangepasst zu erfolgen hat,
- die Bodenstruktur erhalten oder verbessert wird,
- Bodenverdichtungen, insbesondere durch Berücksichtigung der Bodenart, Bodenfeuchtigkeit und des von den zur landwirtschaftlichen Bodennutzung eingesetzten Geräten verursachten Bodendrucks, soweit wie möglich, vermieden werden,

- Bodenabträge durch eine standortgemäße Nutzung, insbesondere durch Berücksichtigung der Hangneigung, der Wasser- und Windverhältnisse sowie der Bodenbedeckung, möglichst vermieden werden,
- die naturbetonten Strukturelemente der Feldflur, insbesondere Hecken, Feldgehölze, Feldraine und Ackerterrassen, die zum Schutz des Bodens notwendig sind, 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.

2.2.2 Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung (BBodSchV)

Nach § 8 BBodSchV ist die Gefahrenabwehr von schädlichen Bodenveränderungen auf Grund von Bodenerosion durch Wasser zu vermeiden. Gemäß § 8 Abs. 6 BBodSchV soll bei einer landwirtschaftlich genutzten Erosionsfläche der zuständigen Beratungsstelle gemäß § 17 BBodSchG Gelegenheit geben werden, im Rahmen der Beratung geeignete erosionsmindernde Maßnahmen für die Nutzung der Erosionsfläche zu empfehlen. Bei Erteilung von Anordnungen sind diese im Einvernehmen mit der zuständigen landwirtschaftlichen Fachbehörde zu gestalten.

2.2.3 Bewertung der bodenschutzrechtlichen Vorschriften

Das Bodenschutzrecht führt die gute fachliche Praxis in die landwirtschaftliche Bodennutzung ein. Das Ziel ist die nachhaltige Sicherung der Bodenfruchtbarkeit und Leistungsfähigkeit des Bodens. Daraus lässt sich eine Vielzahl von Verknüpfungen zum Gewässerschutz ableiten, die direkt oder indirekt von den Bodeneigenschaften abhängen.

Die Vermeidung von Bodenabtrag (Erosion) tritt dabei als ein wichtiger Grundsatz zutage. Bei Erosion gelangt Bodenmaterial auf direktem Wege ins Gewässer und verlagert dabei vergleichsweise große Mengen partikelgebundener Stoffe wie beispielsweise Phosphat. Des Weiteren wirken sich Bodeneigenschaften wie Struktur, Verdichtung und biologische Aktivität auf den Wasserhaushalt des Bodens aus. Die gute fachliche Praxis fördert dabei die Infiltrationseigenschaften und verringert den Oberflächenabfluss, was einer effektiven Verringerung der Nährstofffrachten ins Gewässer entspricht.

2.3 Naturschutzrecht

2.3.1 Gesetz über Naturschutz und Landschaftspflege (Bundesnaturschutzgesetz – BNatSchG)

Das BNatSchG bildet die rechtliche Basis für den Erhalt der Schutzgüter Natur und Landschaft und die Maßnahmen von Naturschutz und Landschaftspflege.

Die Landwirtschaft ist derjenige Wirtschaftssektor, der am meisten in der Fläche wirkt, oft an naturbelassene Flächen angrenzt und naturnahe Flächen bearbeitet. Deswegen ist für die Verwirklichung der Ziele des Naturschutzes von großer Bedeutung, dass sie sich dessen Erfordernissen in entsprechendem Umfang anpasst. Gemäß § 5 BNatSchG sind Land-, Forst- und Fischereiwirtschaft verpflichtet, bei Maßnahmen der Landschaftspflege natur- und landschaftsverträglich zu wirtschaften. Dabei wird auf den Grundsatz der guten fachlichen Praxis des BBodSchG verwiesen, d. h. die Anwendung naturschutzverträglicher landwirtschaftlicher Methoden. Darüber hinaus werden folgende Grundsätze der guten fachlichen Praxis herausgestellt:

- Die Bewirtschaftung muss standortangepasst erfolgen und die nachhaltige Bodenfruchtbarkeit und langfristige Nutzbarkeit der Flächen gewährleistet werden.
- Die natürliche Ausstattung der Nutzfläche (Boden, Wasser, Flora, Fauna) darf nicht über das zur Erzielung eines nachhaltigen Ertrages erforderliche Maß hinaus beeinträchtigt werden.
- Die zur Vernetzung von Biotopen erforderlichen Landschaftselemente sind zu erhalten und nach Möglichkeit zu vermehren.
- Die Tierhaltung hat in einem ausgewogenen Verhältnis zum Pflanzenbau zu stehen und schädliche Umweltauswirkungen sind zu vermeiden.
- Auf erosionsgefährdeten Hängen, in Überschwemmungsgebieten, auf Standorten mit hohem Grundwasserstand und auf Moorstandorten ist ein Grünlandumbruch zu unterlassen.
- Die Anwendung von Düngemitteln und Pflanzenschutzmitteln hat nach Maßgabe des landwirtschaftlichen Fachrechtes zu erfolgen; eine Dokumentation über die Anwendung von Düngemitteln ist nach Maßgabe des § 7 der Düngeverordnung und eine Dokumentation über die Anwendung von Pflanzenschutzmitteln nach Maßgabe des Artikels 67 Absatz 1 Satz 2 der Verordnung (EG) Nr. 1107/2009 zu führen.

2.3.2 Sächsisches Gesetz über Naturschutz und Landschaftspflege (Sächsisches Naturschutzgesetz - SächsNatSchG)

Gute Fachliche Praxis

Als Landesrecht regelt das SächsNatSchG den Naturschutz in Sachsen. Gemäß § 1c sind Land-, Forst- und Fischereiwirtschaft verpflichtet, natur- und landschaftsverträglich zu wirtschaften und die Grundsätze der guten fachlichen Praxis zu beachten. Nach § 1c Abs.3 sind insbesondere einzuhalten:

- standortangepasste Bewirtschaftung und Gewährleistung der nachhaltigen Bodenfruchtbarkeit und langfristige Nutzbarkeit der Flächen
- Vernetzung von Biotopen durch Erhalt und nach Möglichkeit Vermehrung von Landschaftsstrukturelementen
- ausgewogenes Verhältnis der Tierhaltung zum Pflanzenbau und Vermeidung schädlicher Umweltauswirkungen
- kein Grünlandumbruch auf erosionsgefährdeten Hängen, in Überschwemmungsgebieten, auf Standorten mit hohem Grundwasserstand und auf Moorstandorten
- keine Beeinträchtigung der natürlichen Ausstattung der Nutzfläche (Boden, Wasser, Flora, Fauna) über das zur Erzielung eines nachhaltigen Ertrages erforderliche Maß hinaus

Verschlechterungsverbot

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. Der Schutz wild lebender europäischer Vogelarten und bestimmter Pflanzenarten sowie gegebenenfalls bestehende Auflagen in ausgewiesenen Vogelschutz- und FFH-Gebieten sind Cross Compliance-relevant.

2.4 Düngemittelrecht

Das Düngemittelrecht regelt das Inverkehrbringen und die Anwendung von Düngemitteln. Weiterhin wird die gute fachliche Praxis im Umgang mit Düngemitteln geregelt, um einer Gefährdung für Mensch, Tier und Naturhaushalt vorzubeugen.

2.4.1 Düngegesetz (DüngG)

Das 2009 in Kraft getretene DüngG ersetzt das bis dahin geltende Düngemittelgesetz. Gemäß § 3 Abs. 2 DüngG erfordert die gute fachliche Praxis, dass Art, Menge und Zeitpunkt der Anwendung von Düngemitteln am Bedarf der Pflanze und des Bodens auszurichten sind. Darüber hinaus wird das Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz dazu ermächtigt, die Anforderungen der guten fachlichen Praxis im Umgang mit Düngemitteln zu bestimmen (§ 3 Abs. 3 DüngG). So können zum Schutz von Gewässern insbesondere Vorschriften erlassen werden über

- Zeiträume, in denen das Aufbringen bestimmter Düngemittel auf landwirtschaftlichen Flächen verboten ist,
- flächenbezogene Obergrenzen für das Aufbringen von Nährstoffen aus Wirtschaftsdüngern tierischer Herkunft,
- das Aufbringen von Düngemitteln auf stark geneigten landwirtschaftlichen Flächen,
- das Aufbringen von Düngemitteln auf wassergesättigten, überschwemmten, gefrorenen oder schneebedeckten Böden,
- die Bedingungen für das Aufbringen von Düngemitteln auf landwirtschaftlichen Flächen in der Nähe von Wasserläufen,
- die Berücksichtigung von beim Weidegang anfallenden und den durch andere Maßnahmen als der Düngung zugeführten Nährstoffen,
- die Aufzeichnungen der Anwendung von Düngemitteln,
- die Technik zum Aufbringen von Düngemitteln,
- die Lagerkapazität für Wirtschaftsdünger.

2.4.2 Verordnung über das Inverkehrbringen von Düngemitteln, Bodenhilfsstoffen, Kultursubstraten und Pflanzenhilfsmitteln (Düngemittelverordnung - DüMV)

Die DüMV regelt das Inverkehrbringen von Düngemitteln, die nicht als EG-Düngemittel deklariert sind. Nach § 3 DüMV darf von den Inhaltsstoffen, die nicht typbestimmend sind, keine Gefahr für Boden, Mensch, Tier und Nutzpflanzen sowie Umwelt ausgehen. Genauso dürfen Wirtschaftsdünger bei sachgerechter Anwendung keine Gefahr für die soeben genannten Schutzgüter darstellen (§ 4 DüMV). Von Seiten des Gewässer- und Naturschutzes sichern diese Vorkehrmaßnahmen die Grundvoraussetzungen eines Einsatzes von Düngemitteln ab.

2.4.3 Verordnung über die Anwendung von Düngemitteln, Bodenhilfsstoffen, Kultursubstraten und Pflanzenhilfsmitteln nach den Grundsätzen der guten fachlichen Praxis beim Düngen (Düngeverordnung - DüV)

In der Düngeverordnung wurden erstmalig auf Bundesebene einheitliche Grundsätze zur guten fachlichen Praxis bei der Düngung festgelegt. Neben der Konkretisierung von Grundsätzen der guten fachlichen Praxis hat die DüV auch die Verminderung von stofflichen Risiken durch die Anwendung von Düngemitteln etc. zum Ziel. Hierzu sind folgende Regelungen zu beachten:

- 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 (§ 3 Abs. 3):
 - Stickstoff mindestens jährlich durch N_{\min} -Untersuchungen oder Empfehlungsrichtwerte,
 - Phosphat auf Schlägen >1 ha mindestens alle sechs Jahre durch Bodenuntersuchungen,
- Ausbringungsverbot auf überschwemmten, wassergesättigten, gefrorenen oder schneebedeckten Böden (§ 3 Abs. 5),
- Einhaltung von Abstandsaufgaben zu oberirdischen Gewässern (§ 3 Abs. 6):
 - 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 (§ 3 Abs. 10),
- Ermittlung der Nährstoffgehalte (N und P) von organischen und organisch-mineralischen Düngemitteln, einschließlich Wirtschaftsdünger, vor Applikation (§ 4 Abs. 1),
- unverzügliche Einarbeitung von flüssigen organischen bzw. organisch-mineralischen Düngemitteln oder Geflügelkot auf unbestelltem Ackerland (§ 4 Abs. 2),
- max. Ausbringung von Wirtschaftsdüngern tierischer Herkunft auf Acker- und Grünland im Betriebsdurchschnitt 170 kg N/ha (bis 230 kg N/ha auf Intensivgrünlandflächen) (§ 4 Abs. 3),
- Ausbringungsverbot für Düngemittel mit wesentlichem Gehalt an verfügbarem Stickstoff auf Ackerland vom 01.11.–31.01. und auf Grünland vom 15.11.–31.01. (§ 4 Abs. 5)
- Ausbringung von max. 40 kg NH_4 -N/ha oder 80 kg Gesamt-N/ha mit flüssigem organischen bzw. organisch-mineralischen Düngemittel oder Geflügelkot auf Ackerland nach Ernte der Hauptfrucht nur bei Anbau einer Folgekultur inklusive Zwischenfrucht im gleichen Jahr oder zur Düngung der Getreidestrohrotte (§ 4 Abs. 6),
- Erstellung einer jährlichen betrieblichen Nährstoffbilanz für Stickstoff und Phosphat als Flächen- oder aggregierte Schlagbilanz (§ 5 Abs. 1),
- Einhaltung von maximalen N- und P-Salden im Gesamtbetrieb (§ 6 Abs. 2):
 - max. 20 kg/ha P_2O_5 -Überschuss im 6-jährigen Durchschnitt,
 - max. 60 kg/ha N-Überschuss im 3-jährigen Durchschnitt,
- Erstellung von Aufzeichnungen bis zum 31.03. des Folgejahres zu Nährstoffbilanzen, N_{\min} - Werten, Bodenuntersuchungsergebnissen und Nährstoffgehalten der organischen Düngemittel (§ 7 Abs. 1),
- sieben Jahre Aufbewahrungsfrist sämtlicher Aufzeichnungen (§ 7 Abs. 3).

2.4.4 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 Siloraumes
- Anzeigepflicht von Dung- und Silagesickersaftanlagen
- höhere Anforderungen an Anlagen in Schutz- und Überschwemmungsgebieten

2.4.5 Bewertung des Düngemittelrechts

Das Düngemittelrecht stellt umfassende Anforderungen an die Beschaffenheit der eingesetzten Düngemittel und deren Anwendung. Die Gesetze und Verordnungen regeln den Einsatz von Düngemitteln ausdrücklich auch unter dem Aspekt der Umweltverträglichkeit. Besonders die Düngemittelverordnung formuliert in den Grundsätzen der guten fachlichen Praxis Gebote und Verbote für den Einsatz von Düngemitteln. Die Festlegung maximal zulässiger Düngergaben und Nährstoffüberschüsse bedeutet einen direkten Anspruch an die landwirtschaftliche Praxis, der das Gefährdungspotenzial für Gewässer verringert.

2.5 Pflanzenschutzrecht

Ziel des Pflanzenschutzrechtes ist zum einen die Regelung des Schutzes von Pflanzen und pflanzlichen Erzeugnissen vor Schadorganismen. Zum anderen ist es das Ziel, Gefahren, die für Mensch, Tier und Umwelt durch die Anwendung von Pflanzenschutzmitteln entstehen können, vorzubeugen.

2.5.1 Gesetz zum Schutz der Kulturpflanzen (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 (PSM) oder durch andere Maßnahmen des Pflanzenschutzes, insbesondere für die Gesundheit von Mensch und Tier und für den Naturhaushalt, entstehen können. Das Gesetz regelt die Zulassung, den Vertrieb und die Anwendung von PSM sowie die Anforderungen an die Pflanzenschutzgeräte. Wichtige Grundsätze der guten fachlichen Praxis im Pflanzenschutz sind:

- standortgerechte Anbausysteme, Fruchtfolgen, Kulturarten, Bodenbearbeitung, Pflegemaßnahmen und Düngung
- Nutzung von Toleranz- oder Resistenzeigenschaften bei der Sortenwahl
- Nutzung von Hygienemaßnahmen
- spezifische 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 PSM-Anwendungen und PSM-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.

2.5.2 Bewertung des Pflanzenschutzgesetzes

Zielsetzung des Gesetzes ist sowohl der Schutz der Pflanze als auch die Abwehr von Gefahren durch den Einsatz der Pflanzenschutzmittel. Die gute fachliche Praxis im Umgang mit Pflanzenschutzmitteln und der integrierte Pflanzenschutz werden gefordert. Damit kommt das Pflanzenschutzgesetz dem Auftrag nach, den Naturhaushalt vor möglichen Gefahren durch die Anwendung von Pflanzenschutzmitteln zu schützen.

2.6 Abfallrecht

Im Abfallrecht sind Behandlung, Transport und Entsorgung von Abfällen geregelt. Für die Landwirtschaft ist die Klärschlammverordnung als Umsetzung der Klärschlamm-Richtlinie (86/278/EWG) von Relevanz, weil diese die Nutzung von Klärschlamm aus Abwasserreinigungsanlagen auf landwirtschaftlichen Flächen regelt.

2.6.1 Klärschlammverordnung (AbfKlärV)

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. Die Verordnung enthält Grenzwerte für Schwermetalle und schreibt die regelmäßige Durchführung von Boden- und Klärschlammuntersuchungen vor. Darüber hinaus regelt die AbfKlärV u. a. die

- Voraussetzungen für das Aufbringen auf landwirtschaftlich oder gärtnerisch genutzten Böden,
- Aufbringungsverbote und Beschränkungen,
- Aufbringmenge,
- Nachweispflichten.

2.6.2 Verordnung über die Verwertung von Bioabfällen auf landwirtschaftlich, forstwirtschaftlich und gärtnerisch genutzten Böden (Bioabfallverordnung – BioAbfV)

Die BioAbfV regelt die Behandlung und Untersuchung von Bioabfällen, die für die Aufbringung in landwirtschaftlichen, forstwirtschaftlichen oder gartenbaulichen Flächen vorgesehen sind.

2.6.3 Bewertung der Klärschlammverordnung und der Bioabfallverordnung

Klärschlammverordnung und Bioabfallverordnung regeln die Ausbringung von Reststoffen auf landwirtschaftlichen Flächen. Durch die Bestimmungen soll sichergestellt werden, dass sich die Bodenbeschaffenheit nicht verschlechtert. Indirekt wird damit auch einem Nährstoffaustrag in anliegende Gewässer vorgebeugt.

2.7 EU-Agrarreform und Agrarumweltprogramme

2.7.1 Cross Compliance (Verordnung [EG] Nr. 73/2009)

Die Gewährung von Direktzahlungen nach Cross Compliance sind an die Einhaltung von Vorschriften in den Bereichen Umwelt, Lebensmittel- und Futtermittelsicherheit sowie Tiergesundheit und Tierschutz geknüpft. Verstöße gegen diese Vorschriften führen zu einer Kürzung der Direktzahlungen. Neben der Verordnung (EG) Nr. 73/2009 gelten das Direktzahlungen-Verpflichtungsgesetz (DirektZahlVerpflG) Direktzahlungen-Verpflichtungenverordnung (DirektZahlVerpflV). Innerhalb der Cross Compliance Anforderungen bestehen Auflagen, die einen Schutz von Gewässern bewirken. Im Einzelnen sind das

- die Vermeidung von Erosion auf erosionsgefährdeten Flächen,
- der Erhalt organischer Substanz im Boden und Schutz der Bodenstruktur,
- das Verbot des Grünlandumbruchs in bestimmten Gebieten,
- das Beseitigungsverbot für bestimmte Landschaftselemente,
- die Lagerung von Gefahrstoffen, Wirtschaftsdünger, Kompost und Silagen.

2.7.2 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)

Die RL AuW fördert im Interesse einer nachhaltigen Entwicklung landwirtschaftliche Produktionsverfahren, die auf die Erhaltung der Kulturlandschaft in ihrer Vielfalt und ihrem Erholungswert, auf die Erhaltung bedrohter kulturhistorisch wertvoller Teiche sowie auf den Schutz der Umwelt und die Erhaltung des ländlichen Lebensraumes ausgerichtet sind. Außerdem werden spezielle Bewirtschaftungsweisen landwirtschaftlicher Nutzflächen gefördert, die den Erfordernissen des Naturschutzes, der Erhaltung der Landschaft und ihrer Merkmale gerecht werden. Die RL AuW besteht aus einem Maßnahmenkatalog, der bei Anwendung durch den Landwirt durch eine finanzielle Zuwendung gefördert wird. Die Teilnahme an AuW ist freiwillig.

Die AuW Maßnahmen gliedern sich in fünf Gebiete:

- Stoffeintragsminimierende Bewirtschaftung
- Ökologischer Landbau
- Extensive Grünlandwirtschaft und naturschutzgerechte Grünlandbewirtschaftung und Pflege
- Naturschutzgerechte Bewirtschaftung und Gestaltung von Ackerflächen
- Teichpflege und naturschutzgerechte Teichbewirtschaftung

2.7.3 Bewertung der Agrarreform und Agrarumweltprogramme

Sowohl Cross Compliance als auch AuW zielen auf eine Umsetzung von Maßnahmen durch finanziellen Anreiz ab. Dabei drohen bei Verstößen gegen die Cross Compliance-Regelungen Sanktionen, während bei den AuW die Umsetzung von Maßnahmen eine finanzielle Förderung erfährt. Beide Programme haben die nachhaltige Entwicklung des ländlichen Lebensraums und den Schutz der Umwelt zum Ziel. An die Maßnahmen knüpfen sich direkte Zahlungen an den Landwirt. Daher besteht ein unmittelbarer finanzieller Anreiz zur Umsetzung der Maßnahmen, der bei anderen Rechtsgrundlagen nicht gegeben ist.

2.8 Bewertung der rechtlichen Vorgaben

Die rechtlichen Regelungen zum Stoffaustrag aus landwirtschaftlichen Flächen und der Schutz von Gewässern vor dem Stoffeintrag sind sehr umfassend. Der Gesetzgeber formuliert eindeutig, dass es Aufgabe der Landwirtschaft ist, die Landschaft nachhaltig zu bewirtschaften und knüpft daran die Grundsätze der guten fachlichen Praxis. Werden diese Grundsätze nicht eingehalten, begeht der Landwirt eine Ordnungswidrigkeit beziehungsweise werden Fördermittel einbehalten. Das Erreichen eines guten ökologischen und chemischen Zustands in den Oberflächengewässern ist im Wasserrecht verankert und dient der Umsetzung der WRRL. Weil die wasserrechtliche Gesetzgebung nicht direkt auf die landwirtschaftliche Praxis einwirken kann, müssen die Ziele der WRRL an anderer Stelle mit anderen Mitteln verfolgt werden. Ansätze hierfür sind Cross Compliance sowie Agrar- und Umweltmaßnahmen.

Ausgehend von diesen umfassenden bestehenden rechtlichen Regelungen wird klar, dass eine Verschärfung oder Erweiterung des Rechtssystems keine maßgeblichen Veränderungen herbeiführen kann. Zum einen, weil die Umsetzung der bestehenden Regeln das Risiko eines Stoffaustrags bereits minimiert, zum anderen, weil sich die landwirtschaftliche Praxis maßgeblich an finanziellen Anreizen orientiert (Förderprogramme, Subventionen) und die gesetzlichen Gebote diesen Anreiz nicht bieten können. Daher besteht ein wichtiger Ansatzpunkt im Gespräch und der Beratung mit dem Landwirt. Die Umsetzung von Maßnahmen gemeinsam mit den Landwirten erleichtert und beschleunigt deren Fortschritt. Daher ist ein Miteinbeziehen der Landwirte und die Berücksichtigung ihrer Interessen eine wichtige Voraussetzung für deren erfolgreiche Umsetzung.

3 Untersuchungsgebiet

3.1 Bierlichtbach

3.1.1 Einzugsgebiet und Gewässer

Das Einzugsgebiet (EZG) des Bierlichtbachs liegt im Landkreis Meißen zwischen den Städten Meißen und Großenhain und hat eine Ausdehnung von 36,6 km² (Abbildung 1). Der Bierlichtbach (DESN_53849222) verläuft überwiegend in nördliche Richtung von der Quelle bei Ockrilla bis zur Mündung in den Hopfenbach nordwestlich von Lenz. Die Fließlänge beträgt rund 8,1 km. Der Bierlichtbach wird durch zahlreiche kleine, oft nur temporär-wasserführende Zuflüsse aus dem Einzugsgebiet gespeist.

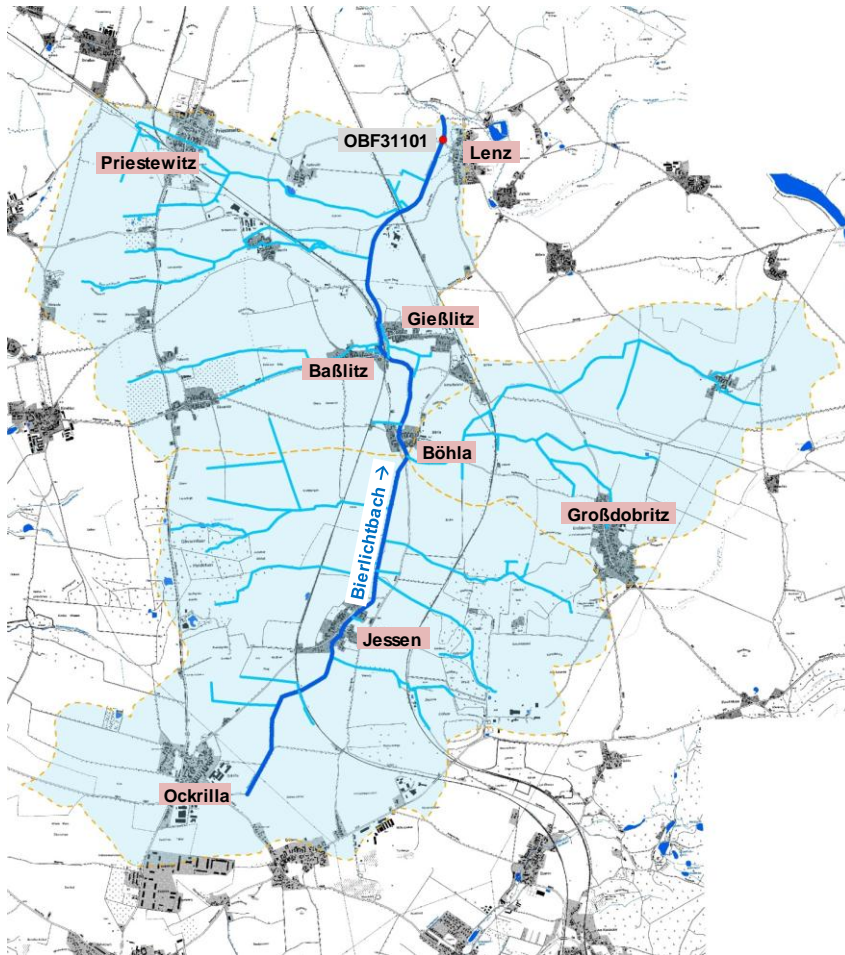


Abbildung 1: Einzugsgebiet des Bierlichtbachs mit Nebengewässern, ausgewählten Ortschaften und der Gütemessstelle OBF31101 (Daten: LfULG)

Der Bierlichtbach befindet sich im Tiefland und wird im Leitbild deutscher Fließgewässertypen nach SOMMERHÄUSER & POTTGIESSER (2008) als „sandgeprägter Tieflandbach“ (Fließgewässertyp 14) klassifiziert. Das Leitbild dieses Gewässertyps ist charakterisiert durch überwiegend sandige Sohlsubstrate, ausgedehnte ruhig fließende Strömungsabschnitte mit kurzen turbulenten Abschnitten an Totholz- und Wurzelbarrieren oder Kehrströmen an Kolken, deutlich ausgeprägte Prall- und Gleithängen und einer mittleren bis hohen Abflussschwankung im Jahresverlauf. Tatsächlich ist der Bierlichtbach deutlich eingetieft und verläuft begradigt, so dass dieses Leitbild nicht erreicht wird. Als Bodenart dominiert im EZG der Sandlöss.

3.1.2 Landnutzung

Das EZG des Bierlichtbachs unterliegt mit 78 % Flächenanteil überwiegend der landwirtschaftlichen Nutzung. Der Anteil der Flächennutzung für Grünland und Ruderalfluren beträgt 10 %. Siedlungsflächen, Infrastruktur und Grünflächen machen 8 % des Gesamtgebietes aus. Wald- und Forstflächen sind im EZG des Bierlichtbachs mit einem Anteil von nur 3 % sehr selten (Abbildung 2, Tabelle 1).

Abbildung 2 verdeutlicht die Verteilung der Landnutzungsarten im Einzugsgebiet des Bierlichtbachs auf Grundlage der CIR-Kartierung. Feine Strukturen wie beispielsweise zur Beschreibung der Beschaffenheit von Gewässerrandstreifen sind in der CIR-Kartierung nicht enthalten.

Tabelle 1: Anteile der Landnutzungsarten im EZG des Bierlichtbachs nach Auswertung der CIR-Kartierung (CIR-Daten: LfULG)

Art der Landnutzung	prozentualer Anteil [%]
Acker (landwirtschaftliche Nutzung)	78
Baumgruppen, Hecken, Gebüsche	1
Grünland, Ruderalflur	10
Siedlung, Infrastruktur, Grünflächen	8
Wälder und Forsten	3

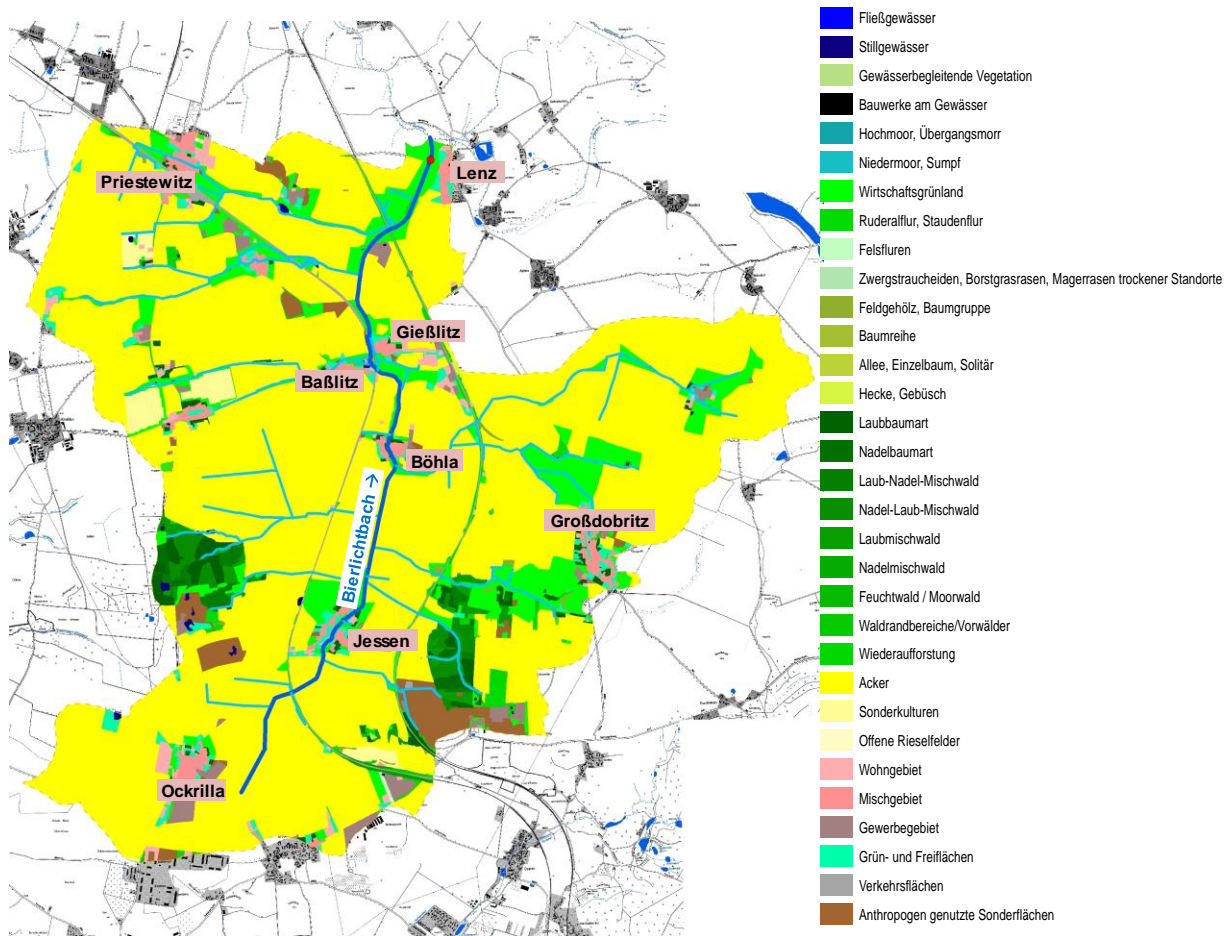


Abbildung 2: Verteilung der Landnutzungsarten im Einzugsgebiet des Bierlichtbachs

3.1.3 Gewässerbeschaffenheit

Ökologischer und chemischer Zustand

Mit der Umsetzung der EG-Wasserrahmenrichtlinie ist in den berichtspflichtigen Gewässern mindestens ein guter ökologischer und chemischer Zustand bzw. ein gutes ökologisches Potenzial zu erreichen. Der Bierlichtbach ist ein berichtspflichtiges Fließgewässer und als natürlicher Wasserkörper eingestuft. Grundlage der Zustandsbewertung sind die physikalisch-chemischen (RC) und biologischen Qualitätskomponenten (RB), die an der Messstelle OBF31103 bei Lenz im Unterlauf des Bierlichtbachs im Rahmen eines operativen Monitorings ausgewiesen werden. Die Bewertungsergebnisse sind in einem entsprechenden Bericht des LfULG (FRIESE et al. 2009) aufgeführt.

Der ökologische Zustand und das Potenzial des Bierlichtbachs werden nach SächsWRRLVO (Richtlinie 2008/105/EG, Datengrundlage 2006–2008) insgesamt als schlecht bewertet. Die Fischereibehörde ordnet den Bierlichtbach der Äschenregion zu. Im Rahmen der Befischung konnten die Arten Dreistachliger Stichling, Flussbarsch und Gründling nachgewiesen werden. Die Teilbewertung des Fischbestandes wird als schlecht eingestuft.

Hinsichtlich des chemischen Zustandes wurde festgestellt, dass die Umweltqualitätsnorm für einen oder mehrere Schadstoffe überschritten wurde (entspricht Klasse 3). Die Nährstoffbelastung (N, P) des Bierlichtbachs ist aufgrund der Lage im landwirtschaftlich geprägten Einzugsgebiet hoch. Die Qualitätsklasse der Saprobie wird hingegen als gut eingeschätzt. Abbildung 3 zeigt die Entwicklung des Stickstoffhaushaltes im Bierlichtbach im Zeitraum 2006–2011. Im Jahr 2009 wurden keine Messwerte erhoben. Der ins Gewässer eingetragene Stickstoff liegt überwiegend als Nitrat-Stickstoff vor. Der Anteil von Ammonium-Stickstoff ist demgegenüber vernachlässigbar gering. Die Konzentration an Nitrat-Stickstoff beträgt im mehrjährigen Mittel 11,8 mg/l. Die Gesamtstickstoff-Konzentration beträgt im mehrjährigen Mittel 14,3 mg/l. Für die Zustandsbewertung nach EG-WRRL ist als gültige Umweltqualitätsnorm 50 mg/l NO_3^- (entspricht 11,3 mg/l NO_3^- -N) im Jahresdurchschnitt einzuhalten. Dieser Grenzwert wurde im Bierlichtbach in den Jahren 2007, 2008, 2010 und 2011 überschritten.

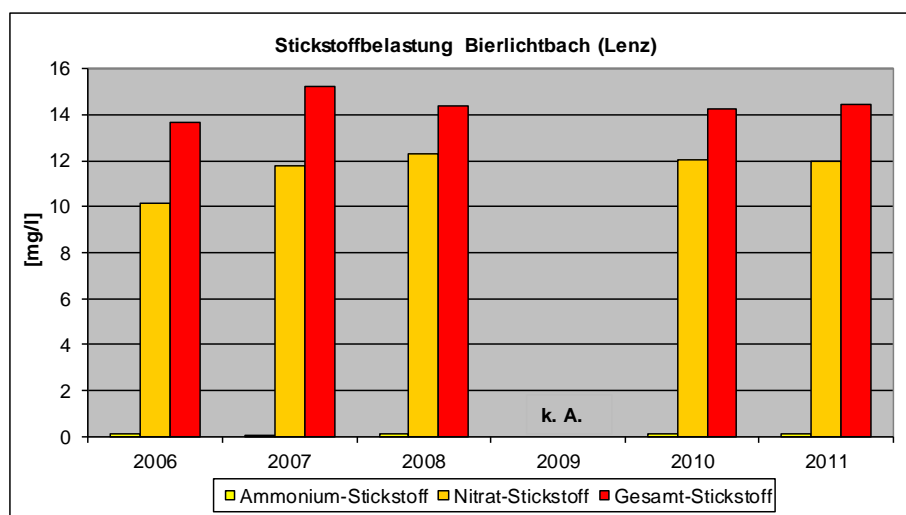


Abbildung 3: Entwicklung der Stickstoffbelastung (jährliche Mittelwerte) des Bierlichtbachs in den Jahren 2006–2011 (Messstelle Lenz OBF31101, Daten: LfULG, k. A. = es liegen keine Angaben vor)

Im Bierlichtbach wurde im Zeitraum 2006–2011 der Phosphorgehalt bestimmt. Im Jahr 2009 wurden keine Messwerte erhoben. Abbildung 4 zeigt die Schwankung der jährlichen Belastung an Gesamt-Phosphor im Bereich zwischen 0,08 im Jahr 2007 und 0,23 mg/l im Jahr 2010. Das Jahresmittel an o-Phosphat-P schwankt vergleichsweise wenig zwischen 0,04 mg/l im Jahr 2006 und 0,025 mg/l im Jahr 2011. Der Anteil von ortho-Phosphat-P gegenüber Gesamt-Phosphor beträgt im Mittel 28 %. Gemäß den Angaben aus dem Modell „Stoffbilanz“ (HALBFASS et al. 2009) bzgl. der Quellen des eingetragenen Gesamt-Phosphors gelangen 65 % über diffuse landwirtschaftliche Quellen, 17 % über diffuse Sickerwasserströme und 13 % über Punktquellen in den Bierlichtbach.

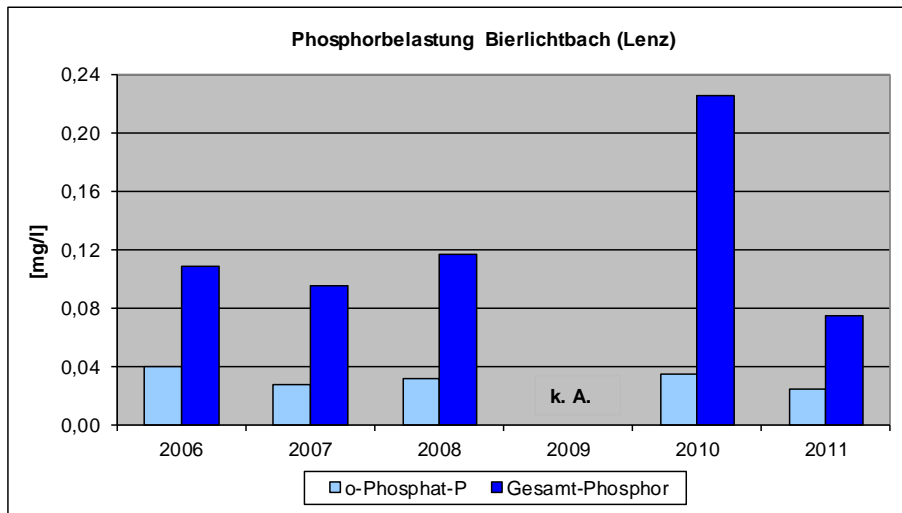


Abbildung 4: Entwicklung der Phosphorbelastung (jährliche Mittelwerte) des Bierlichtbachs in den Jahren 2006–2011 (Messstelle Lenz OBF31101, Daten: LfULG, k. A. = es liegen keine Angaben vor)

Gewässerstrukturgüte

Die Struktur des Gewässers wurde gegenüber dem Leitbild des Gewässertyps insgesamt stark bis sehr stark verändert. Die Auswertung der Strukturgütekartierung ergab insgesamt die Strukturgüteklasse 5 (Ergebniswert 4,7), was auf eine stark veränderte Gewässerstruktur hindeutet.

3.2 Leine-1

3.2.1 Einzugsgebiet und Gewässer

Das Einzugsgebiet der Leine-1 liegt im Landkreis Nordsachsen rund 15 km nördlich von Leipzig und hat eine Ausdehnung von 31,9 km² (Abbildung 5). Die Leine-1 (DESN_54968-1) verläuft anfangs in nordwestliche Richtung bis Krostitz, wo der Verlauf auf nordöstliche Richtung dreht. Die Quelle der Leine-1 liegt südöstlich von Krostitz im Bereich landwirtschaftlich genutzter Flächen. Zwischen Schönwölkau und Lindenhayn mündet bzw. geht die Leine-1 in die Leine-2 über. Die Fließlänge beträgt rund 10,1 km. Die Leine-1 wird überwiegend durch rechtsseitig zuströmende Gräben und Bäche, wie beispielsweise den Boydaer Bach (DESN_54968-2) und einen namenlosen Zufluss (DESN_54968-36), gespeist. Leine-1 und diese beiden Zuflüsse wurden in dieser Untersuchung betrachtet.

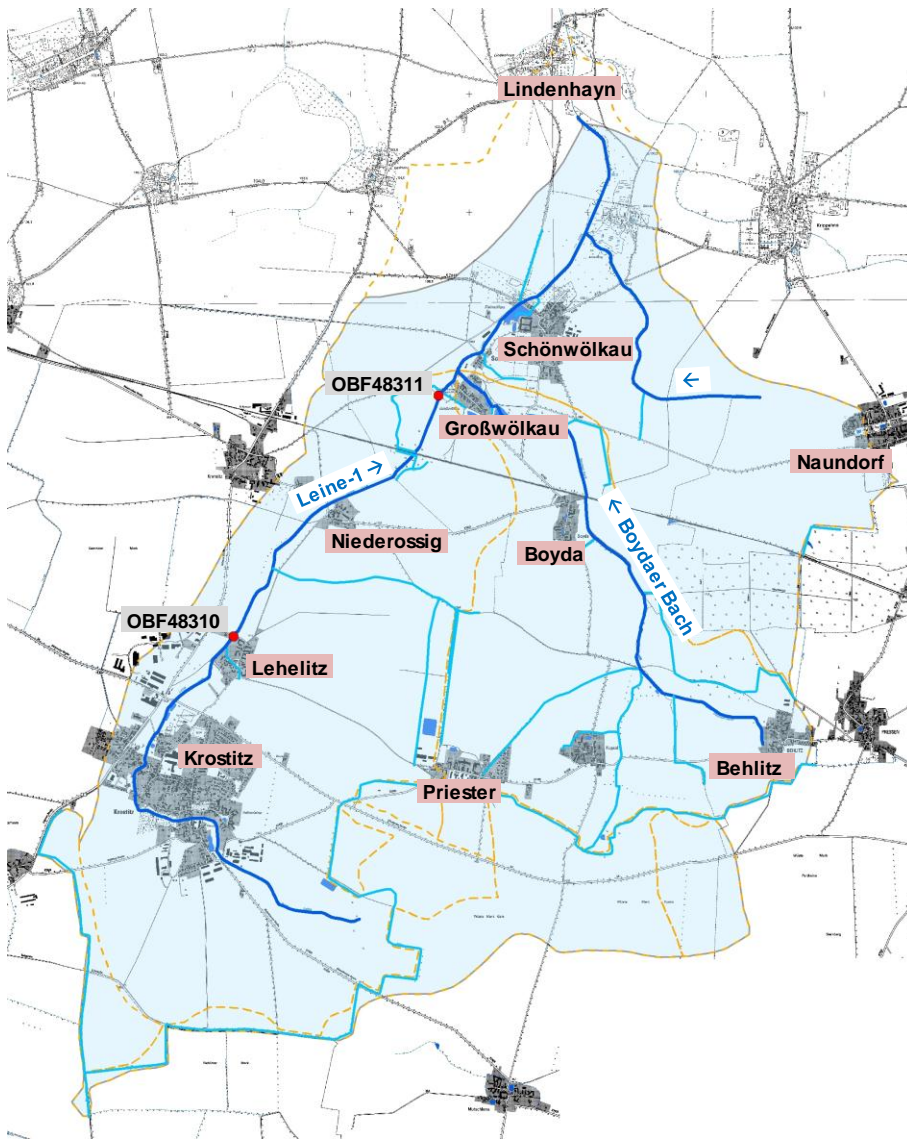


Abbildung 5: Einzugsgebiet der Leine-1 mit Nebengewässern Boydaer Bach (DESN_54968-2) und DESN_54968-36, ausgewählten Ortschaften und den Gütemessstellen OBF48310 und OBF48311 (Daten LfULG Sachsen)

Die Leine-1 befindet sich im Tiefland und gilt gemäß Leitbild deutscher Fließgewässertypen nach SOMMERHÄUSER & POTTGIEßER (2008) als „Löss-lehmgeprägter Tieflandbach“ (Fließgewässertyp 18). Das Leitbild dieses Gewässertyps ist charakterisiert durch feinkörnige und oft suspendiert vorliegende Sohlsubstrate aus Schluff und Ton. Tatsächlich verlaufen die Gewässer in diesem Gebiet jedoch begradigt und eingetieft. Das Gewässer wird als ständig wasserführend eingestuft, wobei der Oberlauf während niederschlagsarmen Perioden zur Trockenheit neigt. Im EZG der Leine-1 dominieren Sande und Lösssand als Bodenart.

3.2.2 Landnutzung

Das Einzugsgebiet der Leine-1 unterliegt mit 88 % überwiegend der landwirtschaftlichen Nutzung. Der Anteil der Flächennutzung für Siedlung, Infrastruktur und Grünflächen beträgt 5 %. Grünland und Ruderalfluren sowie Wald- und Forstflächen machen jeweils nur 3 % des Gesamtgebietes aus (Tabelle 2).

Tabelle 2: Anteile der Landnutzungsarten im EZG der Leine-1 nach Auswertung der CIR-Kartierung (CIR-Daten: LfULG)

Art der Landnutzung	prozentualer Anteil [%]
Acker (landwirtschaftliche Nutzung)	88
Grünland, Ruderalflur	3
Siedlung, Infrastruktur, Grünflächen	5
Wälder und Forsten	3
Sonstige	1

Abbildung 6 verdeutlicht die Verteilung der Landnutzungsarten im Einzugsgebiet Leine-1 auf Grundlage der CIR-Kartierung. Feine Strukturen wie beispielsweise zur Beschreibung der Beschaffenheit von Gewässerrandstreifen sind in der CIR-Kartierung nicht enthalten.

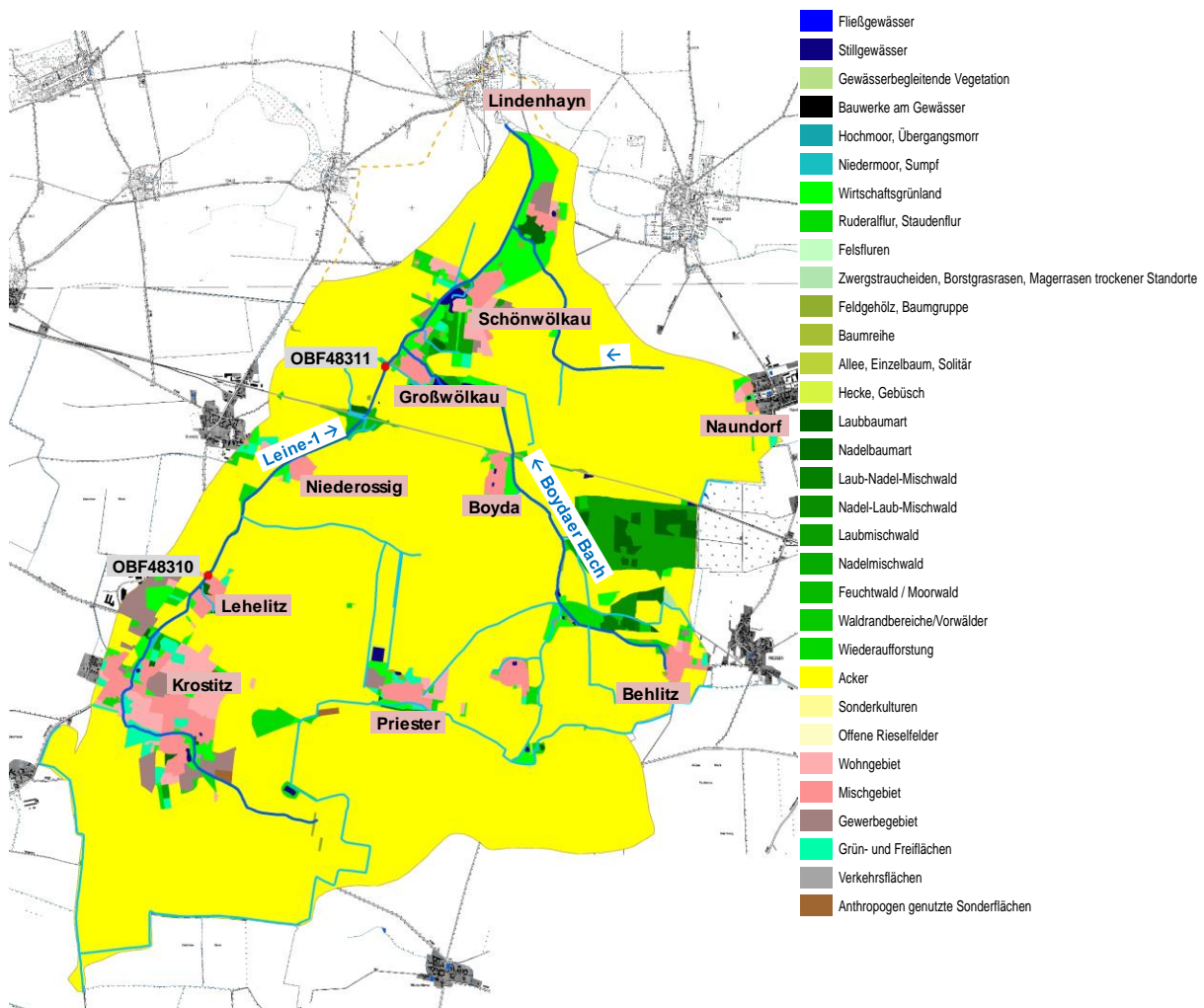


Abbildung 6: Verteilung der Landnutzungsarten im Einzugsgebiet der Leine-1

3.2.3 FFH-Gebiete

Im Einzugsgebiet der Leine-1 befinden sich zwei FFH-Gebiete, die einer besonderen Schutzwürdigkeit unterliegen (Abbildung 7):

- Kämmereiforst (zwischen Naundorf und Behlitz)

→ Leinegebiet (um das Flussgebiet der Leine, beginnend zwischen Niederrossig und Großwölkau und dem Boydaer Bach bei Behlitz)

Die überwiegend landwirtschaftlichen Einträge von Stickstoff und Phosphor in die Leine-1 bzw. in ihre Nebengewässer wirken sich auf die Wasserbeschaffenheit aus. Eine erhebliche Beeinträchtigung des Leinegebietes besteht jedoch nicht. Die artenreiche und stellenweise flächig ausgebildete Wasservegetation spricht für gute Lebensraumbedingungen. In Leine-1 wurden die Fischarten Dreistachliger Stichling, Moderlieschen und Schleie nachgewiesen. Die schutzbedürftigen Fischarten Schlammpeitzger und Steinbeißer, die in der Leine unterhalb Lindenhayn vorzufinden sind, reagieren auf Nährstoffeinträge weniger empfindlich als auf Sohlberäumungen des Gewässerlaufs (KLEINKNECHT 2010; LANGE et al. 2007).

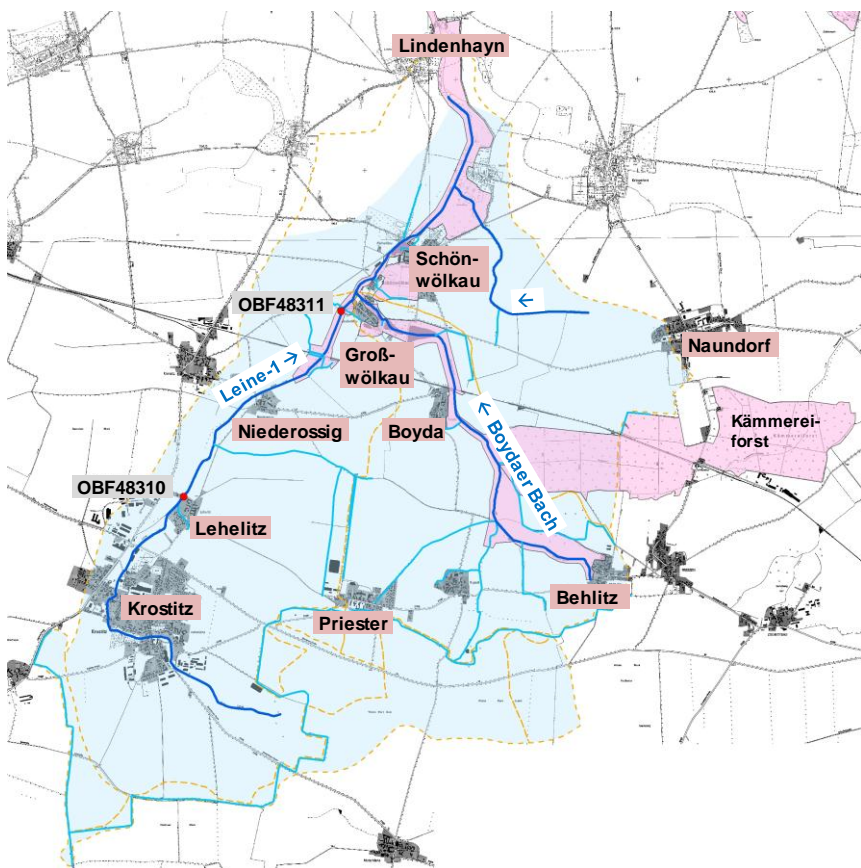


Abbildung 7: Lage von FFH-Gebieten (rosa hinterlegte Flächen) im EZG der Leine-1

3.2.4 Gewässerbeschaffenheit

Ökologischer und chemischer Zustand

Mit der Umsetzung der EG-Wasserrahmenrichtlinie ist in den berichtspflichtigen Gewässern mindestens ein guter ökologischer und chemischer Zustand bzw. ein gutes ökologisches Potenzial zu erreichen. Die Leine-1 ist ein berichtspflichtiges Fließgewässer und als natürlicher Wasserkörper (NWB) eingestuft. Grundlage der Zustandsbewertung sind die physikalisch-chemischen (RC) und biologischen Qualitätskomponenten (RB), die an den Messstellen OBF48310 bei Lehelitz und OBF48311 bei Großwölkau im Rahmen eines operativen Monitorings ausgewiesen werden. Die Bewertungsergebnisse sind in einem entsprechenden Bericht des LfULG (FRIESE et al. 2009) aufgeführt.

Der ökologische Zustand und das Potenzial der Leine-1 werden nach SächsWRRLVO (Richtlinie 2008/105/EG, Datengrundlage 2006-2008) insgesamt als schlecht bewertet. Die Fischereibehörde ordnet die Leine-1 der Barbenregion zu. Im Rahmen der Befischung konnten die Arten Dreistachliger Stichling, Modersleschen und Schleie nachgewiesen werden. Die Teilbewertung des Fischbestandes wird als schlecht eingestuft.

Hinsichtlich des chemischen Zustandes wurde festgestellt, dass die Umweltqualitätsnorm für einen oder mehrere Schadstoffe überschritten wurde (entspricht Klasse 3). Die Nährstoffbelastung (N, P) der Leine-1 ist aufgrund der Lage im landwirtschaftlich geprägten Einzugsgebiet hoch. Die Qualitätsklasse der Saprobie wird als mäßig eingeschätzt.

Der Stickstoffhaushalt der Leine-1 wurde von 1999–2011 überwacht. Abbildung 8 zeigt, dass die im Gewässer nachgewiesene Gesamtstickstoff-Konzentration seit dem Jahr 2000 zwischen 15 und 20 mg/l schwankt, mit Ausnahme des Jahres 2009. Der Anteil des Ammonium-Stickstoffs ist seit dem Jahr 2008 signifikant zurückgegangen, was im Zusammenhang mit der Modernisierung von Kläranlagen bzw. der verminderten Einleitungskonzentration zu sehen ist. Der Anteil von Nitrat-Stickstoff beträgt gegenüber dem Gesamtstickstoff rund ein Drittel (Betrachtungszeitraum seit 2005). Die NO₃-N-Konzentration schwankt seit 2005 zwischen 10 und 15 mg/l mit Ausnahme des Jahres 2009. Im Zeitraum von 2005 bis 2011 beträgt die mittlere Nitrat-Stickstoff-Konzentration 11,3 mg/l, während die mittlere Gesamtstickstoff-Konzentration 17,1 mg/l beträgt. Für die Zustandsbewertung nach EG-WRRL ist als gültige Umweltqualitätsnorm 50 mg/l NO₃ (entspricht 11,3 mg/l NO₃-N) im Jahresdurchschnitt einzuhalten. Dieser Grenzwert wurde in der Leine-1 mehrfach (Jahre 2006, 2008, 2010, 2011) überschritten.

Der Phosphorhaushalt der Leine-1 wurde im Zeitraum 2006–2011 überwacht. Die Abbildung 9 zeigt innerhalb der letzten 10 Jahre eine jährliche Spitzenbelastung an Gesamt-Phosphor von 3,0 mg/l im Jahr 2004. In den nachfolgenden Jahren hat die Gesamt-Phosphorkonzentration im Jahresmittel allmählich abgenommen und liegt seit 2008 unter 0,5 mg/l. Der Anteil an ortho-Phosphat-P beträgt seit 2008 rund 60 % der Gesamt-Phosphor-Konzentration. Gemäß den Angaben aus dem Modell „Stoffbilanz“ (HALBFASS et al. 2009) gelangen jeweils 40 % des eingetragenen Gesamt-Phosphors über diffuse landwirtschaftliche Quellen und diffuse Sickerwasserströme sowie rund 20 % über Punktquellen in die Leine-1.

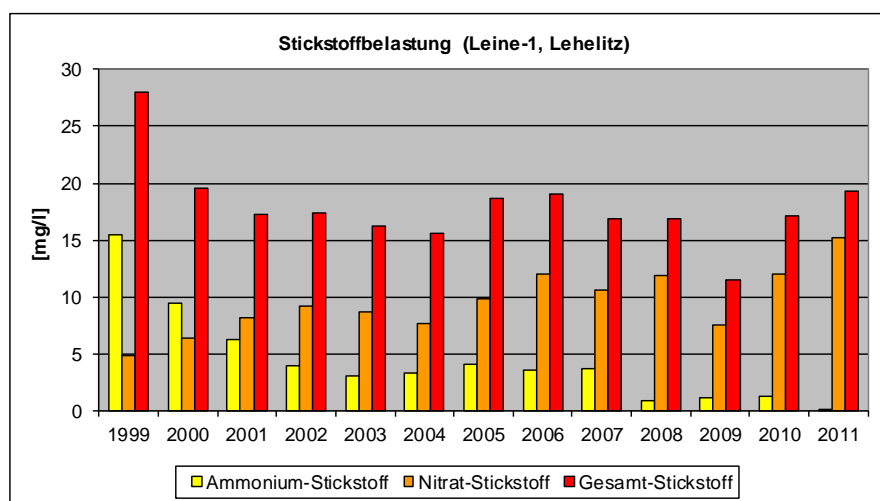


Abbildung 8: Entwicklung der Stickstoffbelastung (jährliche Mittelwerte) der Leine-1 in den Jahren 1999–2011 (Messstelle Lehelitz OBF48310, Daten LfULG)

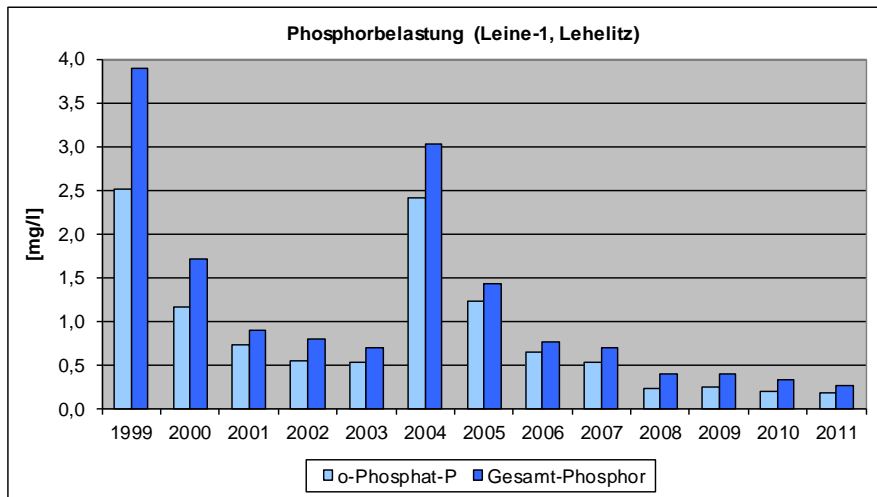


Abbildung 9: Entwicklung der Phosphorbelastung (jährliche Mittelwerte) der Leine-1 in den Jahren 1999–2011 (Messstelle Lehelitz OBF48310, Daten LfULG)

Gewässerstrukturgüte

Die Struktur des Gewässers wurde gegenüber dem Leitbild des Gewässertyps insgesamt stark bis sehr stark verändert. Die Auswertung der Strukturgütekartierung ergab für die Leine-1 die Strukturgütekategorie 4 (Ergebniswert 4,2), was auf eine deutliche veränderte Gewässerstruktur hindeutet. Aufgrund von Begradigungen und Eintiefungen der Gewässer im Gebiet bestehen vor allem Beeinträchtigungen hinsichtlich des Längsprofils und der Längsentwicklung. Strukturierungen durch natürliche Bänke und besondere Laufstrukturen sind kaum vorhanden. Die Uferstruktur und das Gewässerumfeld sind überwiegend deutlich verändert (LANGE et al. 2007).

4 Methoden

4.1 Feldbegehung

Voraussetzung für die Beurteilung des Risikos von Stoffeinträgen in Gewässer ist eine solide Datengrundlage. Eine Möglichkeit der Datenerhebung, die auch in diesem Projekt genutzt wurde, ist die Feldbegehung, bei der wichtige Parameter vor Ort kartiert werden. In Abschnitt 4.2.5 ist erläutert, in welcher Form die Daten der Feldbegehung in das Projekt eingeflossen sind.

Die Feldbegehung erfolgte durch zwei Mitarbeiter. Um eine objektive Begehung sicherzustellen, wurde am ersten Tag ein Kilometer entlang des Bierlichtbachs gemeinsam kartiert. Dadurch konnten eventuell auftretende Fragen und Unklarheiten geklärt und eine Verfahrensweise festgelegt werden. Anschließend wurde das jeweils zu kartierende Gewässer in Teilabschnitte gegliedert und auf beide Kartierer aufgeteilt. Die Begehung erfolgte dabei nur auf einer Gewässerseite. Dadurch, dass die zu kartierenden Gräben im Untersuchungsgebiet sehr klein sind, war eine Einschätzung der anderen Gewässerseite in den meisten Fällen gut möglich. War dies nicht der Fall, wurde die Gewässerseite gewechselt und die Begutachtung der anderen Gewässerseite direkt durchgeführt. Jeder Kartierer war ausgestattet mit Luftbildkarte (Maßstab 1 : 5.000), Kartierbrett, Kartierprotokollen, GPS-Gerät und Fotoapparat.

Am 01.11.2012 wurden 16,2 km im Einzugsgebiet des Bierlichtbachs kartiert; am 02. und 09.11.2012 33,9 km im Einzugsgebiet der Leine-1. Davon entfielen 13,7 km auf Nebengewässer. Zusätzlich wurden rund 4 km der Grenzen von FFH-Gebieten kartiert. Die Feldbegehung fand im Spätherbst statt, damit waren Drainagen und Einleitungen einfacher aufzufinden und zu dokumentieren. Während der Vegetationsperiode verhindert die hohe Vegetation oft den Einblick in Böschung und Gewässersohle, sodass Einleitungen häufig übersehen werden.

Es wurden folgende Parameter aufgenommen:

- Orientierung des kartierten Abschnittes (Gewässerseite rechts/links)
- Anfangspunkt des Abschnittes (GPS-Punkt)
- Endpunkt des Abschnittes (GPS-Punkt)
- Foto des Gewässerabschnittes, mit Fotonummer
- angrenzende Nutzung
- Breite des Gewässerschutzstreifens (gesamt und Abschnitte Grasstreifen, Krautzone, Gehölzzone)
- Gewässerbreite
- Möglichkeit des flächenhaften Eintritts Oberflächenabfluss
- Anzeichen von Erosion, wenn ja: Foto und GPS-Punkt
- Direkteinträge (oberflächlich, unterirdisch), wenn ja: Foto und GPS-Punkt
- Besonderheiten mit Foto und GPS-Punkt (Einmündungen, Stoffquellen oder ähnliches)

4.2 Entwicklung der Risikoindices

4.2.1 Historie und Übersicht bestehender Risikoindices

Landwirtschaftliche Einträge von Stickstoff, Phosphor und Pflanzenschutzmitteln beeinflussen Grundwasser, Oberflächengewässer und angrenzende Ökosysteme nachhaltig. International wurde die Verschlechterung des Zustandes dieser Güter seit vielen Jahren festgestellt und der Handlungsbedarf erkannt. Weil die Stoffkreisläufe komplex und nur unzureichend direkt messbar sind, besteht die Notwendigkeit, mit einfachen Mitteln die Gefährdung von Umweltgütern zu bewerten. Dabei stehen im Besonderen die Stoffausträge aus landwirtschaftlichen Nutzflächen im Zentrum des Interesses, weil diese einen großen Flächenanteil belegen und daher einen vergleichsweise hohen Stoffaustrag leisten. Um die landwirtschaftlichen Stoffausträge bewerten zu können, benötigen sowohl Landwirte als auch Umweltbehörden ein geeignetes Instrument. Zum einen sollte dieses Bewertungsverfahren durch jeden nachzuvollziehen sein, zum anderen auch eine Sicherheit und Allgemeingültigkeit geschaffen werden.

Mit diesen Zielen wurde in den 1990er-Jahren in den USA begonnen, den P-Index zu entwickeln. An der University of Minnesota beispielsweise wurde der *Minnesota Phosphorous Index* (MNPI) entwickelt (LEWANDOWSKI et al. 2006). Dieser wurde als einfaches Instrument geplant, um Phosphorausträge aus landwirtschaftlichen Flächen anhand einfacher Kriterien zu bewerten. Zu diesen Kriterien zählen unter anderem der Abstand zum nächsten Oberflächengewässer, der P-Gehalt des Bodens, die Erosionsraten und die Düngemethode. Der MNPI liefert als Ergebnis keine Austragsraten für jeden Ackerschlag, jedoch eine Bewertung des Risikos für einen P-Austrag. Je höher der MNPI, desto größer ist das Risiko für einen P-Austrag des bewerteten Ackerschlags in eine benachbarte Fläche.

Der MNPI soll eine Entscheidungshilfe für den Bewirtschafter sein. In der praktischen Anwendung des MNPI zeigte sich, dass es häufig ein bestimmter Austragspfad ist, der in der Summe zu höheren P-Austrägen führt. Die Identifikation und die Reduktion dieses einen Austragspfades können bereits zu einer deutlichen Verringerung des P-Austrags führen. Somit hat der MNPI direkten Einfluss auf die Bewirtschaftungspraxis. Auch auf Ebene eines Einzugsgebietes können wichtige Entscheidungen basierend auf dem MNPI getroffen werden, weil die zu Grunde liegenden Daten vergleichsweise gut verfügbar sind und der MNPI einfach zu berechnen ist. Somit sind Entscheidungen auf Ebene eines einzelnen Ackerschlags bis hin zur Einzugsgebietsebene möglich.

Eine weitere Stärke des MNPI liegt in der Möglichkeit, Bewirtschaftungspraktiken zu vergleichen. Weil eine Vielzahl von Faktoren und deren Wechselwirkungen beachtet werden, können verschieden bewirtschaftete Flächen verglichen werden. Darüber hinaus können Prognosen über den Einfluss einer Bewirtschaftungsänderung gemacht werden. Dennoch sei an dieser Stelle darauf hingewiesen, dass der MNPI das relative Risiko eines P-Austrags abbildet, jedoch keine P-Frachten berechnet.

Neben dem MNPI wurden international weitere P-Indices entwickelt, die sich bezüglich der Eingangsgrößen aber auch bezüglich ihrer Komplexität unterscheiden. BUCZKO & KUCHENBUCH (2007a) fassen diese in einem Übersichtsartikel zusammen. In Bezug auf Deutschland ist die Arbeit von BUCZKO & KUCHENBUCH (2007b) von Interesse. Darin entwickeln diese einen P-Index für die Region Mecklenburg-Vorpommern (PI-MV). Die Struktur des PI-MV ähnelt den P-Indices von Pennsylvania und Dänemark, die Quell- und Transportfaktoren unterscheiden (BUCZKO & KUCHENBUCH 2007a). Diese Unterteilung in zwei Komponenten erlaubt die getrennte Bewertung des Risikos basierend auf Quellfaktoren und Transportfaktoren. Sind die P-Quellen gering, spiegeln die P-Indices dies wider und fallen gering aus. Genauso sind die P-Indices gering, wenn mit vermindertem P-Transport gerechnet werden muss. Bestehen hohe Quell- und Transportfaktoren wird das Risiko eines P-Austrages verstärkt. Dies spiegelt sich in den P-Indices durch die multiplikative Verknüpfung von Quell- und Transportfaktoren wider. Zur Berechnung des PI-MV wird die Summe der Quellfaktoren mit der Summe der Transportfaktoren multipliziert (Abbildung 10).

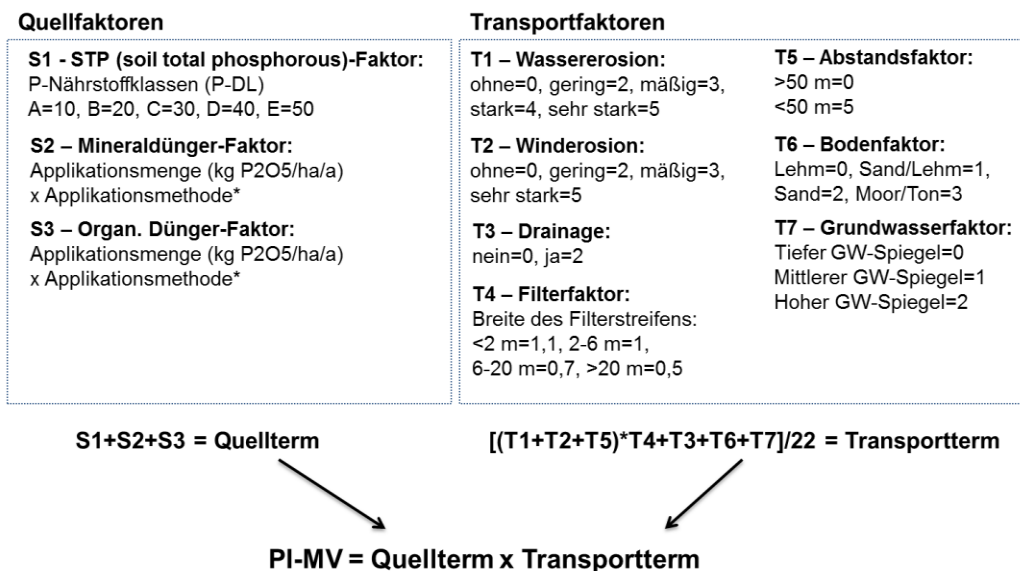


Abbildung 10: Berechnung des P-Index für Mecklenburg-Vorpommern (PI-MV) aus Quellfaktoren und Transportfaktoren. Der mit * gekennzeichnete Faktor Applikationsmethode variiert zwischen 0,2 und 1,0 (nach KUCHENBUCH & BUCZKO 2007)

Der PI-MV untergliedert sich in drei Quell- und sieben Transportfaktoren. Die drei Quellfaktoren sind der Versorgungsstufe-Faktor, Mineraldünger-Faktor und Wirtschaftsdünger-Faktor (Abbildung 10). Die Düngemittelfaktoren berücksichtigen jeweils Düngemenge und Applikationsmethode, wobei die Applikationsmethode den Zeitpunkt und die Art der Einarbeitung berücksichtigen soll. Nach KUCHENBUCH & BUCZKO 2007 unterscheiden sich die Faktoren der Applikationsmethode in

- 0,2 – mehr als 5 cm tief eingebracht (durch Einarbeitung oder Injektion),
- 0,4 – innerhalb einer Woche eingearbeitet,
- 0,6 – später als eine Woche nach Düngerausbringung eingearbeitet oder nicht eingearbeitet nach Ausbringung, April bis Oktober,
- 0,8 – später als eine Woche nach Düngerausbringung eingearbeitet oder nicht eingearbeitet nach Ausbringung, November bis März,
- 1,0 – oberflächlich ausgebracht bei Frost oder Schnee.

Die sieben Transportfaktoren im PI-MV umfassen Wassererosion, Winderosion, Gewässerschutzstreifen, Abstand des Ackerschlags zum Gewässer, Drainage, Boden und Grundwasserflurabstand. Aus den jeweiligen Faktoren werden ein Quellterm und ein Transportterm bestimmt. Um den PI-MV zu berechnen, werden Quell- und Transportterm multipliziert. Für die Bewertung des Risikos werden die in Tabelle 3 ausgewiesenen Stufen zu Grunde gelegt.

Tabelle 3: Interpretation der PI-MV Werte (nach KUCHENBUCH & BUCZKO 2007)

PI-MV Wert	Interpretation
< 16	kein Risiko
16-38	geringes Risiko
38-58	mittleres Risiko
58-85	hohes Risiko
>85	sehr hohes Risiko

Parallel zur Entwicklung des P-Index entstanden Bestrebungen, einen N-Index zu entwickeln (BUCZKO & KUCHENBUCH 2010; FOLLETT et al. 1991; WILLIAMS & KISSEL 1991). Die Komplexität des Stickstoffkreislaufs macht eine Prognose von N-Austrägen besonders aufwändig. Deshalb besteht bei Landwirten, Umweltbehörden und Ökologen ein besonderes Interesse am N-Index. Dieser soll N-Austräge aus landwirtschaftlichen Flächen mit einfachen Mitteln bewerten und eine Risikoabschätzung ermöglichen.

Eine große Anzahl an N-Indices wurde entwickelt und untersucht (Buczko & Kuchenbuch 2010). Tabelle 4 stellt eine Auswahl vor und fasst deren Eigenschaften kurz zusammen. Von besonderem Interesse ist der *N-Index Tier-1* (NIT-1). Dieser wurde von Delgado und Mitarbeitern entworfen und kontinuierlich weiter entwickelt (Delgado et al. 2008; Shaffer & Delgado 2002). Heute besteht der NIT-1 in seiner aktualisierten Version (Delgado et al. 2006). Darin werden die Faktoren Düngemethode, Nähe zum nächsten Gewässer, Durchwurzelungstiefe der Fruchtfolge, Gefahr eines Austrages in den Grundwasserleiter, Drainage, Denitrifikation, Oberflächenabfluss, Bodenerosion, Gewässerschutzstreifen und andere Faktoren erfasst und bewertet. Jeder Faktor wird mit einer Punktbewertung von null bis acht bewertet. Die Summe der Faktoren ergibt den NIT-1. Die Besonderheit besteht darin, dass jeder Faktor einem der drei Austragspfade N-Auswaschung, Oberflächentransport oder Luftqualität (Ammoniakverflüchtigung) zugeordnet ist. Daher können Bewirtschaftungsän-

derungen bezüglich ihrer Wirksamkeit auf die jeweiligen Austragspfade untersucht und Prognosen abgegeben werden.

Sowohl P- als auch N-Index müssen den Spagat zwischen der akkuraten Abbildung der Prozesse auf der einen und der Anwendbarkeit auf der anderen Seite schaffen. Gerade die akkurate Abbildung der Prozesse, deren Gewichtung und Verknüpfung stellt einen wichtigen Punkt für die Entwicklung von Risikoindizes dar. Die Anwendung eines in den USA entwickelten P-Indices in Skandinavien beispielsweise bedurfte Anpassungen, die entsprechend diskutiert und begründet wurden (BECHMANN et al. 2003). Dabei zeigt sich, dass Risikoindizes zum Teil regional angepasst werden müssen, um geografische und bewirtschaftungstechnische Besonderheiten abbilden zu können.

Tabelle 4: Übersicht und Klassifikation von N Indices nach BUCZKO & KUCHENBUCH 2010

Klassifikation	Abkürzung des Index	Referenz ^{a)}	Betrachtete Prozesse ^{b)}
Quellbasiert	N balance (NBal)	OENEMA et al. 2003	AW
	EQUilibre des Fertilisation (EQUIF)	AVELINE et al. 2009	AW
	Residual soil mineral nitrogen (RSN)	SCHWEIGERT & ZIMMERMANN 2003	AW
	N application rate (NFertApp)	BOCKSTALLER et al. 2009	AW
	N use efficiency (NUE)	SHAFFER & DELGADO 2002	AW
	N concentration of maize plants at silage maturity (Ncm)	HERRMANN et al. 2005	AW
Transportbasiert	DRASTIC	ALLER et al. 1987	AW, UZ, GW
	Schutzfunktion der Grundwasserüberdeckung (SG)	HÖLTING et al. 1995	AW, UZ
	Aquifer vulnerability index (AVI)	VAN STEMPOORT et al. 1993	UZ
	Leaching Index (LI)	WILLIAMS & KISSEL 1991	AW
Kombiniert	Nitrate Leaching Hazard Index for Irrigated Agriculture (NLHI-IRR)	WU et al. 2005	AW
	Nonpoint-Source Agricultural Hazard Index (NPSAH)	TREVISAN et al. 2000	AW
	Méthode d'Evaluation des Risques de Lixiviation des Nitrates (MERLIN)	AVELINE et al. 2009	-
	N-Index Tier-1 (NIT-1)	DELGADO et al. 2008	AW, AV, DN, ER, SR, UZ
	Norway N index (NO-NI)	BECHMANN et al. 2009	AW, DN, ER, OA

^{a)} Referenzen zitiert wie in BUCZKO & KUCHENBUCH 2010

^{b)} Prozesse: AW - Auswaschung, UZ - Transport in der ungesättigten Zone, GW - Transport im Grundwasser, DR - Denitrifikation, AV - Ammonium Volatilisierung, ER - Erosion, OA - Oberflächenabfluss

4.2.2 Kriterien an Risikoindizes zur Abschätzung von Stoffausträgern für Bierlichtbach und Leine-1

Die Bewertung des Risikos von Stoffausträgern aus landwirtschaftlichen Flächen kann mittels Risikoindizes erfolgen. Deren einfache Datengrundlage und Aufbau erlaubt eine unkomplizierte Bewertung des Risikos. Wie im vorherigen Abschnitt beschrieben, existiert eine Vielzahl von Indices, die in verschiedenen Regionen der Welt angewendet werden. In Deutschland existiert für die Region Mecklenburg-Vorpommern ein P-Index. Weil sich die naturräumlichen Gegebenheiten und Bewirtschaftungspraktiken der bereits etablierten Indices von denen in Sachsen unterscheiden, wird im Folgenden die Entwicklung eines P- und eines N-Index für Sachsen dargestellt.

Bei der Entwicklung der Indices wurden folgende Kriterien angewendet:

- **Berechnungsstruktur der Indices:** Die Indices sollen in ihrer Struktur bereits etablierten Indices folgen. Dabei hat sich der multiplikative Ansatz bewährt (BUCZKO & KUCHENBUCH 2007a). Danach werden alle Quellfakto-

ren und alle Transportfaktoren aufsummiert. Beide Summen werden dann multipliziert, um den Index zu ergeben. Dieser Ansatz stellt einen mechanistischen dar, weil sowohl Quellterm als auch Transportterm vorhanden sein müssen, um eine Stoffaustrag zu ermöglichen.

- **Verfügbarkeit der Faktoren:** Die Faktoren sollten mit geringem Aufwand zugänglich sein. So stehen beispielsweise GIS-basierte Daten in großer Bandbreite zur freien Verfügung und sind vergleichsweise schnell einzuarbeiten. Ebenso sollen die Faktoren keine aufwändig zu beschaffenden Details enthalten, die eine Auswertung erschweren.
- **Geringe Redundanz der Faktoren:** Quellen- und Transportprozesse werden häufig indirekt über die Quellen- und Transportfaktoren beschrieben. Durch die komplexen Abhängigkeiten treten dabei Redundanzen auf, die zu einer Über- oder Unterbewertung anderer Prozesse führen können. Als ein Beispiel kann der Prozess des partikulären P-Austrags über Erosion genannt werden. Um diesen zu erfassen, können die Faktoren Bodenart, Jahresniederschlag, oder Hangneigung bewertet werden. Jeder dieser Parameter ist gleichzeitig aber auch mit anderen Prozessen verknüpft, die den Nährstoffaustrag beeinflussen; die Bodenart beeinflusst die Nährstoffretention, der Jahresniederschlag die Nährstoffauswaschung und die Hangneigung den Oberflächenabfluss. Wenn also einer dieser Faktoren für die Bewertung der partikulären P-Erosion herangezogen wird, so werden gleichzeitig die Prozesse Nährstoffretention, Nährstoffauswaschung und Oberflächenabfluss bewertet. Bei der Auswahl der Faktoren ist daher auf eine geringe Verknüpfung der Parameter mit anderen Prozessen zu achten.
- **Objektivität der Faktoren:** Wenn möglich, sollten die Faktoren Messgrößen darstellen oder aus einer einheitlichen Erhebung stammen, um individuelle Fehler zu minimieren. Besonders wenn Risikoindices für die Anwendung einer breiten Öffentlichkeit zugänglich gemacht werden, muss sichergestellt sein, dass die einzelnen Faktoren sicher und objektiv bewertet werden können.
- **Verständlichkeit und Anwenderfreundlichkeit:** Die Indices sollen einfach verständlich und ohne komplizierte Berechnungen durchführbar sein, sodass jeder Anwender schnell zum richtigen Ergebnis gelangen kann.

4.2.3 Struktur der Indices

Die Berechnung der Indices soll nach der Struktur etablierter Indices erfolgen. Dabei hat sich besonders der multiplikative Ansatz bewährt (BUCZKO & KUCHENBUCH 2007a). Danach werden, wie in Formel 1 dargestellt, alle Quellfaktoren Q_i zur Quellfaktorsumme $\sum Q$ aufsummiert. Genauso wird die Summe aller Transportfaktoren $\sum T$ aus allen T_j gebildet (Formel 2). Das Produkt beider Summen ergibt dann den Index I (Formel 3).

$$\sum Q = Q_1 + Q_2 + \dots + Q_i \quad (1)$$

$$\sum T = T_1 + T_2 + \dots + T_j \quad (2)$$

$$I = \sum Q \times \sum T \quad (3)$$

4.2.4 Auswahl der Faktoren und Bestimmung der Gewichte

Für die Auswahl der Faktoren kann auf eine breite Basis an Literatur zurückgegriffen werden. In den vergangenen 20 Jahren wurde eine Vielzahl von Indices entwickelt und getestet. Neben dem oben erläuterten multiplikativen Ansatz haben sich dabei bestimmte Faktoren bewährt, die häufig zur Bewertung herangezogen werden (BUCZKO & KUCHENBUCH 2007a, Tabelle 5). Zudem wurde in kritischen Studien auf Schwächen bestehender Indices aufmerksam gemacht, die durch eine geeignete Auswahl der Faktoren minimiert werden können (BECHMANN et al. 2003; DREWRY et al. 2011).

Im Folgenden werden die ausgewählten Quell- und Transportfaktoren kurz beschrieben und deren Gewicht im jeweiligen Index begründet. Tabelle 5 stellt die Gewichtung der Quell- und Transportfaktoren im jeweiligen Index dar und Abbildung 11 verdeutlicht den Zusammenhang und die Wirkungspfade der Faktoren.

Tabelle 5: Gewichtung der Quell- und Transportfaktoren im N- bzw. P-Index

Faktor	Name des Faktors	N-Index	P-Index
Q1	Bodenbearbeitung	sehr hoch	sehr hoch
Q2	Nährstoffbilanz	sehr hoch	sehr hoch
Q3	Versorgungsstufe	mittel	mittel
Q4	Einarbeitung des Wirtschaftsdüngers	mittel	mittel
Q5	Zwischenfrucht- und Untersaatanbau	mittel	gering*
T1	Oberflächentransport	hoch	sehr hoch
T2	Gewässerschutzstreifen	hoch	hoch
T3	Bodenerosion	sehr hoch	sehr hoch
T4	Grundwasserflurabstand	mittel	mittel
T5	Abführung von Staunässe/Grundwassernässe	mittel	mittel
T6	Grundwasserneubildungsrate	mittel	mittel

*wird daher nicht im Index berücksichtigt.

Quellfaktoren

Q1 – Bodenbearbeitung: Die Bestellung eines Ackerschlags kann wendend (konventionell) oder nicht wendend (konservierend/Direktsaat) erfolgen. Dabei beeinflusst die Bodenbearbeitung eine Vielzahl von Parametern, die sich alle auf die Bodeneigenschaften und somit auf den Stoffhaushalt auswirken. Auf durchgehend konservierend bzw. in Direktsaat bestellten Flächen wird die Bodenstruktur positiv beeinflusst. Es bilden sich Bodenaggregate aus, die dem Bodengefüge Stabilität verleihen. Zudem entsteht ein durchgängiges Porensystem, das den Boden durchlüftet und die Wasserinfiltration erleichtert. Die Bodenaggregate erhöhen das Nährstoffspeichervermögen des Bodens und verringern die Anfälligkeit gegenüber Verschlammung der Oberfläche. In Bezug auf die Quellfunktion ergeben sich bei der Anwendung nicht wendender Bodenbearbeitung folgende Zusammenhänge:

- Reduktion des Oberflächenabflusses durch erhöhte Infiltrationsleistung und verringerte Verschlammung
- Reduktion des Partikeltransportes durch erhöhte Aggregatstabilität und Oberflächenrauigkeit

Q2 – Nährstoffbilanz: Die DüV regelt die Berechnung der Nährstoffbilanzen für P und N. Dabei werden sowohl die Nährstoffeinträge durch Dünger und Ernterückstände als auch Nährstoffausträge in Form des Ernteguts berücksichtigt und bilanziert. Somit stellen die Nährstoffbilanzen ein direktes Kriterium für die im Jahresverlauf im Boden vorhandenen Nährstoffe dar, die potenziell ausgetragen werden können. Die Nährstoffbilanzen können auf Betriebsebene, aber auch schlagbezogen durchgeführt werden. Die Nährstoffbilanzen geben Auskunft über die Mehr- oder Mindermengen an P bzw. N, die innerhalb eines bestimmten Bewirtschaftungszeitraumes ausgebracht wurden. Bis zu einem gewissen Grad sind diese Überschüsse im Sinne der DüV zulässig (siehe Abschnitt 2.4). Für die Bewertung des Risikos eines Stoffaustrags ist die Nährstoffbilanz sehr gut geeignet, weil in einem Parameter eine gesamte Stoffbilanzierung zur Verfügung gestellt wird. Je höher der Überschuss an Nährstoffen, umso höher ist auch das Risiko eines Stoffaustrags.

Q3 – Versorgungsstufe: In Abhängigkeit vom Bodentyp werden die Gehalte der Nährstoffe P, Kalium (K) und Magnesium (Mg) in Versorgungsstufen unterteilt, die in regelmäßigen Abständen vom Landwirt zu ermitteln sind. Dabei ergeben sich fünf Gehaltsklassen von A - sehr niedrig bis E - sehr hoch. Eine Nährstoffversorgung entsprechend Gehaltsklasse C ist Grundlage für hohe Erträge bzw. Gehaltsklassen B und C, wenn mittlere

Erträge erzielt werden. Für die Bewertung als Quellfaktor ist die Versorgungsstufe aus zwei Gründen wichtig. Erstens ergibt sich aus der Versorgungsstufe für P ein direktes Maß für die Stoffmenge, die potenziell ausgebracht werden kann. Und zweitens bestehen bestimmte pflanzenphysiologische Erfordernisse bezüglich der Nährstoffverhältnisse. Geraten diese Nährstoffverhältnisse aus dem Gleichgewicht, können Nährstoffe nicht von den Pflanzen aufgenommen werden, sondern werden ausgewaschen. Besonders bei Nitrat wurde dieser Effekt beschrieben (DI & CAMERON 2002).

Q4 – Einarbeitung des Wirtschaftsdüngers: In der Anwendung von Düngemitteln bestehen große Unterschiede bezüglich der Form der Applikation und der Einarbeitung des Düngemittels. Besonders bei Wirtschaftsdünger haben diese einen Einfluss auf das Risiko einer Abschwemmung und der Verflüchtigung von N. Je schneller und je tiefer der Wirtschaftsdünger eingearbeitet wird, umso geringer ist das Risiko eines Austrages. Aus diesem Grund ist die Einarbeitung des Wirtschaftsdüngers ein wichtiger Faktor zur Reduktion des Risikos für einen Stoffaustrag.

Q5 – Zwischenfrucht- und Untersaatenbau: Am Ende der Vegetationsperiode verbleiben Nährstoffe im Ackerboden oder werden dort bei der Mineralisation von Ernterückständen freigesetzt. Wird keine Winterfrucht (Winterung) angebaut, die diese Nährstoffe aufnimmt, so werden diese Stoffe durch den Regen abgeschwemmt oder ausgewaschen. Um diesen Stoffaustrag zu verringern, können Untersaaten bzw. Zwischenfrüchte angebaut werden. Die Nährstoffe werden dann in die Biomasse der Pflanzen eingebaut und stehen im Frühjahr wieder zur Verfügung, sodass auf diese Weise auch Kosten für Düngemittel eingespart werden können. Ein weiterer positiver Effekt besteht im Erosionsschutz der Zwischenfrüchte und Untersaaten. Die Pflanzen bilden eine Vegetationsdecke, die den ansonsten unbedeckten Boden bei Niederschlagsereignissen schützen und auf diese Weise Verschlammung und Oberflächenabfluss verringern.

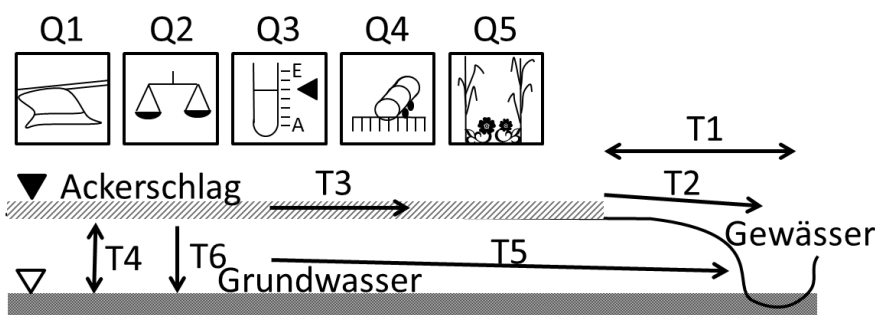


Abbildung 11: Symbolische Darstellung der Quellfaktoren Q1 bis Q5 und Schema der Transportfaktoren T1 bis T6 (Erläuterung der Quellfaktoren siehe Tabelle 5)

Transportfaktoren

T1 – Oberflächentransport: Der Abstand eines Ackerschlags zum nächsten Gewässer bestimmt das Risiko eines oberflächennahen Stofftransportes. Je näher ein Acker am Gewässer, desto kürzer ist die notwendige Fließstrecke und umso schneller können Stoffe vom Acker in das Gewässer gelangen. Als Parameter für den Oberflächentransport wird der minimale Abstand eines Ackerschlags bis zur Gewässermitte bzw. Böschung herangezogen.

T2 – Gewässerschutzstreifen: Für den Oberflächentransport von Stoffen zum Gewässer ist die Beschaffenheit des Fließweges entscheidend. Ein Gewässerschutzstreifen bestehend aus Gras, Kraut und Gehölzzone entwickelt eine höhere Retentionsleistung als ein reiner Grasstreifen. Zudem steigt die Retentionsleistung mit zunehmender Breite, wie in verschiedene Feldstudien belegt wurde (ANSELM 1990; BACH et al. 1997; CORREL

1997). Dabei konnten strukturierte Schutzstreifen von 10 m Breite bis zu 50 % des transportierten P und N zurück halten (BACH et al. 1997). Bei der Interpretation dieser Werte ist jedoch darauf zu achten, dass die Retentionsleistung immer von einer Vielzahl von Einflussgrößen abhängt, unter anderem Hangneigung, Bodentyp und Porendurchgängigkeit. Pauschale Aussagen über die Retentionsleistung sind daher nicht möglich, sondern bedürfen einer Modellierung oder direkten Messung.

T3 – Bodenerosion: Der partikelgebundene oberflächliche Stofftransport dominiert den direkten Stoffeintrag in Gewässer. Dabei werden bei Niederschlagsereignissen Bodenpartikel an der Bodenoberfläche suspendiert und im Oberflächenabfluss in angrenzende Gewässer transportiert. An den Bodenpartikeln haften P, N und PSM, die gemeinsam mit den Bodenpartikeln ins Gewässer transportiert werden.

Die Anfälligkeit einer Fläche auf Bodenerosion wird hauptsächlich durch Hangneigung, Bodenart und Vegetation beeinflusst. Um diejenigen Flächen, die ein hohes Potenzial für Bodenerosion entwickeln können zu identifizieren, wurde im Freistaat Sachsen eine flächendeckende Modellierung mit Erosion-3D durchgeführt (SCHINDEWOLF & SCHMIDT 2010). Im worst-case-Szenario wurde die Erosion modelliert, um besonders gefährdete Flächen ausweisen zu können. In diesem Szenario wurde der Bodenabtrag in kg/ha modelliert, der auf einer saatbettbereiteten Fläche mit hoher Vorbodenfeuchte bei einem mittleren Regenereignis zu erwarten ist. Basierend auf diesen Modellierungsergebnissen kann die Gefährdung eines Ackerschlags für Bodenerosion bestimmt werden.

T4 – Grundwasserflurabstand: Aus drei Gründen sollte der Einfluss des Grundwasserflurabstandes auf den Stofftransport in das Grundwasser berücksichtigt werden. Erstens auf Ackerschlägen, die sich in einiger Entfernung zum nächsten Gewässer befinden, wird der Stoffaustrag in das Grundwasser dominieren. Zweitens ist die Geschwindigkeit eines Stoffaustrags in das Grundwasser umso höher, je geringer der Grundwasserflurabstand ist (BUCZKO & KUCHENBUCH 2007b). Drittens besteht ein Zusammenhang zwischen Vernässung einer Fläche und der Mobilisierung von Phosphat; bei geringem Grundwasserflurabstand wurden höhere Phosphatfreisetzungsraten beobachtet (KUCHENBUCH & BUCZKO 2007). Bei sandigen Böden sind diese Effekte besonders stark ausgeprägt, weil die Nährstoffe nicht im Boden zurückgehalten werden können - zum einen durch die geringe nutzbare Feldkapazität des Bodens, zum anderen durch die im Vergleich geringe Sorptionskapazität.

T5 – Abführung von Staunässe/Grundwassernässe: Die Bewirtschaftung von Ackerflächen ist an bestimmte Rahmenbedingungen geknüpft. Besonders der Wassergehalt des Bodens beeinflusst die Wirtschaftlichkeit. Im humiden Klima, wie es im Freistaat Sachsen vorherrscht, ist das Ableiten überschüssigen Wassers (Drainage) durch die Abführung von Staunässe bzw. Grundwassernässe eine solche Rahmenbedingung. Wäre eine Abführung dieses Wassers nicht möglich, so würden zum einen Ernteeinbußen auftreten, zum anderen wäre eine Befahrung der Flächen mit Maschinen nur noch eingeschränkt möglich, weil bei zu hohem Wassergehalt die Bodenstabilität abnimmt. In Sachsen ist eine Vielzahl von Drainagesystemen etabliert, die in einer Studie flächenhaft erfasst wurden (MÖLLER et al. 2009).

Der Einfluss von Drainagesystemen auf den Stofftransport besteht in einer Beschleunigung des Stoffaustrags aus der drainierten Fläche hinein in das entwässernde Gewässer. Dabei stellt das Drainagesystem einen Fließweg für die Entwässerung der Fläche bereit, die gleichzeitig den Stofftransport beschleunigt und so den Stoffaustrag aus der Fläche begünstigt (BUCZKO & KUCHENBUCH 2007b).

T6 – Grundwasserneubildungsrate: Die Grundwasserneubildungsrate beeinflusst die Qualität des Stoffeintrages in das Grundwasser. Die Menge an Niederschlag, die jährlich dem Grundwasser zufließt, transportiert

einen Teil der Stoffe von der Oberfläche in das Grundwasser. Dabei kommt es zu einem Verdünnungseffekt. Je höher die Grundwasserneubildung, umso geringer sind die Stoffkonzentrationen im Grundwasser, weil die höhere Menge an Wasser die gleichen Nährstoffüberschüsse löst. Je niedriger die Grundwasserneubildungsraten, umso weniger Wasser löst die Nährstoffüberschüsse und umso höher werden die Stoffkonzentrationen im Grundwasser (BUCZKO & KUCHENBUCH 2007a; DREWRY et al. 2011).

4.2.5 Datengrundlage

GIS-basierte Daten

Q1 – Bodenbearbeitung: Für die Studie standen die Bewirtschaftungspläne für die Schläge im Einzugsgebiet Leine-1 und Bierlichtbach (Stand Dezember 2011) in digitaler Form als GIS-Daten zur Verfügung. Aus der Bewirtschaftung lässt sich die Bodenbearbeitung ableiten.

Q5 – Zwischenfruchtanbau: Die Bewirtschaftungspläne enthalten die Förderung nach AuW. Zwischen- und Unterfruchtanbau sind förderfähige Maßnahmen und in den Bewirtschaftungsplänen enthalten.

T1 – Oberflächentransport: Die Bewirtschaftungspläne im GIS enthalten die einzelnen Schläge als Polygone. Der Abstand zum Gewässer lässt sich daher im GIS berechnen.

T2 – Gewässerschutzstreifen: Die Gewässerstrukturgütekartierung enthält zahlreiche Informationen zum Gewässerverlauf und zur Gewässerumgebung. Darunter sind drei Parameter zum Gewässerrandstreifen, die den Gewässerschutzstreifen beschreiben: 6.1 *Flächennutzung*, 6.2 *Gewässerrandstreifen* und 6.3 *Sonstige Umfeldstrukturen* (LAWA 2000). Dabei beschreibt die Flächennutzung (6.1) den Anteil der angrenzenden Nutzung im kartierten 100 m langen Abschnitt, so beispielsweise Wald (bodenständig oder nicht bodenständig), Brache, Grünland oder Bebauung. Unter Punkt 6.2 *Gewässerrandstreifen* wird der Gewässerschutzstreifen bezüglich seiner Fähigkeit, seine Funktionen wahrzunehmen, bewertet. Die Breite des Gewässerschutzstreifens und die Nutzung, die unmittelbar an die Uferböschung angrenzt, finden in diesem Parameter ihren Niederschlag. Dazu wird kartiert, welcher Nutzung der Gewässerschutzstreifen unterliegt. Eine Ausprägung des Gewässerschutzstreifens als Wald oder Sukzession wird mit 1 (sehr gut) bewertet; am anderen Ende der Skala wird die durchgehende Nutzung bis an die Gewässerböschung mit 7 (schlecht) bewertet. Diese Daten fassen die Qualität des Gewässerschutzstreifens sehr gut zusammen und sind daher ideal für die Bewertung geeignet. Die Anlage von Ackerfutterstreifen oder Grünstreifen am Ackerrand entspräche nach dieser Bewertung einem Saumstreifen, der mit 5 bewertet wird, weil weniger als 50 % des betrachteten Abschnittes einen Gewässerschutzstreifen haben.

Tabelle 6 fasst die Bewertung 6.2 *Gewässerrandstreifen* zusammen (LAWA 2000). Die Gewässerstrukturgütekartierung der bearbeiteten Einzugsgebiete wurde bereitgestellt und stand für die Auswertung zur Verfügung. Für die Zuflüsse der Leine-1 wurden aus den Kartierungsergebnissen Strukturparameter gemäß Tabelle 6 abgeleitet.

**Tabelle 6: Bewertung des Gewässerrandes nach 6.2 Gewässerrandstreifen gemäß Gewässerstruktur-
gütekartierung**

Ausprägung des Gewässerrandes	davon Gewässerschutzstreifen	
	>50 %	10-50 %
Wald oder Sukzession (>20 m)	1	1
Gewässerschutzstreifen (5-20 m)	1	2
Saumstreifen, keine Nutzung (2-5 m)	3	5
Nutzung (landwirtschaftliche Nutzung, öffentlicher Weg, Straße, Garten, Sport, nicht bodenständige Forstkultur)	6	7

T3 – Bodenerosion: Die Bodenerosion im Freistaat Sachsen wurde flächendeckend mit dem Modell Erosion-3D modelliert (SCHINDEWOLF & SCHMIDT 2010). Die Ergebnisse des worst-case-Szenarios wurden als Rasterdaten zur Verfügung gestellt.

T4 – Grundwasserflurabstand: Der Grundwasserflurabstand kann für die im Grundwassermessnetz enthaltenen Grundwassermessstellen im online-GIS des LfULG abgefragt werden (LfULG 2012a). Die Bodenart kann aus der Bodenkarte BK50 abgelesen bzw. kann beim Bewirtschafter erfragt werden.

T5 – Abführung Staunässe/Grundwassernässe: Eine vom LfULG in Auftrag gegebene Studie untersucht flächendeckend die Anwesenheit von Drainagesystemen und wertet diese GIS-basiert aus (MÖLLER et al. 2009). Bis diese Daten zur Verfügung stehen, müssen Informationen beim Bewirtschafter erfragt bzw. Drainagesysteme im Feld kartiert werden.

T6 – Grundwasserneubildungsrate: Die Grundwasserneubildungsrate kann über das Modell der Differenzganglinienanalyse (LfULG 2012b) abgeschätzt werden. Dabei entspricht die Grundwasserneubildungsrate in etwa der Summe aus Zufluss zum schnellen Grundwasserspeicher (RG1) und Zufluss zum langsamen Grundwasserspeicher (RG2). Das DIFGA-Modell wurde flächendeckend auf Sachsen angewendet und die Daten sind online verfügbar (LfULG 2012c).

Literaturbasierte Daten

Q2 – Nährstoffbilanz: Die Nährstoffbilanzen stehen in erster Linie dem Bewirtschafter zur Verfügung, damit dieser Nährstoffüberschüsse erkennen und den Düngemiteleinsatz optimieren kann. Dabei besteht seitens des DüV die Pflicht, Nährstoffvergleiche aufzustellen. Weil eine Befragung der Bewirtschafter zu den Nährstoffbilanzen über diese Studie hinausgeht, wurde auf Literaturwerte zurückgegriffen. Für die Nährstoffbilanz von N konnte auf die Auswertung der Dauertestflächen des LfULG aus dem Jahr 2012 zurückgegriffen werden (REINICKE & WURBS 2012). Ebenso waren Durchschnittswerte der Nährstoffbilanz für P aus Sachsen verfügbar (MENGE 2007).

Q3 – Versorgungsstufe: Wie bei der Nährstoffbilanz stehen den Bewirtschaftern detaillierte Werte zur Versorgungsstufe der Schläge mit P, K und Mg zur Verfügung. Daher wurde hier auf Literaturwerte zurückgegriffen, die eine gute Versorgung mit den Hauptnährelementen belegen (MENGE 2005, 2007).

Q4 – Einarbeitung Wirtschaftsdünger: Gemäß DüV sind Wirtschaftsdünger unverzüglich einzubringen. Die Tiefe der Einarbeitung ist nicht festgelegt und muss beim Bewirtschafter erfragt werden.

Kartierungsbasierte Daten

T1 – Oberflächentransport: Der Abstand der unmittelbar an das Gewässer grenzenden Ackerschläge wurde bei der Kartierung aufgenommen. Diese Daten bilden jedoch nicht den Abstand aller im Einzugsgebiet befindlichen Ackerschläge ab. Weil die Bestimmung des Abstandes im GIS einfacher und schneller abläuft, wurde an dieser Stelle auf die GIS-basierten Abstandsdaten zurückgegriffen, obwohl für einen Teil der Ackerschläge auch Kartierungsdaten aus der Feldbegehung zur Verfügung stehen.

T2 – Gewässerschutzstreifen: In der Feldbegehung wurden detaillierte Daten zu den Gewässerschutzstreifen aufgenommen; so wurde beispielsweise die Breite des Schutzstreifens und die an das Gewässer angrenzende Nutzung kartiert. Diese Daten liegen jedoch nur für die beiden kartierten Einzugsgebiete vor und können daher nicht auf den gesamten Freistaat Sachsen bezogen werden. Darüber hinaus besteht in der Gewässerstrukturgütekartierung ein hoch aufgelöster Datensatz, der frei zugänglich ist und die Beschaffenheit des Gewässerschutzstreifens ebenfalls charakterisiert. Für die Bewertung des Faktors T2 an Leine-1 und Bierlichtbach wurden die Daten der Gewässerstrukturgütekartierung herangezogen. Für die betrachteten Zuflüsse der Leine-1 lagen keine Daten der Gewässerstrukturgütekartierung vor, diese wurden jedoch aus den Kartierungsdaten abgeleitet.

T3 – Bodenerosion: Bei der Feldbegehung wurde auf Anzeichen von Erosion geachtet und mit Koordinaten und Foto dokumentiert. Diese sehr detaillierte Betrachtung der Einzugsgebiete erlaubt eine spezifische Ausweisung kleinräumiger Erosionsereignisse und Abschwemmungen. Jedoch lässt sich aus diesen punktuellen Daten keine flächenhafte Einschätzung über ein potenzielles Erosionsrisiko des gesamten Ackerschlags ableiten. Daher wurde für diesen Transportfaktor auf die Modellierungsergebnisse zurückgegriffen.

T5 – Abführung Staunässe/Grundwassernässe: Die Kartierung der Drainagerohre und der Drainagegräben erlaubt den Rückschluss auf die flächendeckende Anwendung von Drainagesystemen. Während der Feldbegehung wurden Drainagesysteme mit Koordinaten und Foto dokumentiert.

4.2.6 N- und P-Index

Auf den oben erläuterten Überlegungen aufbauend wurden ein N- und ein P-Index entwickelt. Der N-Index ist in Abbildung 12 und Abbildung 13 dargestellt. Die Berechnung erfolgt durch die Bewertung der Quell- und Transportfaktoren des zu bewertenden Ackerschlags. Dabei werden die zu bewertenden Parameter über einen Zeitraum von 3 Jahren betrachtet bzw. gemittelt. Einzige Ausnahme bildet der Nährstoffvergleich für P, der gemäß DüV als 6-jähriger Durchschnitt berechnet wird. Die Summe der Quellfaktoren wird anschließend mit der Summe der Transportfaktoren multipliziert, um den N-Index zu erhalten (Abbildung 13). Ebenso wird mit dem P-Index verfahren (Abbildung 14 und Abbildung 15). N- und P-Index bewerten das Risiko für einen Stoffaustrag aus dem jeweiligen Ackerschlag. Je höher der Index ausfällt, umso höher ist das Risiko. Tabelle 7 unterteilt in Abhängigkeit von N- und P-Index in fünf Risikoklassen.

Tabelle 7: Unterteilung der Risikoklassen nach N- und P-Index

Index	Risikoklasse
≤60	kein Risiko
61-128	geringes Risiko
129-288	mittleres Risiko
289-504	hohes Risiko
≥505	sehr hohes Risiko

N-Index

Quellfaktoren

Risiko für N Austrag				Faktor
gering	mäßig		sehr hoch	
Bewirtschaftung				
Q1 – Bodenbearbeitung				
Direktsaat/ Dauergrünland	dauerhaft konservierend	Mulchsaat/ nicht dauerhaft konservie- rend	konventionell	
<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 6	= __
Q2 – Nährstoffbilanz gemäß DüV für Stickstoff (3-jähriger Durchschnitt)				
Schlagbilanz < 0 kg/ha/a	Schlagbilanz < 20 kg/ha/a	Hoforbilanz < 40 kg/ha/a	Hoforbilanz > 40 kg/ha/a	
<input type="checkbox"/> 0	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 6	= __
Q3 – Versorgungsstufe P, K, Mg				
P, K, und Mg unter Stufe B	P, K, oder Mg, je einer unter Stufe B	P, K, und Mg alle innerhalb Stufe B oder C	ein Nährstoff 2-fach über Grenzwert E	zwei Nährstoffe 2-fach über Grenzwert E
<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 0	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 4
Q4 – Einarbeitung des Wirtschaftsdüngers (3-jähriger Durchschnitt)				
kein Wirt- schaftsdünger	tiefgründig, sofort (Strip Till, Grubber, Gülleinjekti- on)	flachgründig, sofort (Einritzen, Schleppschuh)	keine Einarbeitung	
<input type="checkbox"/> 0	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 4	= __
Q5 – Zwischenfrucht- und Untersaatanbau ^{a)}				
regelmäßiger ^{b)} Zwischenfruchtanbau	unregelmäßiger ^{c)} Zwischen- frucht- oder Untersaatanbau		kein Zwischenfrucht- oder Untersaatanbau	
<input type="checkbox"/> 0	<input type="checkbox"/> 2		<input type="checkbox"/> 4	= __
Summe der Quellfaktoren ($\sum Q$)				= __

^{a)} Winterungen der Früchte Winterroggen, Winterraps, Wintergeste und Triticale werden wie Winterzwischenfrüchte bewertet.

^{b)} Im 3-jährigen Durchschnitt wurden immer Winterzwischenfrüchte bzw. Winterungen ^{a)} angebaut.

^{c)} Im 3-jährigen Durchschnitt wurden mindestens zweimal angelegt: Sommerzwischenfrucht, Untersaat, Winterzwischenfrucht oder Winterung ^{a)}

Abbildung 12: N-Index Quellfaktoren

N-Index

Transportfaktoren

Risiko für N Austrag					Faktor																
gering	mäßig			sehr hoch																	
Transport an der Oberfläche																					
T1 – Oberflächentransport: Abstand des Ackerschlags von der Uferböschung																					
> 50 m	> 10 m	> 5 m	> 2 m	< 2 m																	
<input type="checkbox"/> 0	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 6	= __																
T2 – Gewässerschutzstreifen: Bewertung nach Gewässerstrukturgütekartierung LAWA, Punkt 6.2 Gewässerrandstreifen																					
≤3	≤5 ^a	≤6	>6																		
<input type="checkbox"/> 0	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 6		= __																
T3 – Bodenerosion (E3D worst-case-Szenario)																					
<1 t/ha	<10 t/ha	<100 t/ha	<1000 t/ha	>1000 t/ha																	
<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 6	<input type="checkbox"/> 8	= __																
Transport im Boden																					
T4 – Grundwasserflurabstand																					
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="text-align: center;">Nein</td> <td colspan="2" style="text-align: center;">Boden- art</td> <td colspan="2" style="text-align: center;">reiner Sand Ja</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">> 5 m</td> <td style="text-align: center;">< 5 m</td> <td style="text-align: center;">> 5 m</td> <td colspan="2" style="text-align: center;">< 5 m</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/> 1</td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/> 2</td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/> 2</td> <td colspan="2" style="text-align: center;"><input type="checkbox"/> 4</td> </tr> </table>						Nein	Boden- art		reiner Sand Ja		> 5 m	< 5 m	> 5 m	< 5 m		<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 4		= __
Nein	Boden- art		reiner Sand Ja																		
> 5 m	< 5 m	> 5 m	< 5 m																		
<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 4																		
T5 – Abführung von Staunässe bzw. Grundwassernässe (z. B. Dränung, Gräben)																					
Nein				Ja																	
<input type="checkbox"/> 0				<input type="checkbox"/> 3		= __															
T6 – Grundwasserneubildungsrate																					
>400 mm/a	>200 mm/a	>100 mm/a	>50 mm/a	<50 mm/a																	
<input type="checkbox"/> 0	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	= __																
Summe der Transportfaktoren (ΣT)					= __																
N-Index (ΣQ x ΣT)					= __																

^{a)} In Anlehnung an LAWA (2000) kann ein 5 bis 10 m breiter Ackerfütterstreifen als Saumstreifen interpretiert und entsprechend mit 5 bewertet werden.

Abbildung 13: N-Index Transportfaktoren

P-Index					
Quellfaktoren					
Risiko für P Austrag					Faktor
gering		mäßig		sehr hoch	
Bewirtschaftung					
Q1 – Bodenbearbeitung					
Direktsaat/ Dauergrünland	dauerhaft konservierend	Mulchsaat/ nicht dauerhaft konservie- rend		konventionell	
<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 4		<input type="checkbox"/> 6	= __
Q2 – Nährstoffbilanz gemäß DüV für Phosphat (P₂O₅, Durchschnitt der letzten 6 Jahre)					
Schlagbilanz < 0 kg/ha/a	Schlagbilanz < 2 kg/ha/a	Schlagbilanz < 4 kg/ha/a	Schlagbilanz < 10 kg/ha/a	Hofter Bilanz > 10 kg/ha/a	
<input type="checkbox"/> 0	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 6	= __
Q3 – Phosphor Versorgungsstufe					
A	B	C	D	E	
<input type="checkbox"/> 0	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	= __
Q4 – Einarbeitung des Wirtschaftsdüngers (3-jähriger Durchschnitt)					
kein Wirtschaftsdü- nger	tiefgründig, sofort (Strip Till, Grubber, Gülleinjekti- on) / kein Wirtschaftsdünger	flachgründig, sofort (Einritzen, Schlepp- schuh)		keine Einarbeitung	
<input type="checkbox"/> 0	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2		<input type="checkbox"/> 4	= __
Summe der Quellfaktoren ($\sum Q$)					= __

Abbildung 14: P-Index Quellfaktoren

P-Index

Transportfaktoren

Risiko für P Austrag					Faktor
Gering	mäßig			sehr hoch	
Transport an der Oberfläche					
T1 – Oberflächentransport: Abstand des Ackerschlags von der Uferböschung					
> 50 m	> 10 m	> 5 m	> 2 m	< 2 m	
<input type="checkbox"/> 0	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 6	<input type="checkbox"/> 8	= __
T2 – Gewässerschutzstreifen: Bewertung nach Gewässerstrukturgütekartierung LAWA, Punkt 6.2 Gewässerrandstreifen					
≤ 3	≤ 5 ^a	≤ 6	> 6		
<input type="checkbox"/> 0	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 6		= __
T3 – Bodenerosion (E3D worst case Szenario)					
<1 t/ha	<10 t/ha	<100 t/ha	<1000 t/ha	>1000 t/ha	
<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 6	<input type="checkbox"/> 8	= __
Transport im Boden					
T4 – Grundwasserflurabstand					
Nein		Boden- art	reiner Sand		
> 5 m	< 5 m		> 5 m	< 5 m	
<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2		<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 4	= __
T5 – Abführung von Staunässe bzw. Grundwassernässe (z.B. Dränung, Gräben)					
Nein			Ja		
<input type="checkbox"/> 0			<input type="checkbox"/> 2		= __
T6 – Grundwasserneubildungsrate					
>400 mm/a	>200 mm/a	>100 mm/a	>50 mm/a	<50 mm/a	
<input type="checkbox"/> 0	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	= __
Summe der Transportfaktoren (ΣT)					= __
P-Index (ΣQ x ΣT)					= __

^{a)} In Anlehnung an LAWA (2000) kann ein 5 bis 10 m breiter Ackerfutterstreifen als Saumstreifen interpretiert und entsprechend mit 5 bewertet werden.

Abbildung 15: P-Index Transportfaktoren

4.2.7 Berechnung des N- und P-Index

Q1 – Bodenbearbeitung: Die Bodenbearbeitung lässt sich aus der Bewirtschaftung der Ackerschläge ableiten. Für die Studie standen die Bewirtschaftungspläne für die Schläge beider Einzugsgebiete (Stand Dezember 2011) zur Verfügung. Dabei wurden Flächen, die als Dauergrünland (HK Code 451-499), als Grünland (AuW G1-6 oder Ö2) oder nicht bewirtschaftet wurden, (HK Code 560-599) als *Direktsaat/Dauergrünland* klassifiziert, weil auf diesen Flächen kein Bodenbruch stattfindet. Flächen, die im Sinne der AuW S3-, S5- oder S6-Maßnahme bewirtschaftet wurden, wurden als *dauerhaft konservierend bewirtschaftete* Flächen bewertet. Alle anderen Flächen wurden mit als *konservierend bewirtschaftet* bewertet.

Q2 – Nährstoffbilanz: Bezüglich Nährstoffbilanz für N ergab die Auswertung der vom LfULG in Sachsen betriebenen Dauertestflächen für den Zeitraum von 1992 bis 2011 einen durchschnittlichen N-Saldo von 17,9 kg N/ha/a (REINICKE & WURBS 2012); ökologisch bewirtschaftete Flächen wiesen einen N-Saldo von -36,6 kg N/ha/a auf. Entsprechend wurden ökologisch bewirtschaftete Flächen und Grünland- (HK-Code 400-449), Dauergrünland- (HK-Code 450-499) oder aus der Produktion genommene Flächen (HK-Code 500-599) mit N Nährstoffbilanz <0 kg N/ha/a bewertet. Alle anderen Schläge wurden mit *Schlagbilanz* <20 kg N/ha/a bewertet.

Die Ergebnisse einer weiteren Studie des LfULG ergab, unabhängig von der Bewirtschaftung, eine P-Bilanz von <4 kg P/ha/a (MENGE 2007). Die Flächen wurden entsprechend bewertet.

Q3 – Versorgungsstufe: Basierend auf Literaturwerten für Sachsen kann angenommen werden, dass die Ackerschläge in den untersuchten Einzugsgebieten mit allen Nährelementen (N, P, K, Mg) optimal versorgt sind (MENGE 2007) und wurden deshalb entsprechend bewertet.

Q4 – Einarbeitung Wirtschaftsdünger: Für die Auswertung wurde angenommen, dass in den letzten 3 Jahren auf allen Ackerschlägen applizierter Dünger *flachgründend und sofort* eingearbeitet wird.

Q5 – Zwischenfrucht: Ackerschläge, die gemäß AuW für Zwischenfrucht- (S1) oder Untersaatanbau (S2) gefördert wurden, erhielten die Bewertung *regelmäßiger Zwischenfruchtanbau*. Ackerschläge, auf denen als Winterung Winterraps, Winterroggen, Wintergerste oder Triticale angebaut wurden, erhielten die Bewertung *unregelmäßiger Zwischenfruchtanbau*. Dabei wurde die Annahme gemacht, dass in der Fruchtfolge auf diesen Ackerschlägen innerhalb von 3 Jahren zwei Winterungen bzw. eine Winterung und eine Zwischenfrucht angebaut werden. Bei allen anderen Ackerschlägen wurde angenommen, dass kein Zwischenfruchtanbau betrieben wird.

T1 – Oberflächentransport: GIS-basiert wurde der minimale Abstand des Ackerschlags zum nächstgelegenen Oberflächenwasserkörper berechnet und entsprechend bewertet.

T2 – Gewässerschutzstreifen: Für die Bewertung des Gewässerschutzstreifens wurde Parameter 6.2 *Gewässerrandstreifen* der Gewässerstrukturgütekartierung nach LAWA herangezogen. Diese klassifiziert den links- und rechtsseitigen Gewässerschutzstreifen. Die Bewertung des Gewässerschutzstreifens in nächster Nähe zu jedem Ackerschlag wurde im GIS durchgeführt. Dazu wurde um jeden Ackerschlag ein Pufferstreifen definiert, der in seiner Breite dem minimalen Abstand des Ackerschlags zum Gewässer zuzüglich 100 m entsprach (Abbildung 16). Dann wurde für jeden Ackerschlag der Mittelwert der Bewertung aller im Pufferbereich liegenden Gewässerabschnitte berechnet. Der Mittelwert wurde nach der Länge des jeweiligen Gewässerabschnittes gewichtet.

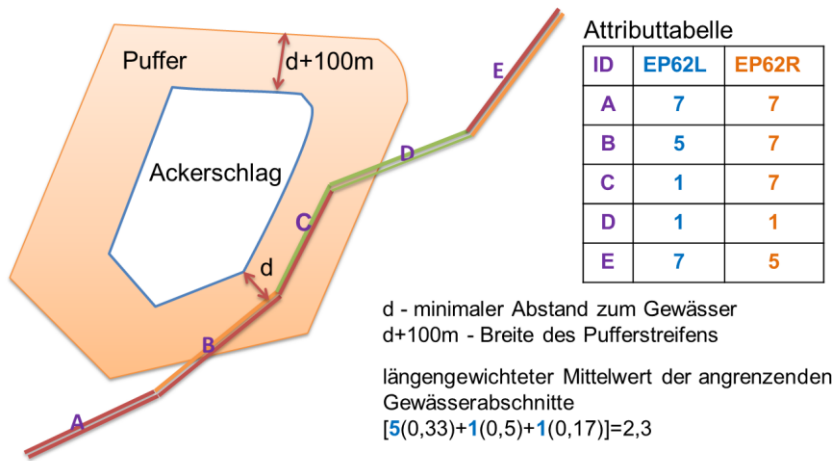


Abbildung 16: Schematische Darstellung der Berechnung des Mittelwertes des Gewässerstrukturgüteparameters EP62 (LAWA 2000). Im Beispiel liegt der Ackerschlag am nächsten zu Gewässerabschnitt B, der minimale Abstand beträgt d. Zur Berechnung werden die drei Gewässerabschnitte (B, C und D), die im Pufferbereich (d+100 m) liegen, herangezogen. Aus der Attributtabelle werden die Parameter EP62L herangezogen, weil sich der Ackerschlag links des Gewässers befindet. Es wird der Mittelwert nach der Länge der Abschnitte, die sich im Pufferbereich befinden, berechnet.

T3 – Bodenerosion: Der Mittelwert der Bodenerosion jedes Ackerschlags, basierend auf der Erosion-3D-Modellierung (worst-case-Szenario), wurde berechnet und der Ackerschlag entsprechend bewertet.

T4 – Grundwasserflurabstand: Der mittlere Grundwasserflurabstand für die beiden Einzugsgebiete wurde aus den Messwerten der Datenbank des LfULG abgeleitet. Für beide Einzugsgebiete ergab sich ein Grundwasserflurabstand >5 m. Die Bodenart im EZG Bierlichtbach ist Lösssand, im EZG Leine-1 Sandlöss.

T5 – Abführung Stauanässe/Grundwassernässe: Die Feldbegehung ergab, dass flächendeckend in beiden Einzugsgebieten Drainagesysteme bzw. Entwässerungsgräben installiert waren. Alle Ackerschläge wurden entsprechend bewertet.

T6 – Grundwasserneubildungsrate: Die Datenbank der DIFGA-modellierten Daten wurde benutzt, um GIS-Abfragen zum schnellen (RG1) und langsamen (RG2) Grundwasserzufluss jedes Ackerschlags zu erhalten. Die Summe aus RG1 und RG2 wurde als Grundwasserneubildungsrate interpretiert und entsprechend bewertet.

4.3 Handlungsanleitung

4.3.1 Ziel der Handlungsanleitung

Die Handlungsanleitung soll dem Bewirtschafter Maßnahmen empfehlen, die es erlauben, das Risiko für einen Stoffaustrag zu verringern. Dabei sollen, ausgehend von der individuellen Bewertung eines Ackerschlags, Empfehlungen entwickelt und herausgearbeitet werden. Mithilfe der empfohlenen Maßnahmen sollte es möglich sein, Transport- und Quellfaktoren soweit zu minimieren, dass nur noch ein geringes Risiko für einen Stoffaustrag von dem bewerteten Ackerschlag ausgeht. Von einem geringen Risiko ist auszugehen, wenn der N- bzw. P-Index maximal 128 beträgt. Die Summe der Quellfaktoren sollte daher maximal 8 und die Summe

der Transportfaktoren maximal 16 ergeben. Werden diese Werte überschritten, so ist eine Bewertung des Risikos als *gering* unwahrscheinlich. Die vergleichsweise hohe Summe der Transportfaktoren im Gegensatz zur Summe der Quellfaktoren erklärt sich durch die Bewertung des Transportes an der Oberfläche und im Boden. Die Neigung zur Erosion (T3) und der Transport im Boden (T4, T5 und T6) können durch den Bewirtschafter nicht beeinflusst werden.

4.3.2 Handlungsanleitung

Die Handlungsanleitung gliedert sich in sechs Bearbeitungsschritte (Abbildung 17): Diese wiederholen sich, bis der Bewirtschafter Empfehlungen ausgewählt hat, bei deren Umsetzung das Ziel eines geringen Risikos für einen Schadstoffaustrag erreicht ist. Bearbeitungsschritt 1 ist die Bewertung eines Ackerschlags mit dem N- oder dem P-Index.

In Bearbeitungsschritt 2 wird geprüft, ob das Ziel eines geringen Risikos für den Stoffaustrag erreicht ist. Dazu müssen der N- bzw. der P-Index kleiner gleich 128 sein (Tabelle 7).

Ist dieser Wert nicht erreicht, so werden dem Bewirtschafter in Bearbeitungsschritt 3 - Empfehlung und Auswahl - Maßnahmen zur Reduktion der Quellfaktoren empfohlen. Deren Umsetzung bzw. Umsetzbarkeit auf dem spezifischen Schlag muss durch den Bewirtschafter geprüft werden. In diesem Bearbeitungsschritt legt der Bewirtschafter fest, welche Maßnahmen umgesetzt werden sollen. Dabei ist für jeden Quellfaktor maximal eine Maßnahme auszuwählen. Die Liste der empfohlenen Maßnahmen ist in Abschnitt 4.3.3 zusammengestellt. Als Orientierung dient, dass die Summe der Quellfaktoren bei einer Bewertung den Wert 8 nicht überschreiten sollte.

Anschließend werden in Bearbeitungsschritt 4 Maßnahmen zur Reduktion der Transportfaktoren empfohlen und geprüft. In Abschnitt 4.3.4 werden die Maßnahmen vorgestellt. Je Transportfaktor ist höchstens eine Maßnahme auszuwählen. Die Summe der Transportfaktoren sollte auf 16 Punkte reduziert werden, diese Zahl dient als Orientierungswert zum Erreichen eines geringen Risikos.

Nachdem in Bearbeitungsschritt 3 und 4 eine Auswahl an Maßnahmen getroffen wurde, die umgesetzt werden sollen, wird in Bearbeitungsschritt 5 eine Prognose erstellt. Dazu wird die Summe der Quell- und Transportfaktoren berechnet, welche die in Bearbeitungsschritt 3 und 4 ausgewählten Maßnahmen berücksichtigt. Jeder Maßnahme ist eine Wirkung zugeordnet (Abschnitt 4.3.3 und 4.3.4). Die Prognose berechnet dann einen N- bzw. P-Index, der erreicht werden kann, wenn die ausgewählten Maßnahmen umgesetzt werden. In Bearbeitungsschritt 6 wird geprüft, ob der prognostizierte N- bzw. P-Index kleiner gleich 128 ist. Wenn dieser Fall gegeben ist, sollten die ausgewählten Maßnahmen umgesetzt werden. Bei einer vollständigen Umsetzung ist zu erwarten, dass von dem Schlag nur noch ein geringes Risiko für einen Stoffaustrag ausgeht. Ist der prognostizierte Index größer als 128, so wiederholen sich Schritte 3, 4 und 5 (Abbildung 17).

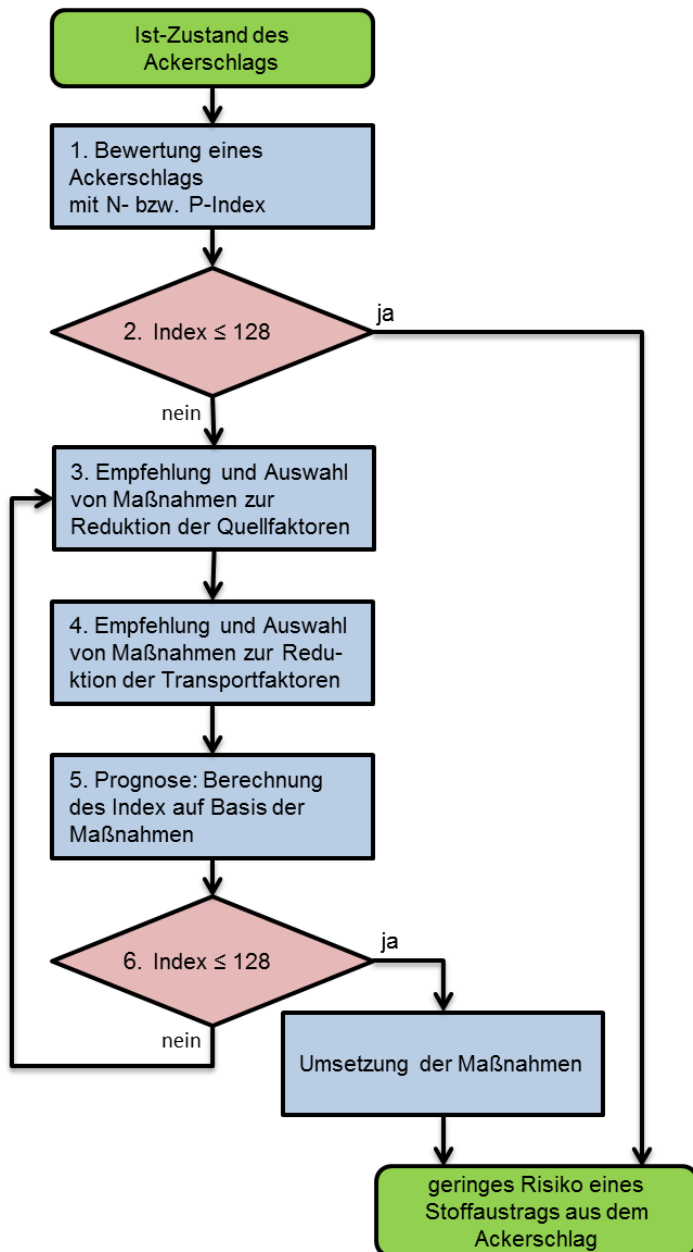


Abbildung 17: Handlungsanleitung zur Reduktion des Stoffaustrags

4.3.3 Maßnahmen zur Reduktion der Quellfaktoren

Um das Risiko eines Stoffaustrags zu verringern, besteht auf der Seite der Quellfaktoren einiger Handlungsspielraum. Eine Vielzahl Maßnahmen eröffnet dem Bewirtschafter die Möglichkeit, die passende Maßnahme auszuwählen und deren potenzielle Wirksamkeit abzuschätzen. Dabei können bereits kleine Änderungen in der Bewirtschaftung eine große Wirkung erzielen.

Tabelle 8 fasst die Maßnahmen zur Risikoreduktion zusammen. Dabei ist jede Maßnahme demjenigen Quellfaktor zugeordnet, bei dem der größte Nutzen zu erwarten ist. Ein Teil der Maßnahmen wurde der ENaWil-Datenbank (LfULG 2012d) entnommen. Diese kann bei der Auswahl geeigneter Maßnahmen zusätzlich herangezogen werden, weil diese Datenbank auch Informationen zu Akzeptanz und Aufwand der Maßnahmen enthält.

Tabelle 8: Beispiel Maßnahmen zur Reduktion der Quellfaktoren

Nr.	ENaWil	Maßnahme	Prognostizierte Wirkung auf Faktor
Q1.1	H1	umbruchlose Grünlanderneuerung	Q1-Bodenbearbeitung: Bewertung als "Direktsaat"
Q1.2	H3	umbruchlose Nachnutzung von Stilllegungsflächen im Herbst	Q1-Bodenbearbeitung: Bewertung als "Direktsaat"
Q1.3	H4	Dauerhaft konservierende Bodenbearbeitung	Q1-Bodenbearbeitung: Bewertung als "Dauerhaft konservierend"
Q1.4	H5	Konservierende Bodenbearbeitung zu erosionsanfälligen Fruchtarten/Mulchsaat	Q1-Bodenbearbeitung: Bewertung als "Mulchsaat"
Q1.5	H6	Direktsaat	Q1-Bodenbearbeitung: Bewertung als "Direktsaat"
Q2.1	A1	Ermittlung des schlagbezogenen Düngebedarfs	Q2- Nährstoffbilanz: Reduktion des Faktor Q2 um eine Stufe
Q2.2	A4	Verlängerung der gesetzlichen Sperrfristen zur Ausbringung von Düngemitteln mit wesentlichem Gehalt an verfügbarem Stickstoff	Q2- Nährstoffbilanz: Reduktion des Faktor Q2 für P und N um eine Stufe
Q2.3	A5	Aufstellen von schlagbezogenen Nährstoffbilanzen (N, P)	Q2- Nährstoffbilanz: Reduktion des Faktor Q2 für P bzw. N um eine Stufe
Q2.4	-	Abschätzen des N-Düngebedarfs durch sogenannte Düngefenster	Q2- Nährstoffbilanz: Reduktion des Faktor Q2 bei N um eine Stufe
Q2.5	-	Ermittlung der N-Versorgung der Pflanzen, (Nitrachek, Yara N-Tester, Biomasse)	Q2- Nährstoffbilanz: Reduktion des Faktor Q2 bei N um eine Stufe
Q2.6	A9	Reduktion der mineralischen N-Düngung	Q2- Nährstoffbilanz: Reduktion des Faktor Q2 bei N um eine Stufe
Q2.7	A10	Reduktion der mineralischen P-Düngung	Q2- Nährstoffbilanz: Reduktion des Faktor Q2 bei P um eine Stufe
Q2.8	A11	Platzierte Düngung	Q2- Nährstoffbilanz: Reduktion des Faktor Q2 bei P um eine Stufe
Q2.9	A12	Einsatz von N-Düngemitteln mit verzögerter Nitrifikation	Q2- Nährstoffbilanz: Reduktion des Faktor Q2 bei N um eine Stufe
Q2.10	A13	Nmin-Bodenuntersuchungen im Frühjahr und nach der Ernte	Q2- Nährstoffbilanz: Reduktion des Faktor Q2 bei N um eine Stufe
Q2.11	A14	Teilflächenspezifische Düngung	Q2- Nährstoffbilanz: Reduktion des Faktor Q2 für P und N um eine Stufe
Q3.1	A8	Reduktion der organischen Düngung	Q3-Phosphor Versorgungsstufe: Verschiebung der P Versorgungsstufe in Richtung B
Q4.1	C4	sofortige tiefe Einarbeitung von flüssigen organischen Düngemitteln	Q4-Einarbeitung: Reduktion des Faktor Q4 um eine Stufe
Q4.2	C5	sofortige tiefe Einarbeitung von festen organischen Düngemitteln	Q4-Einarbeitung: Reduktion des Faktor Q4 um eine Stufe
Q4.3	-	Verzicht auf Wirtschaftsdünger	Q4-Einarbeitung: Reduktion des Faktor Q4 auf entsprechende Stufe
Q5.1	G1	Anbau von Winterzwischenfrüchten	Q5-Zwischenfruchtanbau: Reduktion des Faktor Q5 um eine Stufe
Q5.2	G2	Anbau von Sommerzwischenfrüchten	Q5-Zwischenfruchtanbau: Reduktion des Faktor Q5 um eine Stufe
Q5.3	G4	Anbau von Untersaaten	Q5-Zwischenfruchtanbau: Reduktion des Faktor Q5 um eine Stufe
Q5.4	-	Regelmäßiger Anbau von Zwischenfrüchten	Q5-Reduktion des Faktor Q5 auf entsprechende Stufe

4.3.4 Maßnahmen zur Reduktion der Transportfaktoren

Im Gegensatz zu den Quellfaktoren besteht bei den Transportfaktoren ein geringerer Freiraum an Handlungsmöglichkeiten. Einige der Transportfaktoren bestehen als feste Umweltbedingungen, andere Parameter wie Drainagen können nicht verändert werden. Die Maßnahmen zur Reduktion beschränken sich auf die Transportfaktoren T1 – Abstand des Ackerschlags zum Gewässer, T2 – Bewertung des Gewässerschutzstreifens, T3 – Bodenerosion (Tabelle 9). Entsprechend beschränken sich die Maßnahmen zur Reduktion der Transportfaktoren auf die Vergrößerung des Abstandes zwischen intensiv bewirtschafteter Fläche und Ge-

wässer, durch Anlage weniger intensiv bewirtschafteter Brache-/Acker-futterstreifen (T1.1), die Anlage von Gewässerschutzstreifen (T1.2) bzw. auf die Aufwertung der Gewässerschutzstreifen durch Landschaftselemente (T2.1), Grün- oder Gehölzstreifen (T2.2). Über die Anlage von Hangrinnenbegrünung (T3.1) können besonders erosionsgefährdete Abschnitte eines Ackerschlag abgegrenzt werden. Damit reduziert sich entsprechend Faktor T3. Als Konsequenz wird die erosionsgefährdete Fläche so bewirtschaftet (z. B. mit Ackergras bestellt), dass diese ein geringes Risiko für einen Nährstoffaustrag aufweist und als separater Schlag geführt wird.

Tabelle 9: Maßnahmen zur Reduktion der Transportfaktoren

Nr.	ENa-Wil	Maßnahme	Prognostizierte Wirkung auf Faktor
T1.1	K8	Anlage von mehrjährigen Brache/Ackerfutterstreifen auf Ackerland	T1-Abstand: Reduktion des Faktor T1 auf die entsprechende Stufe T2-Bewertung Gewässerschutzstreifen: Reduktion des Faktor T2 auf die entsprechende Stufe
T1.2	K9	Anlage von Gewässerschutzstreifen mit angepasster Ackerbewirtschaftung	T1-Abstand: Reduktion des Faktor T1 auf die entsprechende Stufe T2-Bewertung Gewässerschutzstreifen: Reduktion des Faktor T2 auf die entsprechende Stufe
T2.1	K10	Anlage von Landschaftselementen	T2-Bewertung Gewässerschutzstreifen: Reduktion des Faktor T2 auf die entsprechende Stufe
T2.2	K12	Anlage von Grün- und Gehölzstreifen	T2-Bewertung Gewässerschutzstreifen: Reduktion des Faktor T2 auf die entsprechende Stufe
T3.1		Begrünung erosionsgefährdeter Hangrinnen	T3-Erosion: Anpassung der Ackerschläge im GIS, Neuberechnung der Erosionsklasse, Reduktion des Faktor T3 auf entsprechende Stufe

4.4 Berechnung des Eintragsrisikos in Gewässer

Basierend auf der Bewertung der Ackerschläge mit N- und P-Index kann das Risiko für einen Stoffeintrag in anliegende Gewässer berechnet werden. Dazu wurde für die betrachteten Gewässerabschnitte ein Mittelwert der umliegenden Ackerschläge berechnet. Die angewendete Methode (IDW-inverse distance weight) berechnet das gewichtete Mittel eines Abschnittes basierend auf einem definierten Umfeld (Radius). Für die Berechnung wurde für die Gewichtung der quadratische Kehrwert des Abstandes und als Radius 1.000 m definiert. Der berechnete Mittelwert wurde nach Tabelle 7 in Risikoklassen klassifiziert und Gewässerabschnitten von 100 m Länge zugewiesen.

5 Ergebnisse

5.1 Feldbegehung

5.1.1 Bierlichtbach

Die Feldbegehung am Bierlichtbach wurde am 01.11.2012 durchgeführt. Dabei wurde die Struktur der Gewässerschutzstreifen auf 8,1 km Fließlänge aufgenommen. Für das linke und das rechte Gewässerufer ergibt das 16,2 km kartierter Gesamtstrecke. In Anlage 9 sind die Ergebnisse der Feldbegehung dargestellt.

Entlang des Bierlichtbachs waren Gewässerschutzstreifen kaum ausgeprägt. Auf einer Strecke von 8,3 km wurde bis an die Gewässerböschung gepflügt bzw. ein Abstand von nur 1 m eingehalten (Tabelle 10). An 35 % der kartierten Uferabschnitte wurden 2 bis 5 m breite Gewässerschutzstreifen festgestellt. Gleichzeitig überwiegt als angrenzende Nutzung der Ackerbau. Damit dominiert die landwirtschaftliche Nutzung des Gewässerrandstreifens im EZG Bierlichtbach. Ein Augenmerk der Kartierung lag auf der Möglichkeit zu beurtei-

len, ob der Oberflächenabfluss flächenhaft in die Böschung eintreten kann. Auf 84 % der Böschung war dies der Fall (Tabelle 11). Entlang des gesamten Bierlichtbachs wurden keine Hinweise auf punktuelle Eintritte beobachtet, die auf Erosion bzw. punktuellen Oberflächenabfluss schließen lassen. Damit erscheint ein flächenhafter Eintritt oberflächlichen Abflusses als gesichert.

Weiterhin wurden direkte oberflächliche und unterirdische Einträge aus Drainage und Entwässerungssystemen aufgenommen. Dabei zeigte sich, dass entlang des Bierlichtbachs sowohl Entwässerungsgräben als auch Rohrsysteme installiert sind.

Tabelle 10: Breite der Gewässerschutzstreifen im EZG Bierlichtbach

Breite Gewässerschutzstreifen	Länge	Anteil
0-1 m	8,3 km	51,1 %
2-5 m	5,7 km	35,0 %
6-10 m	0,7 km	4,3 %
>10 m	0,0 km	0,0 %
sonstige (Siedlung, Bebauung)	1,7 km	9,6 %
Gesamt	16,2 km	100,0 %

Tabelle 11: Flächenhafter Eintritt des Oberflächenabflusses im EZB Bierlichtbach

Flächenhafter Eintritt des Oberflächenabflusses	Länge	Anteil
sicher möglich	13,7 km	84,4 %
wahrscheinlich	1,0 km	6,0 %
ausgeschlossen	0,0 km	0,0 %
sonstige (Siedlung, Bebauung)	1,6 km	9,6 %
Gesamt	16,2 km	100,0 %

5.1.2 Leine-1

Die Feldbegehung an Leine-1 fand am 02. und 09.11.2012 statt. Dabei wurden die Gewässerschutzstreifen der Leine-1 mit 10 km Fließlänge, rechtsseitige Nebengewässer im Einzugsgebiet aus Behlitz und unterhalb mit insgesamt 8,1 km sowie ausgewählte Abschnitte der FFH-Gebiete (4 km) aufgenommen. In den Anlagen 10 und 11 sind die Ergebnisse der Feldbegehung dargestellt.

Auf rund 30 % der Fließlänge wurden Gewässerschutzstreifen mit einer Breite von 6 m und mehr festgestellt (

Tabelle 12). Jedoch wurden auch 19,6 % der Ufer bis zur Böschungsoberkante landwirtschaftlich genutzt. Es gab keine Anzeichen von Erosion durch Oberflächenabfluss, sodass der Oberflächenabfluss überwiegend flächenhaft erfolgt (

Tabelle 13). Jedoch wurden im Einzugsgebiet direkte Einträge an der Oberfläche durch Grabensysteme und Hofabflüsse sowie im Untergrund durch Rohrsysteme festgestellt.

Wie bei den landwirtschaftlich genutzten Flächen bestand entlang der FFH-Gebietsgrenzen durchgehend die Möglichkeit des flächenhaften Eintretens des Oberflächenabflusses in das Gebiet. Demnach ist davon auszugehen, dass Stofftransporte nicht punktuell, sondern flächenhaft im FFH-Gebiet auftreten werden. Ausnahme bilden zwei kurzfristig angelegte Drainagegräben (Abbildung 18). Diese Gräben wurden vermutlich mit einem Pflug angelegt und dienten der kurzfristigen Entwässerung der Ackerschläge. Mit Ausnahme dieser Gräben ist von flächenhaftem Eintreten des Oberflächenabflusses in die FFH-Gebiete auszugehen.

Tabelle 12: Breite der Gewässerschutzstreifen im EZG Leine-1

Breite Gewässerschutzstreifen	Länge	Anteil
0-1 m	6,6 km	19,6 %
2-5 m	11,0 km	32,4 %
6-10 m	6,1 km	17,9 %
>10 m	4,1 km	12,0 %
sonstige (Siedlung, Bebauung)	6,2 km	18,2 %
Gesamt	33,9 km	100,0 %

Tabelle 13: Flächenhafter Eintritt des Oberflächenabflusses im EZB Leine-1

Flächenhafter Eintritt des Oberflächenabflusses	Länge	Anteil
sicher möglich	19,2 km	56,6 %
wahrscheinlich	8,5 km	25,2 %
ausgeschlossen	0,0 km	0,0 %
sonstige (Siedlung, Bebauung)	6,2 km	18,2 %
Gesamt	33,9 km	100,0 %



Abbildung 18: Drainagegräben verhindern den flächenhaften Eintritt des Oberflächenabflusses

5.2 N- und P-Index

5.2.1 Bierlichtbach

Im EZG Bierlichtbach wurden 431 Ackerschläge mit einer Fläche von insgesamt 3.722 ha mit dem N- und dem P-Index bewertet. Mehr als zwei Drittel der Schläge wiesen dabei ein mittleres Risiko für den Stoffaustrag auf und nahmen rund 90 % der bewirtschafteten Fläche im EZG ein (Tabelle 14). Mit *geringem* oder *kein* Risiko wurden 28 % (N-Index und P-Index) der Ackerschläge bewertet. Diese waren jedoch vergleichsweise klein und nahmen nur rund 10 % (N-Index) bzw. 6 % (P-Index) der bewirtschafteten Fläche ein. Bei der Bewertung mit dem P-Index wiesen 44 Schläge *kein Risiko* für einen Stoffaustrag auf, während 103 Schläge mit dem N-

Index mit *kein Risiko* bewertet wurden. In Anlage 1 und 2 sind die Karten mit der Bewertung der Ackerschläge mit N- und P-Index enthalten.

Bei der Betrachtung des N- und P-Index zu den verschiedenen Ackerfrüchten zeigt sich, dass keine deutliche Tendenz bezüglich höherem oder niedrigerem Risiko vorherrscht (Tabelle 15). Einzig Ackerflächen, die als Dauergrünland bewirtschaftet werden, wurden vorwiegend den Risikoklassen geringes Risiko bzw. kein Risiko zugeordnet.

In Tabelle 16 ist die Bewertung der Ackerschläge nach dem Abstand zum Gewässer aufgeschlüsselt. Dabei sind Ackerschläge mit geringem Risiko genauso häufig in unmittelbarer Nähe zum Gewässer zu finden wie auch in größerer Entfernung. In der Klasse <2 m Abstand zum Gewässer werden Ackerschläge sowohl mit *hohem* als auch *geringem* und *kein Risiko* bewertet. Das zeigt, dass in unmittelbarer Nähe zum Gewässer die Bewirtschaftung einen großen Einfluss auf die Gefährdung hat.

Tabelle 14: Übersicht über die Verteilung der Risikoklassen im EZG Bierlichtbach

Risikoklasse	N-Index		P-Index	
	Anzahl Schläge	Fläche in ha	Anzahl Schläge	Fläche in ha
kein Risiko	103 (24%)	209 (5,6%)	44 (10%)	98 (2,6%)
geringes Risiko	19 (4%)	171 (4,6%)	76 (18%)	134 (3,6%)
mittleres Risiko	302 (70%)	3248 (87,3%)	301 (70%)	3331 (89,5%)
hohes Risiko	7 (2%)	95 (2,6%)	10 (2%)	159 (4,3%)
sehr hohes Risiko	0	0	0	0
Summe	431 (100%)	3722 (100%)	431 (100%)	3722 (100%)

Tabelle 15: Anzahl der Ackerschläge in Risikoklassen unterteilt nach den Kulturarten im EZG Bierlichtbach

Risiko-klasse	Getreide	Eiweißpflanzen Ölsaaten	Acker- futter	Dauer- grün- land	Aus der Pro- duktion ge- nommen	Hack- früchte	Gemüse und sonst. Han- dels-gewächse	Mehrjährige und sonst. Flächen	Gesamt
N-Index									
kein	0	0	0	103	0	0	0	0	103
gering	2	3	6	1	7	0	0	0	19
mittel	155	49	68	0	0	15	4	11	302
hoch	7	0	0	0	0	0	0	0	7
Summe	164	52	74	104	7	15	4	11	431
P-Index									
kein	0	0	0	44	0	0	0	0	44
gering	0	0	15	60	1		0	0	76
mittel	156	50	59	0	6	15	4	11	301
hoch	8	2	0	0	0	0	0	0	10
Summe	164	52	74	104	7	15	4	11	431

Tabelle 16: Anzahl der Ackerschläge in den Risikoklassen unterteilt nach dem Abstand zum Bierlichtbach

Risikoklasse	Abstand zum Gewässer					Gesamt
	> 50 m	> 10 m	> 5m	> 2m	< 2m	
N-Index						
kein	80	2	0	5	16	103
gering	17	0	0	0	2	19
mittel	275	9	4	2	12	302
Hohes	0	0	0	0	7	7
Summe	372	11	4	7	37	431
P-Index						
kein	44	0	0	0	0	44
gering	51	2	0	5	18	76
mittel	277	9	4	2	9	301
hohes	0	0	0	0	10	10
Summe	372	11	4	7	37	431

5.2.2 Leine-1

Im EZG Leine-1 wurden 263 Ackerschläge mit einer Fläche von insgesamt 3.434 ha mit dem N- und dem P-Index bewertet. Die Mehrheit der Schläge wies dabei ein mittleres Risiko für den Stoffaustrag auf (Tabelle 17). Zudem wurden 12 % bzw. 19 % der Ackerschläge der Risikoklasse *geringes Risiko* zugeordnet. Bei der Bewertung mit dem P-Index wurden zehn Ackerschläge mit *kein Risiko* bewertet, diese machten mit 10 ha Fläche aber nur einen geringen Anteil aus. Ebenso wurden 24 Ackerschläge durch den N-Index mit *kein Risiko* bewertet. In Anlage 3 und 4 sind die Karten mit der Bewertung der Ackerschläge mit N- und P-Index enthalten.

Bei der Bewertung der Ackerschläge wurden die Kulturen Ackerfutter und Dauergrünland tendenziell mit geringerem Risiko bewertet als andere Kulturen (Tabelle 18). So wurden vorwiegend Ackerschläge mit diesen Kulturen den Risikoklassen *kein Risiko* und *geringes Risiko* zugeordnet. Bei den anderen Kulturen lässt sich keine Tendenz feststellen.

Betrachtet man die Verteilung der Risikoklassen in Abhängigkeit vom Abstand der Ackerschläge vom Gewässer, so sind keine eindeutigen Trends zu entdecken. Nahe dem Gewässer werden sowohl Flächen mit geringem als auch hohem Risiko ausgewiesen (Tabelle 19). Jedoch wurde kein Ackerschlag, der weiter als 10 m vom Gewässer entfernt lag, mit der Klasse *hohes Risiko* bewertet.

Tabelle 17: Übersicht über die Verteilung der Risikoklassen im EZG Leine-1

Risikoklasse	N-Index		P-Index	
	Anzahl Schläge	Fläche in ha	Anzahl Schläge	Fläche in ha
kein Risiko	24 (9%)	42 (1,2%)	10 (4%)	10 (0,3%)
geringes Risiko	33 (12%)	74 (2,1%)	51 (19%)	111 (3,2%)
mittleres Risiko	199 (76%)	3205 (93,3%)	180 (68%)	3015 (87,8%)
hohes Risiko	7 (3%)	113 (3,3%)	22 (8%)	298 (8,7%)
sehr hohes Risiko	0	0	0	0
Summe	263 (100%)	3434 (100%)	263 (100%)	3434 (100%)

Tabelle 18: Anzahl der Ackerschläge in Risikoklassen unterteilt nach den Kulturarten im EZG Leine-1

Risiko-klasse	Getreide	Eiweißpflanzen Ölsaaten	Acker- futter	Dauer- grün- land	Aus der Pro- duktion ge- nommen	Hack- früchte	Gemüse und sonst. Handels- gewächse	Mehrjährige und sonst. Flächen	Gesamt
N-Index									
kein	0	0	0	20	4	0	0	0	24
gering	2	3	11	4	13	0	0	0	33
mittel	115	39	33	0	0	7	5	0	199
hoch	6	0	0	0	0	1	0	0	7
Summe	123	42	44	24	17	8	5	0	263
P-Index									
kein	0	0	0	10	0	0	0	0	10
gering	4	2	19	14	12	0	0	0	51
mittel	104	36	25	0	5	6	4	0	180
hoch	15	4	0	0	0	2	1	0	22
Summe	123	42	44	24	17	8	5	0	263

Tabelle 19: Anzahl der Ackerschläge in den Risikoklassen unterteilt nach dem Abstand zur Leine-1

Risiko-klasse	Abstand zum Gewässer					Gesamt
	> 50 m	> 10 m	> 5m	> 2m	< 2m	
N-Index						
kein	12	4	2	2	4	1
gering	21	3	0	5	4	38
mittel	132	19	15	11	22	198
hoch	0	0	0	2	5	26
Summe	165	26	17	20	35	263
P-Index						
kein	5	3	2	0	0	10
gering	30	3	2	6	10	51
mittel	130	20	6	8	16	180
hoch	0	0	7	6	9	22
Summe	165	26	17	20	35	263

5.3 Handlungsanleitung

Ziel der Handlungsanleitung ist es, ein Werkzeug zur Verfügung zu stellen, mit dem das Risiko für einen Stoffaustrag aus einer landwirtschaftlichen Fläche in Oberflächengewässer reduziert werden kann. Die im Abschnitt 4.3 beschriebene Handlungsanleitung wurde auf sechs Ackerschläge angewendet (Abbildung 19 bis Abbildung 24). Anhand dieser Vergleichsbeispiele wurde die Funktionalität der Handlungsanleitung überprüft. Bei allen Vergleichsbeispielen konnte die Bewertung von mittlerer und hoher Risikoklasse auf ein geringes Risiko reduziert werden. Dabei unterscheiden sich die gewählten Beispiele in ihrer Strategie. So ändert sich in Vergleichsbeispielen 3, 4 und 5 (Abbildung 21, 22 und 23) nur die Bewirtschaftung. Die Größe der bewirtschafteten Fläche bleibt für den Bewirtschafter gleich. Ganz im Gegensatz zu Vergleichsbeispiel 6 (Abbildung 24). Hier wird ein 10 m breiter Gewässerschutzstreifen angelegt, um die Transportfaktoren und so das Risiko

für einen Stoffaustrag zu verringern. Die Vergleichsbeispiele verdeutlichen, dass die Handlungsanleitung flexibel einsetzbar ist und auf die Bedürfnisse der Bewirtschafter eingegangen werden kann.

Vergleichsbeispiel 1

Auf dem Ackerschlag in Vergleichsbeispiel 1 wird konventionelle Bodenbearbeitung betrieben und der Schlag wird bis an die Böschungsoberkante bewirtschaftet (Abbildung 19). Es besteht ein mittleres Risiko für N- und P-Austräge. Um das Risiko für Stoffausträge zu verringern, wurde im ersten Durchlauf der Handlungsanleitung eine Maßnahme zur Verringerung der Quellfaktoren ausgewählt. So sollen zukünftig Untersaaten angebaut werden (Q5.3). Auf Seiten der Transportfaktoren wurde ebenfalls eine Maßnahme ausgewählt. So soll ein 5 m breiter Streifen angelegt werden, der mit Ackerfutter bestellt wird (T1.1). Basierend auf diesen Maßnahmen wurden nun N- und P-Index prognostiziert. Es zeigt sich eine deutliche Reduktion beider Indices, die jetzt sowohl das Risiko eines P- als auch das Risiko eines N-Austrages mit *mittel* bewerten. Damit ist das Ziel der Handlungsanleitung, ein geringes Risiko für beide Indices zu prognostizieren, noch nicht erreicht und es wurde ein zweiter Durchlauf der Handlungsanleitung gestartet. In diesem zweiten Durchlauf wurden zusätzliche Maßnahmen gewählt. So sollen durch die Umstellung auf konservierende Bodenbearbeitung zu erosionsanfälligen Früchten (Q1.4) und einen Verzicht auf Wirtschaftsdünger (Q4.3) die Quellfaktoren verringert werden. Weiterhin soll durch die Anlage von Grün- und Gehölzstreifen die Strukturbewertung des Gewässerschutzstreifens auf durchschnittlich ≤ 5 geändert werden (T2.2). In der Prognose ergeben sich bei Umsetzung aller Maßnahmen geringe Risiken für den N- als auch für den P-Stoffaustrag. In diesem Vergleichsbeispiel konnten durch moderate Änderungen in der Bewirtschaftung und die Aufwertung des Gewässerschutzstreifens eine Reduktion des Risikos für Stoffausträge erreicht werden.

Vergleichsbeispiel 2

Die Ackerfläche wird mittels konventioneller Bodenbearbeitung bewirtschaftet und grenzt unmittelbar an die Gewässerböschung (Abbildung 20). Es besteht ein hohes Risiko für N- und P-Austräge. Um das Risiko für Stoffausträge zu verringern, wurden für diesen Ackerschlag im ersten Durchlauf folgende Maßnahmen ausgewählt: Wirtschaftsdünger soll sofort und tiefgründig eingearbeitet werden, um das Risiko eines Austrages zu verringern (Q4.1). Als Maßnahme zur Reduktion der Transportfaktoren wurde die Anlage eines 10 m breiten mehrjährigen Ackerfutterstreifens ausgewählt (T1.1). In der Prognose ergeben sich für die Maßnahmen, die im ersten Durchlauf ausgewählt wurden, deutliche Reduktionen des N- und P-Index. Die Risiken für N- und P-Austrag wurden von *hoch* auf *mittel* reduziert. Um das Risiko eines Stoffaustrags weiter zu reduzieren, wurde ein zweiter Durchlauf der Handlungsanleitung gestartet. Ziel war es, keine Nutzungsänderung vorzunehmen, sondern die bewirtschaftete Fläche beizubehalten. Damit wurde die Maßnahme der Anlage von Gewässerschutzstreifen ausgeschlossen und es mussten durch Änderungen in der Bewirtschaftung Quellfaktoren reduziert werden. Als Maßnahmen wurden dauerhaft konservierende Bodenbearbeitung (Q1.3) und Untersaatenanbau (Q5.3) gewählt. In der Prognose ergibt sich bei Umsetzung aller Maßnahmen ein geringes Risiko sowohl für den N- als auch für den P-Stoffaustrag. Die Größe der bewirtschafteten Ackerfläche bleibt bei dieser Maßnahmenkombination unbeeinflusst, allein durch Änderungen in der Bewirtschaftung und durch die Anlage eines 10 m-Ackerfutterstreifens konnte das Risiko von *hoch* auf *gering* reduziert werden.

Vergleichsbeispiel 3

Auf der Ackerfläche wird konventionelle Bodenbearbeitung betrieben (Abbildung 21). Zum Gewässer besteht ein 5 m breiter Streifen, der mit Ackerfutter bestellt wird. Es besteht ein mittleres Risiko für N- und P-Austräge. Um das Risiko für Stoffausträge zu verringern, wurden für diesen Ackerschlag vier Maßnahmen einer Bewirtschaftungsänderung ausgewählt. Zu erosionsanfälligen Früchten wird konservierende Bodenbearbeitung eingesetzt (Q1.4). Weiterhin wird auf die Ausbringung von Wirtschaftsdünger verzichtet (Q4.3) und es sollen Winterzwischenfrüchte angebaut werden (Q5.1). Auf Seiten der Transportfaktoren soll durch die Anlage von Grün-

und Gehölzstreifen die Strukturbewertung des Gewässerschutzstreifens angehoben werden, sodass die Bewertung bei durchschnittlich ≤ 5 liegt (T2.2). In der Prognose ergeben sich bei Umsetzung aller Maßnahmen geringe Risiken für N- als auch P-Stoffaustrag. Wie in Vergleichsbeispiel 1 konnte durch moderate Änderungen in der Bewirtschaftung und die Aufwertung des Gewässerschutzstreifens eine Reduktion des Risikos für Stoffausträge erreicht werden.

Vergleichsbeispiel 4

Auf der Ackerfläche wird konventionelle Bodenbearbeitung betrieben. Zwischen Ackerschlag und Gewässer befindet sich ein 10 m breiter Schlag, der mit Ackergras bestellt ist (Abbildung 22). Es besteht ein mittleres Risiko für N- und P-Austräge. Um das Risiko für Stoffausträge zu verringern, wurden für diesen Ackerschlag nur Maßnahmen der Bewirtschaftungsänderung ausgewählt. Zu erosionsanfälligen Früchten wird konservierende Bodenbearbeitung durchgeführt (Q1.4). Weiterhin wird der Wirtschaftsdünger sofort und tiefgründig eingearbeitet (Q4.1) und Winterzwischenfrüchte werden angebaut (Q5.1). In der Prognose ergeben sich bei Umsetzung aller Maßnahmen geringe Risiken für N- und P-Stoffaustrag. Dabei zeigt das Vergleichsbeispiel, dass sich durch moderate Änderungen allein der Bewirtschaftungspraxis deutliche Erfolge erzielen lassen.

Vergleichsbeispiel 5

Auf der Ackerfläche wird dauerhaft konservierende Bodenbearbeitung betrieben. Zwischen Ackerschlag und Gewässer befindet sich ein 5 m breiter Schlag der mit Ackergras bestellt ist (Abbildung 23). Es besteht ein mittleres Risiko für N- und P-Austräge. Um das Risiko für Stoffausträge zu verringern, wurden für diesen Ackerschlag nur Maßnahmen der Bewirtschaftungsänderung ausgewählt. Um das Risiko eines P-Austrages zu reduzieren, wird zukünftig die mineralische P-Düngung (Q2.7) und die organische Düngung (Q3.1) reduziert. Weiterhin wird durch den Anbau von Zwischenfrüchten (Q5.3) das Risiko für einen N-Austrag reduziert. In der Prognose ergeben sich bei Umsetzung aller Maßnahmen geringe Risiken für N- und P-Stoffaustrag. Dabei zeigt dieses Vergleichsbeispiel, wie zuvor Vergleichsbeispiel 4, dass allein durch Änderungen der Bewirtschaftung Erfolge erzielt werden können.

Vergleichsbeispiel 6

Auf der Ackerfläche wird konventionelle Bodenbearbeitung bis unmittelbar an die Böschung betrieben (Abbildung 24). Es besteht ein hohes Risiko für N- und P-Austräge. Um das Risiko für Stoffausträge zu verringern, wurden für diesen Ackerschlag zwei Maßnahmen der Bewirtschaftungsänderung ausgewählt. Die Fläche soll mit Direktsaat bestellt werden (Q1.5). Weiterhin werden durch die Anlage von Gewässerschutzstreifen auf einer Breite von 10 m (T1.2) und die Aufwertung der Strukturgüte (≤ 3) durch die Anlage von Grün und Gehölzstreifen (T2.2) die Transportfaktoren verringert. In der Prognose ergibt sich bei Umsetzung aller Maßnahmen ein geringes Risiko für N- und P-Stoffaustrag. Im Gegensatz zum Vergleichsbeispiel 4 wurden hier weniger Änderungen in der Bewirtschaftung vorgenommen und versucht, das Risiko auf Seite der Transportfaktoren zu reduzieren. Dabei muss in diesem Beispiel in Kauf genommen werden, dass sich die bewirtschaftete Ackerfläche reduziert, um einen Gewässerschutzstreifen anlegen zu können. Obwohl das Ergebnis, die Reduktion des Risikos auf *gering*, das gleiche ist.

Vergleichsbeispiel 1

Kennzahlen

Einzugsgebiet: Bierlichtbach
 FB-Bezeichnung: AL-073-121925
 FID: 502
 Kultur (2011): Wintertraps zur Körnergewinnung
 AuW-Maßnahmen: -



Bewertung ist Zustand

N-Index = 276 (mittleres Risiko)

Quellfaktoren	Transportfaktoren
Q1 – 6	T1 – 6
Q2 – 2	T2 – 6
Q3 – 0	T3 – 4
Q4 – 2	T4 – 1
Q5 – 2	T5 – 3
	T6 – 3
ΣQ – 12	ΣT – 23

P-Index = 336 (hohes Risiko)

Quellfaktoren	Transportfaktoren
Q1 – 6	T1 – 8
Q2 – 4	T2 – 6
Q3 – 2	T3 – 4
Q4 – 2	T4 – 1
	T5 – 2
	T6 – 3
ΣQ – 14	ΣT – 24

Empfehlung und Auswahl von Maßnahmen – 1. Durchlauf Ausgewählte Maßnahmen

Q4.3 – Verzicht auf Wirtschaftsdünger auf diesem Ackerschlag
 T1.1 – Anlage eines 5 m breiten mehrjährigen Ackerfütterstreifens am Ackerrand

Prognose

N-Index = 190 (mittleres Risiko)

Quellfaktoren	Transportfaktoren
Q1 – 6	T1 – 2
Q2 – 2	T2 – 6
Q3 – 0	T3 – 4
Q4 – 0	T4 – 1
Q5 – 2	T5 – 3
	T6 – 3
ΣQ – 10	ΣT – 19

P-Index = 240 (mittleres Risiko)

Quellfaktoren	Transportfaktoren
Q1 – 6	T1 – 4
Q2 – 4	T2 – 6
Q3 – 2	T3 – 4
Q4 – 0	T4 – 1
	T5 – 2
	T6 – 3
ΣQ – 12	ΣT – 20

Empfehlung und Auswahl von Maßnahmen – 2. Durchlauf Ausgewählte Maßnahmen

Q1.4 – Konservierende Bodenbearbeitung zu erosionsanfälligen Früchten/Mulchsaat
 Q4.3 – Verzicht auf Wirtschaftsdünger auf diesem Ackerschlag
 T1.1 – Anlage eines 5 m breiten mehrjährigen Ackerfütterstreifens am Ackerrand
 T2.2 – Anlage von Grün- und Gehölzstreifen, sodass Strukturgütebewertung ≤ 5

Prognose

N-Index = 120 (geringes Risiko)

Quellfaktoren	Transportfaktoren
Q1 – 4	T1 – 2
Q2 – 2	T2 – 2
Q3 – 0	T3 – 4
Q4 – 0	T4 – 1
Q5 – 2	T5 – 3
	T6 – 3
ΣQ – 8	ΣT – 15

P-Index = 128 (geringes Risiko)

Quellfaktoren	Transportfaktoren
Q1 – 4	T1 – 4
Q2 – 2	T2 – 2
Q3 – 2	T3 – 4
Q4 – 0	T4 – 1
	T5 – 2
	T6 – 3
ΣQ – 8	ΣT – 16

Abbildung 19: Vergleichsbeispiel 1 der Handlungsanleitung

Vergleichsbeispiel 2

Kennzahlen

Einzugsgebiet: Bierlichtbach
 FB-Bezeichnung: AL-072-120821
 FID: 72
 Kultur (2011): Winterweizen (Weichweizen)
 AuW-Maßnahmen: -



Bewertung ist Zustand

N-Index = 322 (hohes Risiko)

Quellfaktoren		Transportfaktoren	
Q1 –	6	T1 –	6
Q2 –	2	T2 –	6
Q3 –	0	T3 –	4
Q4 –	2	T4 –	1
Q5 –	4	T5 –	3
		T6 –	3
ΣQ –	14	ΣT –	23

P-Index = 336 (hohes Risiko)

Quellfaktoren		Transportfaktoren	
Q1 –	6	T1 –	8
Q2 –	4	T2 –	6
Q3 –	2	T3 –	4
Q4 –	2	T4 –	1
		T5 –	2
		T6 –	3
ΣQ –	14	ΣT –	24

Empfehlung und Auswahl von Maßnahmen – 1. Durchlauf Ausgewählte Maßnahmen

Q4.1 – sofortige tiefe Einarbeitung von flüssigen organischen Düngemitteln
 T1.1 – Anlage eines 10 m breiten mehrjährigen Ackerfutterstreifens am Ackerrand

Prognose

N-Index = 234 (mittleres Risiko)

Quellfaktoren		Transportfaktoren	
Q1 –	6	T1 –	1
Q2 –	2	T2 –	6
Q3 –	0	T3 –	4
Q4 –	1	T4 –	1
Q5 –	4	T5 –	3
		T6 –	3
ΣQ –	13	ΣT –	18

P-Index = 198 (mittleres Risiko)

Quellfaktoren		Transportfaktoren	
Q1 –	6	T1 –	2
Q2 –	2	T2 –	6
Q3 –	2	T3 –	4
Q4 –	1	T4 –	1
		T5 –	2
		T6 –	3
ΣQ –	11	ΣT –	18

Empfehlung und Auswahl von Maßnahmen – 2. Durchlauf Ausgewählte Maßnahmen

Q1.3 – Dauerhaft konservierende Bodenbearbeitung
 Q4.1 – sofortige tiefe Einarbeitung von flüssigen organischen Düngemitteln
 Q5.3 – Anbau von Untersaaten
 T1.1 – Anlage eines 10 m breiten mehrjährigen Ackerfutterstreifens am Ackerrand

Prognose

N-Index = 126 (geringes Risiko)

Quellfaktoren		Transportfaktoren	
Q1 –	2	T1 –	1
Q2 –	2	T2 –	6
Q3 –	0	T3 –	4
Q4 –	1	T4 –	1
Q5 –	2	T5 –	3
		T6 –	3

P-Index = 126 (geringes Risiko)

Quellfaktoren		Transportfaktoren	
Q1 –	2	T1 –	2
Q2 –	2	T2 –	6
Q3 –	2	T3 –	4
Q4 –	1	T4 –	1
		T5 –	2
		T6 –	3

Abbildung 20: Vergleichsbeispiel 2 der Handlungsanleitung

Vergleichsbeispiel 3

Kennzahlen

Einzugsgebiet: Bierlichtbach
 FB-Bezeichnung: AL-102-120620
 FID: 647
 Kultur (2011): Erbsen zur Körnergewinnung
 AuW-Maßnahmen: -



mit Streifen Ackergras
 FB-Bezeichnung: AL-102-120620
 Kultur (2011): Ackergras
 AuW-Maßnahmen: -

Bewertung ist Zustand

N-Index = 266 (mittleres Risiko)

Quellfaktoren		Transportfaktoren	
Q1 –	6	T1 –	2
Q2 –	2	T2 –	6
Q3 –	0	T3 –	4
Q4 –	2	T4 –	1
Q5 –	4	T5 –	3
		T6 –	3
ΣQ –	14	ΣT –	19

P-Index = 280 (mittleres Risiko)

Quellfaktoren		Transportfaktoren	
Q1 –	6	T1 –	4
Q2 –	4	T2 –	6
Q3 –	2	T3 –	4
Q4 –	2	T4 –	1
		T5 –	2
		T6 –	3
ΣQ –	14	ΣT –	20

Ausgewählte Maßnahmen

- Q1.4 – Konservierende Bodenbearbeitung zu erosionsanfälligen Früchten/Mulchsaat
- Q4.3 – Verzicht auf Wirtschaftsdünger auf diesem Ackerschlag
- Q5.1 – Anbau von Winterzwischenfrüchten
- T2.2 – Anlage von Grün- und Gehölzstreifen, sodass Strukturgütebewertung ≤5

Prognose

N-Index = 120 (geringes Risiko)

Quellfaktoren		Transportfaktoren	
Q1 –	4	T1 –	2
Q2 –	2	T2 –	2
Q3 –	0	T3 –	4
Q4 –	0	T4 –	1
Q5 –	2	T5 –	3
		T6 –	3
ΣQ –	8	ΣT –	15

P-Index = 128 (geringes Risiko)

Quellfaktoren		Transportfaktoren	
Q1 –	4	T1 –	4
Q2 –	2	T2 –	2
Q3 –	0	T3 –	4
Q4 –	2	T4 –	1
		T5 –	2
		T6 –	3
ΣQ –	8	ΣT –	16

Abbildung 21: Vergleichsbeispiel 3 der Handlungsanleitung

Vergleichsbeispiel 4

Kennzahlen

Einzugsgebiet: Leine-1
 FB-Bezeichnung: AL-067-19618
 FID: 417
 Kultur (2011): Winterraps (Körnergewinnung)
 AuW-Maßnahmen: -



mit Streifen Ackergras
 FB-Bezeichnung AL-067-19618
 Kultur (2011): Ackergras
 AuW-Maßnahmen: S5

Bewertung ist Zustand

N-Index = 180 (mittleres Risiko)

Quellfaktoren	Transportfaktoren
Q1 – 6	T1 – 1
Q2 – 2	T2 – 2
Q3 – 0	T3 – 4
Q4 – 2	T4 – 1
Q5 – 2	T5 – 3
	T6 – 4
ΣQ – 12	ΣT – 15

P-Index = 210 (mittleres Risiko)

Quellfaktoren	Transportfaktoren
Q1 – 6	T1 – 2
Q2 – 4	T2 – 2
Q3 – 2	T3 – 4
Q4 – 2	T4 – 1
	T5 – 2
	T6 – 4
ΣQ – 14	ΣT – 15

Ausgewählte Maßnahmen

- Q1.4 – Konservierende Bodenbearbeitung zu erosionsanfälligen Früchten
- Q4.1 – sofortige tiefe Einarbeitung von flüssigen organischen Düngemitteln
- Q5.1 – Anbau von Winterzwischenfrüchten

Prognose

N-Index = 120 (geringes Risiko)

Quellfaktoren	Transportfaktoren
Q1 – 4	T1 – 1
– 2	
Q2 – 2	T2 – 2
– 2	
Q3 – 0	T3 – 4
– 4	
Q4 – 0	T4 – 1
– 1	
Q5 – 2	T5 – 3
– 2	
	T6 – 4
ΣQ – 8	ΣT – 15

P-Index = 128 (geringes Risiko)

Quellfaktoren	Transportfaktoren
Q1 – 4	T1
Q2 – 2	T2
Q3 – 2	T3
Q4 – 0	T4
	T5
	T6 – 4
ΣQ – 8	ΣT

Abbildung 22: Vergleichsbeispiel 4 der Handlungsanleitung

Vergleichsbeispiel 5

Kennzahlen

Einzugsgebiet: Leine-1
 FB-Bezeichnung: AL-068-19604
 FID: 30
 Kultur (2011): Winterweizen (Weichweizen)
 AuW-Maßnahmen: S3a



mit Streifen Ackergras
 FB-Bezeichnung: AL-068-19604
 Kultur (2011): Ackergras
 AuW-Maßnahmen: S5

Bewertung ist Zustand

N-Index = 160 (mittleres Risiko)

Quellfaktoren	Transportfaktoren
Q1 – 2	T1 – 2
Q2 – 2	T2 – 2
Q3 – 0	T3 – 4
Q4 – 2	T4 – 1
Q5 – 4	T5 – 3
	T6 – 4
ΣQ – 10	ΣT – 16

P-Index = 170 (mittleres Risiko)

Quellfaktoren	Transportfaktoren
Q1 – 2	T1 – 4
Q2 – 4	T2 – 2
Q3 – 2	T3 – 4
Q4 – 2	T4 – 1
	T5 – 2
	T6 – 4
ΣQ – 10	ΣT – 17

Ausgewählte Maßnahmen

Q2.7 – Reduktion der mineralischen P Düngung
 Q3.1 – Reduktion der organischen Düngung
 Q5.3 – Anbau von Zwischenfrüchten

Prognose

N-Index = 96 (geringes Risiko)

Quellfaktoren	Transportfaktoren
Q1 – 2	T1 – 2
Q2 – 2	T2 – 2
Q3 – 0	T3 – 4
Q4 – 2	T4 – 1
Q5 – 0	T5 – 3
	T6 – 4
ΣQ – 6	ΣT – 16

P-Index = 102 (geringes Risiko)

Quellfaktoren	Transportfaktoren
Q1 – 2	T1 – 4
Q2 – 2	T2 – 2
Q3 – 0	T3 – 4
Q4 – 2	T4 – 1
	T5 – 2
	T6 – 4
ΣQ – 6	ΣT – 17

Abbildung 23: Vergleichsbeispiel 5 der Handlungsanleitung

Vergleichsbeispiel 6

Kennzahlen

Einzugsgebiet: Leine-1
 FB-Bezeichnung: AL-095-227531
 FID: 587
 Kultur (2011): Winterweizen (Weichweizen)
 AuW-Maßnahmen: -



Bewertung ist Zustand

N-Index = 336 (hohes Risiko)

Quellfaktoren		Transportfaktoren	
Q1 –	6	T1 –	6
Q2 –	2	T2 –	6
Q3 –	0	T3 –	4
Q4 –	2	T4 –	1
Q5 –	4	T5 –	3
		T6 –	4
ΣQ –	14	ΣT –	24

P-Index = 350 (hohes Risiko)

Quellfaktoren		Transportfaktoren	
Q1 –	6	T1 –	8
Q2 –	4	T2 –	6
Q3 –	2	T3 –	4
Q4 –	2	T4 –	1
		T5 –	2
		T6 –	4
ΣQ –	14	ΣT –	25

Ausgewählte Maßnahmen

Q1.5 – Direktsaat

T1.2 – Anlage von Gewässerschutzstreifen mit angepasster Bewirtschaftung mit einer Breite von 10 m

T2.1 – Anlage von Grün- und Gehölzstreifen, sodass Strukturgütebewertung ≤ 3

Prognose

N-Index = 126 (geringes Risiko)

Quellfaktoren		Transportfaktoren	
Q1 –	1	T1 –	2
Q2 –	2	T2 –	0
Q3 –	0	T3 –	4
Q4 –	2	T4 –	1
Q5 –	4	T5 –	3
		T6 –	4
ΣQ –	9	ΣT –	14

P-Index = 117 (geringes Risiko)

Quellfaktoren		Transportfaktoren	
Q1 –	1	T1 –	2
Q2 –	4	T2 –	0
Q3 –	2	T3 –	4
Q4 –	2	T4 –	1
		T5 –	2
		T6 –	4
ΣQ –	9	ΣT –	13

Abbildung 24: Vergleichsbeispiel 6 der Handlungsanleitung

5.4 Eintragsrisiko in Gewässer

Aus der Bewertung der Ackerschläge mit N- und P-Index wurde das Eintragsrisiko in die anliegenden Gewässer berechnet. Die Karten mit der Bewertung sind in den Anlagen 5 bis 8 enthalten. Bei der überwiegenden Mehrheit der Gewässerabschnitte besteht sowohl im EZG Bierlichtbach als auch Leine-1 ein mittleres Risiko eines Stoffeintrages (Tabelle 20). In der Nähe von Abschnitten, in denen Ackerschläge mit hohem Risiko bewertet wurden, besteht teilweise auch ein hohes Risiko eines N- und P-Eintrages. Besonders im EZG Leine-1 waren die Risiken eines Stoffeintrages hoch. Im EZG Bierlichtbach wurden vergleichsweise viele Abschnitte mit geringem Risiko bewertet.

Tabelle 20: Eintragsrisiko für N und P in die betrachteten Gewässer der EZG Bierlichtbach und Leine-1

Eintragsrisiko	Bierlichtbach		Leine-1	
	N	P	N	P
gering	18,1 %	17,1 %	3,5 %	1,1 %
mittel	81,9 %	72,0 %	87,6 %	86,4 %
hoch	0,0 %	11,0 %	8,9 %	12,5 %
Gesamtergebnis	100,0 %	100,0 %	100,0 %	100,0 %

6 Diskussion

6.1 Rechtliche Grundlagen

Die rechtlichen Grundlagen zum Stoffaustrag aus landwirtschaftlichen Flächen und der Schutz von Gewässern vor dem Stoffeintrag sind sehr umfassend. Eine durchgehende Umsetzung der bestehenden Vorschriften wird zu einer deutlichen Reduktion der Stoffeinträge in Gewässern beitragen. Darüber hinaus stellt die gute fachliche Praxis weitreichende Anforderungen an die Bewirtschaftung. Eine Einhaltung führt zu einer Reduktion der Schadwirkung auf angrenzende Flächen und Gewässer. Auch in Bezug auf den Eintrag von Stoffen in unmittelbarer Gewässernähe werden klare Regeln formuliert. Die geltenden Abstandsregeln werden jedoch, in Abhängigkeit von der vorhandenen Vegetation, unterschiedliche Wirkung entfalten. Besteht zwischen Gewässerserböschung und Ackerschlag ein Gewässerschutzstreifen von Gras, Sträuchern oder Bäumen, so werden diese eine Pufferwirkung entfalten. Besteht kein solcher Schutzstreifen, werden die gleichen Abstandsregeln eine deutlich geringere Wirkung erzielen.

6.2 Methodik

Ziel der Untersuchung war es, eine Handlungsanleitung zu entwickeln, die es dem Bewirtschafter, Verwaltungsbehörden und anderen interessierten Gruppen erlaubt, eine Gefährdungsabschätzung zum Stoffaustrag aus einer landwirtschaftlich genutzten Fläche bereitzustellen und daraus Maßnahmen abzuleiten, die das Risiko eines Stoffaustrags verringern.

Die vorliegende Handlungsanleitung bedient sich zweier etablierter Konzepte, die miteinander verknüpft wurden, um eine Handlungsanleitung zu erhalten. Zum einen war dies das Konzept der N- bzw. P-Indices zur Bewertung landwirtschaftlicher Nutzflächen. Diese Indices werden seit über 20 Jahren in den USA angewen-

det und verbreiten sich seitdem in verschiedenen Regionen der Welt. In Europa finden sich diese Indices vorwiegend in Skandinavien, aber auch in Mecklenburg-Vorpommern. Aus diesen bestehenden Indices wurden N- und P-Indices entwickelt, die an die Nutzung und natürliche Gegebenheiten in Sachsen angepasst sind. Der zweite Teil der Handlungsanleitung greift auf die bereits bestehende Maßnahmendatenbank ENaWil zurück (LfULG 2012d). In dieser Datenbank werden Maßnahmen zum Natur- und Wasserschutz in der Landwirtschaft zusammengefasst und mit Metadaten zu Kosten, Wirksamkeit, Akzeptanz und Umsetzbarkeit unterlegt. Ein Teil der ENaWil-Datenbank wurde so ergänzt, dass ein qualitativer Bezug zum N- und P-Index hergestellt werden kann. Die Handlungsanleitung besteht aus der Kombination beider Konzepte, der Bewertung des Risikos auf der einen und der Maßnahmenempfehlung auf der anderen Seite. Dabei wurden bereits etablierte Methoden so miteinander verknüpft, dass eine Handlungsanleitung mit Prognosefunktion bereitgestellt und in zwei Einzugsgebieten in Sachsen angewendet werden konnte.

6.3 N- und P-Index

Die Bewertung der Ackerschläge in den Einzugsgebieten Bierlichtbach und Leine-1 ergab, dass von der Mehrheit der Ackerschläge ein mittleres Risiko für Stoffausträge ausgeht. Nur wenige Schläge wurden den Risikoklassen *hohes Risiko* oder *geringes Risiko* zugewiesen. Dabei fiel auf, dass zahlenmäßig 25 % der Ackerschläge ein geringes Risiko aufwiesen, diese jedoch verhältnismäßig klein waren und nur einen Flächenanteil unter 5 % ausmachten. Die Ackerschläge, die mit hohem Risiko bewertet wurden, sind von geringerer Anzahl, fallen durch ihren höheren Flächenanteil von 5 bis 10 % jedoch mehr ins Gewicht.

Die Verteilung der Risikoklassen zeigt, dass N- und P-Index eine ausgewogene Bewertung ermöglichen. Es traten alle Risikoklassen auf, nur die Klasse *sehr hohes Risiko* wurde nicht beobachtet. Auch die Verteilung der Klassen auf die verschiedenen Ackerfrüchte zeigte, dass die Indices universell einsetzbar sind. Die Bewertung von Dauergrünland und Ackerfutter mit etwas geringerem Risiko als im Durchschnitt spiegelt das tatsächliche Potenzial eines Stoffaustrags wider und war in diesem Sinne zu erwarten.

Die Unterscheidung nach Abstandsklassen zeigte deutlich, dass die Indices angemessen gewichtet sind. Es war zu erwarten, dass Schläge in nächster Nähe zum Gewässer schlechter bewertet werden als Ackerschläge in einigem Abstand. Die Verteilung der Indices zeigte aber keine deutlichen Trends. Ackerschläge, die unmittelbar an das Gewässer grenzen, werden sowohl mit geringem als auch mit hohem Risiko bewertet und spiegeln so einen Querschnitt wider, der von der Bewirtschaftung abhängt. Dies belegt, dass die Gewichtung der einzelnen Faktoren sehr ausgeglichen ist und sich kein Faktor als allein ausschlaggebend herausstellt. Für die Anwendung der Indices ist dies von großer Bedeutung, weil eine pauschale Reduktion des Risikos auf Abstandsregelungen keine allgemein akzeptierte Lösung darstellen kann.

N- und P-Index wurde in diesem Projekt nicht in Bezug zu realen Stoffausträgen gesetzt. Die langjährigen Messreihen zu N- und P-Konzentrationen in den untersuchten EZG deuten auf eine höhere Gefährdung durch N- und P-Austrägen im EZG Leine-1 hin. Dieser Unterschied in absoluten Zahlen wird in den Indices zum Teil widergespiegelt. Im Vergleich zum EZG Bierlichtbach wurden im EZG Leine-1 weniger Flächen mit geringem Risiko und mehr Fläche mit hohem Risiko bewertet. Die Stichhaltigkeit dieses Zusammenhangs zwischen Risiko und langjährigen Messreihen sollte jedoch in einer Studie zur Validierung untersucht werden. Dazu sollten EZG mit unterschiedlicher Gewässergüte bzw. Stofffracht untersucht werden, um eine gewisse Spanne abzudecken.

Zum Teil stützte sich die Berechnung der Indices auf statistische Daten. So wurden die Quelfaktoren Nährstoffbilanz und Versorgungsstufe aus Literaturquellen entnommen oder wie bei der Bodenbearbeitung pauschale Annahmen gemacht, wenn keine Daten zur Verfügung standen. Die Aussagekraft der hier vorgestellten Ergebnisse ist aus diesem Grund nur beschränkt. Ein Beispiel ist die Klassifikation von aus der Bewirtschaftung genommenen Flächen mit *mittlerem Risiko*. Tatsächlich geht von diesen Schlägen vermutlich nur ein *geringes Risiko* aus, weil die Nährstoffbilanz negativ ist und keine Bodenbearbeitung mehr stattfindet. Eine Berechnung mit unmittelbarem Bezug zu den Ackerschlägen bzw. der Anwendung der Indices durch die Bewirtschafter erlauben eine genauere Bestimmung der Quelfaktoren. Dabei würden die in diesem Bericht gemachten Annahmen durch schlagspezifische Informationen ersetzt und die Aussagekraft der Indices erhöhte sich dadurch deutlich.

6.4 Handlungsanleitung

Im Rahmen dieser Arbeit wurde eine Handlungsanleitung entwickelt und getestet, die es erlauben soll, das Risiko eines Stoffaustrags aus Ackerschlägen zu reduzieren, um so die Gewässerqualität im Sinne der WRRL zu verbessern. Ziel der Handlungsanleitung ist die Reduktion des N- und P-Index auf maximal 128 Punkte. Dies entspricht einem geringen Stoffaustragsrisiko (Tabelle 7).

Die Handlungsanleitung wurde an sechs repräsentativen Ackerschlägen getestet. Diese Ackerschläge liegen am Bierlichtbach bzw. der Leine-1 und wurden mit mittlerem bis hohem Risiko bewertet. Unter Anwendung der Handlungsanleitung konnte in allen sechs Vergleichsbeispielen das Risiko auf die Risikoklasse *gering* reduziert werden. Dieses Ergebnis belegt die Funktionalität der Handlungsanleitung bei unterschiedlichen Formen der Bewirtschaftung und die Eignung, auch Ackerschläge, die mit hohem Risiko bewertet wurden, zu bearbeiten.

Es ist offensichtlich, dass die deutliche Reduktion des Risikos von *hoch* auf *gering* eine Anzahl von Maßnahmen erfordert, die unter Umständen eine geringe Akzeptanz bei Bewirtschaftern findet. So wurde in einigen Vergleichsbeispielen die Größe der bewirtschafteten Fläche verringert, mit dem Ziel, einen Gewässerschutzstreifen einzurichten. Gleichzeitig wurden aber auch Vergleichsbeispiele aufgezeigt, in denen allein durch eine veränderte Bewirtschaftung ein geringes Risiko erreicht wurde. In diesen Fällen wurde ein Teil des Ackerschlags zum Anbau von Ackerfutter genutzt, um den Abstand des Ackerschlags zum Gewässer zu erhöhen. Das primäre Ziel der Handlungsanleitung, Maßnahmen zu unterbreiten, deren Umsetzung zu einer Reduktion des Risikos führen, ist damit erreicht.

Darüber hinaus besteht die Aufgabe, die Bewirtschafter zur Umsetzung der Maßnahmen zu bewegen. Hier spielt die Akzeptanz der empfohlenen Maßnahmen eine wichtige Rolle. Die ENaWil-Datenbank beispielsweise bewertet die Maßnahmen bezüglich ihrer Akzeptanz bei Bewirtschaftern. Eine solche Bewertung ist zumeist jedoch subjektiv oder an spezifische Hemmnisse geknüpft. Um diese zu überwinden, bestehen Anreizsysteme, wie die AuW-Förderung, die durch eine Prämienzahlung bestimmte Bewirtschaftungsformen allgemein verbreiten wollen, um auf diese Weise die Akzeptanz zu erhöhen.

Setzt man Prioritäten bei der Umsetzung von Maßnahmen, so sollten Flächen mit hohem Risiko bevorzugt werden. Die Stofffracht, die von Ackerschlägen mit hohem Risiko kurzfristig freisetztbar ist, kann nicht beziffert werden. Es ist aber davon auszugehen, dass diese Schläge überproportional hohe Stoffausträge aufweisen können. Deshalb sollten in erster Linie für diese Schläge Maßnahmen ausgewählt und umgesetzt werden, die zu einer Reduktion des Risikos führen.

Bezüglich der räumlichen Gültigkeit muss darauf hingewiesen werden, dass die untersuchten Ackerschläge alle dem Naturraum Sächsisch-Niederlausitzer Heideland zugeordnet werden. Daher sollte die Handlungsanleitung ohne weitere Untersuchung nur in diesem Naturraum angewendet werden. Eine Anwendung in den Lössgefilen oder dem Bergland sollte nach entsprechender Anwendungsprüfung erfolgen, weil die Indices auch die natürlichen Gegebenheiten in diesen Naturräumen abbilden können.

6.5 Eintragsrisiko in Gewässer

Basierend auf der Bewertung der Ackerschläge mittels N- und P-Index konnte das Eintragsrisiko für N und P in die Gewässer Bierlichtbach und Leine-1 abgeschätzt werden. Weil das Risiko eines Stoffaustrags bei der Mehrheit der Ackerschläge als *mittel* eingestuft wurde, ist auch das Eintragsrisiko in die beiden Gewässer mehrheitlich mit *mittel* bewertet worden. Dieses Ergebnis entspricht daher den Erwartungen.

Diese Ergebnisse stimmen mit den langjährigen Messreihen an Bierlichtbach und Leine-1 überein. Die chemischen Parameter weisen über viele Jahre auf eine Belastung beider Gewässer mit N und P hin. Auch die biologische Bewertung deutet auf eine Belastung mit P und N hin. Damit spiegelt die Bewertung des Eintragsrisikos, die in beiden Gewässern mit *mittel* eingeschätzt wurde, sehr gut die tatsächlichen Gegebenheiten wider. Auf die beiden untersuchten Einzugsgebiete bezogen, unterstreicht dieses Ergebnis die Eignung der verwendeten Methodik.

Wendet man die Handlungsanleitung auf ein gesamtes Einzugsgebiet an, besteht wie bei einem einzelnen Ackerschlag die Möglichkeit, eine Prognose für das Eintragsrisiko in das Gewässer abzugeben. Besonders die Ackerschläge in Gewässernähe werden einen großen Einfluss auf das Ergebnis dieser Berechnung haben, da die angewendete Interpolationsmethode ein starkes Gewicht auf die Ackerschläge in nächster Nähe zum Gewässer legt. Auf diese Weise bildet diese Methode die natürlichen Prozesse besser ab und kommt den natur- schutzfachlichen Forderungen nach, das Eintragsrisiko besonders in Gewässernähe zu reduzieren.

6.6 Zukünftige Anwendung

Die in dieser Arbeit vorgestellte Handlungsanleitung hat zwei Neuerungen, die zukünftig Anwendung finden können. Erstens wurden im Rahmen des Projektes N- und P-Indices entwickelt, die eine Abschätzung des Risikos für einen Stoffaustrag ermöglichen und an die natürlichen Gegebenheiten Sachsens angepasst sind. Zweitens wurde durch die Verknüpfung der Indices mit der Empfehlung von Maßnahmen ein wichtiges Prognosewerkzeug geschaffen, das die Wirkung von Maßnahmen auf das Risiko eines Stoffaustrags abschätzen kann.

Zukünftig könnte die Handlungsanleitung ein wichtiges Werkzeug in der Landwirtschaft, bei Behörden und in Naturschutzorganisationen darstellen. Die einfache Handhabung der Indices in Verbindung mit der Unterteilung in Quell- und Transportfaktoren erschließen sich dem Anwender sehr schnell. Auch Laien können die Indices nach Einweisung sicher anwenden. Die Hemmschwelle zur Anwendung der Indices ist als gering einzuschätzen. In der Funktion der Bewertung eines Risikos für Stoffausträge bestehen verschiedene Interessen; Bewirtschafter sind aus wirtschaftlichen und rechtlichen Gründen bestrebt, die Stoffausträge zu minimieren, Behörden und Naturschutzverbände werden versuchen, Flächen mit erhöhtem Risiko zu identifizieren und geeignete Maßnahmen zu unterbreiten.

Besonders die Prognosefunktion der Indices hat das Potenzial, den Bewirtschaftern als wichtiges Werkzeug zu dienen. Diese erlaubt es, verschiedene Szenarien der Bewirtschaftung zu untersuchen, um das Risiko eines N- und P-Austrages zu verringern. Dabei ist sie in die Handlungsanleitung eingebettet und ohne Mehraufwand verfügbar. Mit dieser Funktionalität erschließt sich der Handlungsanleitung ein großer Anwenderbereich. Auf Seite der Bewirtschafter können hier verschiedene Szenarien bezüglich ihrer Wirtschaftlichkeit untersucht werden. Beispielsweise könnte ein Szenario mit reduzierter Düngung verglichen werden mit einem Szenario, in dem ein Ackerstreifen entlang dem Gewässer mit Ackerfutter bestellt wird. Auf Seiten der Behörde besteht ein Interesse in der Einhaltung der rechtlichen Vorgaben zum Gewässerschutz und im Besonderen der WRRL. Dabei ermöglicht die flächenhafte Bewertung der Ackerschläge eine Identifikation von Risikoflächen, die angeschlossene Prognosefunktion dann die Empfehlung von Maßnahmen zur Reduktion des Risikos.

Eine flächendeckende Anwendung des N- und P-Index in Sachsen ermöglicht es, Regionen zu erkennen, in denen ein besonders hohes Risiko für Stoffausträge zu erwarten ist. Darauf aufbauend können die Bewirtschafter in diesen Regionen die Handlungsanleitung nutzen, um ihre Bewirtschaftungspraxis im Sinne einer wirksamen Stoffeintragsminderung anzupassen und das Risiko zu verringern. Um die Berechnung der Indices im GIS-System zu vereinfachen, könnte ein digitales Bewertungsinstrument in Form einer Programmerweiterung für das Geographische Informationssystem ArcGIS umgesetzt werden. Dieses würde eine schnelle EZG-spezifische oder regional spezifische Auswertung ermöglichen bzw. eine Prognose verschiedener Szenarien erlauben.

7 Zusammenfassung

Die Bewirtschaftung landwirtschaftlicher Flächen hat einen bedeutenden Einfluss auf die Beschaffenheit anliegender Gewässer, die im Sinne der WRRL aufgewertet werden soll. Die hier vorliegende Handlungsanleitung leistet in diesem Zusammenhang einen wichtigen Beitrag zur Reduktion der Stickstoff- und Phosphoreinträge ins Gewässer. Sie stellt den Bewirtschaftern und anderen Interessengruppen ein Werkzeug zur Verfügung, mit dem gezielt Maßnahmen ausgewählt werden können, die das Risiko eines Stoffaustrags aus Ackerschlägen reduzieren und damit gleichzeitig die Stoffeinträge ins Gewässer verringern.

Die rechtlichen Grundlagen zur Reduktion von Stoffeinträgen sind umfassend. Die Bewirtschafter sind dazu angehalten, nach den Grundsätzen der guten fachlichen Praxis zu arbeiten, um schädliche Einflüsse ihrer Handlungen auf Boden, Gewässer und Naturhaushalt zu vermeiden. Die konsequente Umsetzung dieser Grundsätze wird zu einer Verbesserung der Wasserqualität führen.

Im Rahmen dieses Projektes wurden der N- und der P-Index entwickelt, die das Risiko eines Stickstoff- (N) bzw. Phosphoraustrags (P) aus einem Ackerschlag bewerten können. N- und P-Index sind an die regionalen Gegebenheiten in Sachsen angepasst und wurden an zwei Einzugsgebieten, dem Bierlichtbach in der Großenhainer Pflege und der Leine-1 in der Düben-Dahlener Heide, getestet. Die Ackerschläge in diesen Einzugsgebieten wiesen vorwiegend ein mittleres Risiko bezüglich N- und P-Austrag auf, wobei Schläge, die mit Dauergrünland oder Ackerfutter bestellt waren, zum Teil mit geringem Risiko bewertet wurden. Basierend auf der Bewertung aller Ackerschläge in den Einzugsgebieten war es möglich, das Risiko für einen Stoffeintrag in die Gewässer abzuschätzen. Dieses lag für die überwiegende Mehrheit der Gewässerabschnitte auf mittlerem Niveau, wobei zum Teil ein geringes Risiko für den P-Eintrag ausgewiesen wurde.

Die Handlungsanleitung, die auf die Bewertung der Ackerschläge mit dem N- und P-Index aufbaut, hat zum Ziel, Maßnahmen vorzuschlagen, die das Risiko für einen Stoffaustrag auf die Stufe *geringes Risiko* zu reduzieren. Dabei werden in der Handlungsanleitung Maßnahmen zur Umsetzung empfohlen, die zu einer Risikoreduktion führen. N- und P-Index werden dabei für eine Prognose herangezogen, um abzuschätzen, wie sich das Risiko eines Stoffaustrags verändert. Anhand von sechs Vergleichsbeispielen wurde belegt, dass durch Anwendung der Handlungsanleitung eine Reduktion des N- und des P-Index von *hoch* auf *gering* möglich ist. Dabei kam ein breites Spektrum an Maßnahmen zur Anwendung, die von einer Anpassung der Bewirtschaftung bis hin zu Flächenstilllegung und der Anlage von Gewässerschutzstreifen reichten. Damit räumt die Handlungsanleitung dem Bewirtschafter Handlungsspielraum ein.

Zukünftig könnten Handlungsanleitung wie auch die Risikoindices einer breiten Öffentlichkeit zugänglich gemacht werden mit dem Ziel, einen Dialog zwischen verschiedenen Interessenskreisen zu ermöglichen. Handlungsanleitung und Risikoindices stellen ein einfaches und für jeden zugängliches Werkzeug dar, mit dem die Risiken eines Stoffaustrags ermittelt und Maßnahmen zur Risikoreduktion unterbreitet werden können. Der Unvoreingenommenheit und Objektivität der Risikoindices kommt dabei eine wichtige Funktion zu, weil jeder diese nachvollziehen und anwenden kann.

Darüber hinaus besteht die Möglichkeit, Flächen zu identifizieren, von denen ein besonders hohes Risiko für einen Stoffaustrag ausgeht. Dafür lässt sich der N- und P-Index flächenhaft in Sachsen anwenden. Die Ergebnisse könnten dann als Grundlage dienen, Agrar- und Umweltmaßnahmen spezifisch an die Regionen angepasst zu planen bzw. eine Prognose abzugeben, welche Wirkung die Umsetzung solcher Maßnahmen entfalten könnte.

Literaturverzeichnis

- ANSELM, R. (1990): Wirkung und Gestaltung von Uferstreifen - eine systematische Zusammenstellung. Zeitschrift für Kulturtechnik und Landentwicklung 31: 230–236.
- BACH, M., J. FABIS & H.-G. FREDE (1997): Filterwirkung von Uferstreifen für Stoffeinträge in Gewässer in unterschiedlichen Landschaftsräumen. DVWK-Mitteilungen 28.
- BECHMANN, M. E., T. KROGSTAD & A.N. SHARPLEY (2003): A Phosphorus Index for Norway: Justification of Factors. pp. 163–169 in: M. Bruen (Ed.), Proceedings of the 7th International Specialised IWA Conference. Dublin.
- BUCZKO, U. & R. O. KUCHENBUCH (2007a): Phosphorus indices as risk-assessment tools in the U.S.A. and Europe—a review. Journal of Plant Nutrition and Soil Science 170: 445–460.
- BUCZKO, U. & R.O. KUCHENBUCH (2007b): Ein Phosphor-Index für Nordostdeutschland als Risikoindikator für den diffusen P Eintrag von landwirtschaftlichen Flächen in Oberflächengewässer. VDLUFA-Schriftenreihe 63: 145–164.
- BUCZKO, U. & R.O. KUCHENBUCH (2010): Environmental indicators to assess the risk of diffuse Nitrogen losses from agriculture. Environmental management 45: 1201–22.
- CORREL, D. L. (1997): Wirkung und Gestaltung von Uferstreifen - eine systematische Zusammenstellung. pp. 7–20 in: Buffer zones: their processes and potential in water protection.
- DELGADO, J. A., M. SHAFFER, C. HU, R. LAVADO, J. CUETO-WONG, P. JOOSSE, D. SOTOMAYOR, W. COLON, R. FOLLETT, S. DELGROSSO, X. LI & H. RIMSKI-KORSAKOV (2008): An index approach to assess nitrogen losses to the environment. Ecological Engineering 32: 108–120.
- DELGADO, J. A., M. SHAFFER, C. HU, R.S. LAVADO, J.C. WONG, P. JOOSSE, X. LI, H. RIMSKI-KORSAKOV, R. FOLLETT, W. COLON & D. SOTOMAYOR (2006): A decade of change in nutrient management: a new nitrogen index. Journal of Soil and Water Conservation 61: 62A–71.
- DI, H.J. & K.C. CAMERON (2002): Nitrate leaching in temperate agroecosystems: sources, factors and mitigating strategies. Nutrient Cycling in Agroecosystems 64: 237–256.
- DREWRY, J.J., L.T.H. NEWHAM & R.S.B. GREENE (2011): Index models to evaluate the risk of phosphorus and nitrogen loss at catchment scales. Journal of environmental management 92: 639–49.
- FOLLETT, R.F., D.R. KEENEY & R.M. CRUSE (1991): Managing Nitrogen for Groundwater Quality and Farm Profitability. Madison: Soil Science Society of America.
- FRIESE, H., R. DIMMER & J. DEHNERT (Eds.) (2009): Bericht über die sächsischen Beiträge zu den Bewirtschaftungsplänen der Flussgebietseinheiten Elbe und Oder. Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie.
- HALBFAß, S., M. GEBEL, H. FRIESE, K. GRUNEWALD & K. MANNSFELD (2009): Atlas der Nährstoffeinträge in sächsische Gewässer. Dresden: Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie.
- KLEINKNECHT, U. (2010): SCI 210 „Leinegebiet“ und SPA 02 „Kämmereiforst und Leineau“. Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie.
- KUCHENBUCH, R.O. & U. BUCZKO (2007): Abschätzung des Risikos von diffusen Phosphor-Austrägen mit Hilfe des „Phosphor-Index“ in verschiedenen Regionen Mecklenburg-Vorpommerns. VDLUFA-Schriftenreihe 63: 165–178.
- LANGE, K.-P., J. KRANICH, D. LANGE, R. KRUPSE, J. NEUMANN & N. GROSSE (2007): Erarbeitung eines Gutachtens im Sinne eines Teilbewirtschaftungsplanes für das Einzugsgebiet des Lobers, der Leine und des Lober-Leine-Kanals (LLK). Regierungspräsidium Leipzig.
- LAWA (2000): Gewässerstrukturgütekartierung in der Bundesrepublik Deutschland. Schwerin: Länderarbeitsgemeinschaft Wasser.
- LEWANDOWSKI, A., J. MONCRIEF & M. DREWITZ (2006): The Minnesota Phosphorus Index. University of Minnesota.
- LfULG (2012a): Grundwasserflurabstand. Grundwassermessstellen im Freistaat Sachsen, <http://www.umwelt.sachsen.de/umwelt/wasser/6103.htm>.
- LfULG (2012b): Methodik der Differenzganglinienanalyse. <http://www.umwelt.sachsen.de/umwelt/wasser/10995.htm>.
- LfULG (2012c): Wasserhaushaltsdaten. <http://www.umwelt.sachsen.de/umwelt/wasser/10985.htm>.
- LfULG (2012d): Entscheidungshilfe zu stofflichen und physikalischen Vorsorgemaßnahmen zum Natur- und Wasserschutz in der Landwirtschaft. Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie.

- MENGE, M. (2005): Umweltgerechte Landwirtschaft 2004. Schriftenreihe Heft 13, 10. Jahrgang 2005. Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft.
- MENGE, M. (2007): Umweltgerechte Landwirtschaft 2005. Schriftenreihe, Heft 1/2007. Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft.
- MÖLLER, M., O. ROSCHE, M. STEINIGER & D. WURBS (2009): Bedeutung landwirtschaftlicher Dränsysteme für den Wasser- und Stoffhaushalt. Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie.
- REINICKE, F. & D. WURBS (2012): Nitratausträge landwirtschaftlich genutzter Flächen. Schriftenreihe, Heft 40/2012. Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie.
- SCHINDEWOLF, M. & W. SCHMIDT (2010): Erosion 3D Sachsen. Schriftenreihe, Heft 9/2010. Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie.
- SHAFFER, M. J. & J. A. DELGADO (2002): Essentials of a national nitrate leaching index assessment tool. *Journal of Soil and Water Conservation* 57: 327–335.
- Sommerhäuser, T. & M. Pottgiesser (2008): Beschreibung und Bewertung der deutschen Fließgewässertypen - Steckbriefe und Anhang. Dessau: Umweltbundesamt.
- WILLIAMS, J. R. & D. E. KISSEL (1991): Water Percolation: An Indicator of Nitrogen-Leaching Potential. pp. 59–84 in: *Managing Nitrogen for Groundwater Quality and Farm Profitability*.

Herausgeber:

Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie (LfULG)
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:

Dr. Robert Brankatschk, Dr. Klaus-Peter Lange
ECOSYSTEM SAXONIA GmbH
Tiergartenstr. 48, 01219 Dresden
Telefon: + 49 351 47878-0
Telefax: + 49 351 47878-78
E-Mail: r.brankschk@gicon.de

Redaktion:

Ulf Jäckel
LfULG, Abteilung Landwirtschaft/Referat Pflanzenbau
Waldheimer Str. 219, 01683 Nossen
Telefon: + 49 35242 631-7210
Telefax: + 49 35242 631-7299
E-Mail: Ulf.Jaeckel@smul.sachsen.de

Fotos:

Christoph Franke, ECOSYSTEM SAXONIA GmbH

Redaktionsschluss:

15.01.2014

ISSN:

1867-2868

Hinweis:

Die Broschüre steht nicht als Printmedium zur Verfügung, kann aber als PDF-Datei unter <https://publikationen.sachsen.de/bdb/> heruntergeladen werden.

Verteilerhinweis

Diese Informationsschrift wird von der Sächsischen Staatsregierung im Rahmen ihrer verfassungsmäßigen Verpflichtung zur Information der Öffentlichkeit herausgegeben. Sie darf weder von politischen Parteien noch von deren Kandidaten oder Helfern 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.